



Universidade Federal
de São João del-Rei

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGEOG

GLÊDES DE CASTRO

**INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM ARQUEOLÓGICA ATRAVÉS DAS ANÁLISES
PEDOGEOMORFOLÓGICAS, MICROMORFOLÓGICAS E DE ARTEFATOS
CERÂMICOS**

São João del-Rei 2025



Universidade Federal
de São João del-Rei

INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM ARQUEOLÓGICA ATRAVÉS DAS ANÁLISES PEDOGEO MORFOLÓGICAS, MICROMORFOLOGICAS E DE ARTEFATOS CERÂMICOS

Glêdes de Castro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Análise Ambiental e Territorial.

Linha de pesquisa: Dinâmica das Paisagens Tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Cristian Rocha

São João del-Rei 2025

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM ARQUEOLÓGICA ATRAVÉS DAS ANÁLISES PEDOGEOMORFOLÓGICAS, MICROMORFOLOGICAS E DE ARTEFATOS CERÂMICOS

Autora: Glêdes de Castro

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Cristian Rocha

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta dissertação:

Prof. Dr. LEONARDO CRISTIAN ROCHA – Orientador
Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ

Prof. Dr. FÁBIO SOARES DE OLIVEIRA
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Prof. Dr. GABRIEL PEREIRA
Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ.

São João del-Rei 2025



Universidade Federal
de São João del-Rei

Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGeog
Av. Visconde do Rio Preto, s/n (Km02) – Colônia do Bengo
São João del-Rei – MG – Cep. 36.301-360

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

CANDIDATO: **2021105115 - GLEDES DE CASTRO**

NÍVEL: Mestrado

DATA DA DEFESA: 18/02/2025

HORÁRIO DE INÍCIO: 09:00 horas

LOCAL: Campus Ctan Sala 308 - Auditório do PPGGeog

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
LEONARDO CRISTIAN ROCHA	009.368.016-38	Presidente	Doutor	UFSJ
GABRIEL PEREIRA	041.441.029-71	Membro 1	Doutor	UFSJ
FABIO SOARES DE OLIVEIRA	056.182.766-40	Membro 2	Doutor	UFMG

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM ARQUEOLÓGICA ATRAVÉS DAS ANÁLISES PEDOGEO MORFOLÓGICAS, MICROMORFOLOGICAS E DE ARTEFATOS CERÂMICOS.

Em sessão pública após apresentação oral do candidato, o mesmo foi arguido pela banca e esta, à vista de todo o conteúdo apresentado julgou o candidato:

(X) Aprovado.

() Reprovado.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada e pelo candidato. São João del-Rei, 18 de fevereiro de 2025.

Presidente: _____

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO CRISTIAN ROCHA**
Data: 03/03/2025 10:06:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro1: _____

Documento assinado digitalmente
 **GABRIEL PEREIRA**
Data: 03/03/2025 10:21:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro2: _____

Documento assinado digitalmente
 **FABIO SOARES DE OLIVEIRA**
Data: 03/03/2025 21:16:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Candidato: _____

Documento assinado digitalmente
 **GLEDES DE CASTRO**
Data: 05/03/2025 23:31:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Obs.: O aluno deverá encaminhar à coordenação do curso, no prazo máximo de 45 dias os exemplares definitivos da dissertação.

Campus Santo Antônio
Pça. Frei Orlando, 170
cep:36.307-352
Centro
São João del-Rei - MG

Campus Dom Bosco
Pça. Dom Helvécio, 74
cep:36.301-160
Fábricas
São João del-Rei - MG

Campus Tancredo Neves
(CTAN)
Rodovia BR 494, Km 02
cep:36.300-000
Colônia do Bengo
São João del-Rei - MG

Campus Alto Paraopeba
(em implantação)
Rodovia MG 443, Km 07
cep: 36.420-000
Fazenda do Cadete
Ouro Branco - MG

Campus Divinópolis
Av. Sebastião Gonçalves
Coelho, 400
Chanadour
Divinópolis - MG

Centro Cultural da UFSJ
Pça. Dr. Augusto das
Chagas Viegas, 17
cep:36.300-088
Centro
São João del-Rei - MG

Dedicatória:

À minha família, fonte da minha existência:

“Uma pessoa está em paz, quando todas as pessoas que pertencem a sua família têm um lugar em seu coração”. Bert Hellinger.

Aos meus antepassados Reis e Castro, Lopes e Resende:

“Atrás de mim estão todos os meus ancestrais me dando forças. A vida passou através deles até chegar a mim. E em honra a eles eu a viverei plenamente”. Bert Hellinger.

AGRADECIMENTOS

DEUS: GRATIDÃO ETERNA por me fazer à sua imagem e semelhança; por permitir que eu seja quem Eu sou. E por permitir que Seu Filho, na Cruz, doasse Sua vida por mim.

Aos colegas na UFSJ: pela oportunidade, aprendizado e convivência. E a todos que contribuem com o crescimento da UFSJ. Agradeço ao Prof. Dr. Renato da Silva Vieira (e suas “Meninas”); e “Tetejo”: mesmo eu não tendo conhecimento, acreditam e confiaram que juntos iríamos aprender e em equipe realizar projetos e sonhos, visando o SUCESSO da Instituição.

Aos amigos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de MG, campus Santos Dumont: 2013 – 2018: Maria A. Fernandes, Adriana e Paula. E do campus Rio Pomba: José Márcio Carvalho, Viviane V. da Silva, Maria A. G. Lopes, Márcia Pelluso, Raimundo X. Dias e Fabiano Teixeira.

Aos amigos na FACE/UFGM/Fundação IPEAD, desde a Rua Curitiba (2001) à Pampulha (2013): Todos com os quais eu convivi, aprendi e os trago comigo! Especialmente a Profa. Maria Luzia Lamounier e Prof. Antônio Carlos Ferreira de Carvalho: Estejam em Paz, Espíritos de Luz, minha GRATIDÃO eterna!

Aos amigos que Deus me apresentou no Pré-Vestibular Palomar Aprova: Prof. Adhemar Luciano Ferreira, o Geógrafo da vida e Márcio José Fillardi Pinto, o Químico, Farmacêutico, Amigos (SEMPRE PRESENTES); e Pachecão: “tudo na vida é física”.

Aos amigos que me conduziram ao mundo corporativo na Construtora Andrade Gutierrez S/A: José Eduardo Gaudêncio, Edgar Moreira Moura, Gervásio Neves, Pedro Paulo Monteiro, Reinaldo Moreira Reis, Neuma Dallagnol Deconto e Adenair Valverde, Ubirajara Barbosa.

À Dra. Lúcia Carvalho Ventura Urbano, minha oftalmologista e sua secretária Rose: Gratidão pelo profissionalismo, competência, amor e carinho com que cuidaram dos meus olhos de 2004 a 2022.

Aos amigos que além do sangue ou não, de longe, perto, de hoje e de ontem, que ficamos anos sem ver/falar e ao encontrar, recomeçamos de onde paramos, gratidão

por estarem comigo: Bia, Brígida, Silvana e Gabriel, Laura, Eugênia, Rosângela's, Mara Assis, Raquel, Fabiano Luiz Naves e "Meninas", Rodolfo, Jonas, Lia, Wânia, Rose, Fátima Gama - Biblioteca FACE, Esther, Luiz Fernando de Souza "Castro" (Sempre Presente: entendeu e respeitou minhas ausências), Lurdete, "Bianca, Léia, Rafael e Abraão – do Sítio", Iara, Igara, Richardson, Colegas das duas Turmas da Graduação em Geografia-UFSJ, Disciplinas: Pedologia e Geologia (pela partilha de conhecimento) Letícia Almeida (pesquisadora que identificou meus ancestrais) e bisneta do Padrinho José Augusto de Paula (o melhor engenheiro), Padre Camilo Paiva e Marcus Santiago – meu amigo e Escritor preferido.

Aos meus Professores e funcionários na Escola Estadual Afonso Pena Júnior e São Francisco de Assis, em São Tiago – MG, minha base educacional, onde conclui o 2º Grau - Magistério. Agradeço especialmente ao saudoso Monsenhor Francisco Elói de Oliveira: o melhor Administrador de Obras e Almas.

Aos meus Professores no Centro Universitário Newton Paiva Ferreira e UFLA: Prof. Francisco Paixão, Otto Hermann, Alexandre Lopes; Nilton Curi, por despertarem a curiosidade sobre as Ciências da Administração e dos Solos; e no LabDCS Márcio da Silva Marques, pelo profissionalismo e atenção com as amostras de solo.

Na UFSJ, aos Professores Gabriel, Ivair, Leonardo, Márcio, Sílvia e Vicente, por compartilhar o conhecimento e técnicas direcionadas ao mundo da pesquisa.

Agradeço aos meus irmãos: Helena, Bernardo, Maria (SEMPRE PRESENTE e que desde muito cedo, me ensinou olhar para o Céu aqui e além), Gaspar e Marcos: escolhidos por Deus, para compartilharmos a vida, o amor, carinho e nossos pais. E trouxeram cunhadas e cunhado, para tornarem parte de nossas vidas e me presentear com sobrinhas(os) perfeitas(os) e lindas(os): GRATIDÃO ETERNA!

Aos meus pais, Tiago José de Castro e Maria S. Resende de Castro, SEMPRE PRESENTES, escolhidos por Deus, para me dar a vida, amor, carinho, contribuírem com a formação do meu caráter e que eu seja quem sou: GRATIDÃO ETERNA!

Ao Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG: Prof. Dr. Fábio Soares de Oliveira, pela imprescindível ajuda, competência e profissionalismo quanto à realização dos exames laboratoriais e disponibilidade com todas as informações necessárias, GRATIDÃO.

Ao meu Professor e Orientador, Dr. Leonardo Cristian Rocha: Por tudo, SEMPRE! Especialmente pela sua competência, sabedoria, profissionalismo, ética, paciência por entender meus momentos da cirurgia, covid, medos, insegurança, bloqueio, silêncio aparente, indagações e dúvidas ocultas constantes. Pelas imprescindíveis ajudas nos trabalhos de campo e laboratório. Pelas aulas e por todas as “VIAGENS” proporcionadas ao Planeta Terra e além e a conexão com meus ancestrais neste trabalho, nos artigos e sítios arqueológicos visitados e pesquisados. Por ajudar perceber que, assim como na Administração tudo depende, na Geografia, tudo existe, é real, é vida, movimento, luz, solo, rocha, água, Sol, Terra, Natureza: Deus. Minha GRATIDÃO ETERNA!

E ainda, dedico a você a frase que sempre compartilho com todos os meus ex-professores, ou não, na escola e na vida:

O respeito, amor, paciência e compreensão recíprocos “entre quem aprende e quem ensina é o primeiro e mais importante degrau para se chegar ao conhecimento” (Erasmus de Rotterdam).

“Deus nos deu a vida. Deus nos deu a natureza. E se delas cuidarmos e respeitarmos, teremos tudo” – Meu Pai.

“Chuva é vida, benção, e sol também. Depois da chuva, sempre colhemos bons resultados” – Minha Mãe.

“Se um dia, já homem feito e realizado, sentires que a terra cede a teus pés, que tuas obras desmoronam, que não há ninguém à tua volta para te estender a mão, esquece a tua maturidade, passa pela tua mocidade, volta à tua infância e balbucia, entre lágrimas e esperanças, as últimas palavras que sempre te restarão na alma: minha Mãe, meu Pai”. Rui Barbosa.

RESUMO

Os estudos da interpretação da paisagem dos sítios arqueológicos na região do Campo das Vertentes ainda são escassos, apesar da maciça presença de sítios com artefatos cerâmicos e líticos encontrados na região. Esta pesquisa foi realizada no município de Lagoa Dourada - MG, no povoado do Arame. Essa localidade foi escolhida, pois é um sítio de fácil acesso e com grande presença de artefatos cerâmicos intercalados entre os horizontes dos solos. Devido à riqueza material e como forma de contribuir no entendimento da ocupação dos povos originários na região em estudo, este trabalho tem como objetivo realizar análise pedogeomorfológica, micromorfológica e das cerâmicas do sítio arqueológico do povoado do Arame. Como procedimento metodológico realizou-se a análise horizontal e vertical da formação superficial, em seguida foram feitos cinco perfis de solos. Após a análise e descrição dos perfis foram coletados solos para análises texturais, química e matéria orgânica, além de análise indeformadas para a confecção das lâminas delgadas de solo para análise micromorfológica. As análises preliminares sugerem solos argilosos, com uma camada orgânica antrópica semelhante às terras pretas de índio, encontradas na região amazônica, os teores de matéria orgânica dessa camada destoam do restante dos horizontes analisados. Resultados posteriores poderão indicar mais evidência de ocupação e a correlação dos horizontes pedológicos com a confecção das cerâmicas.

Palavras-chave: Solo, Solo Arqueológico, Cerâmica.

ABSTRACT

Studies on the interpretation of the landscape of archaeological sites in the Campo das Vertentes region are still scarce, despite the massive presence of sites with ceramic and lithic artifacts found in the region. This research was carried out in the municipality of Lagoa Dourada, in the village of Arame. This location was chosen because it is an easily accessible site with a large presence of ceramic artifacts interspersed between the soil horizons. Due to the material richness and as a way to contribute to the understanding of the occupation of pre-Columbian peoples in the region under study, this work aims to carry out a pedogeomorphological, micromorphological and ceramic analysis of the archaeological site of the village of Arame. As a methodological procedure, a horizontal and vertical analysis of surface formation was carried out, then five soil profiles were made. After analyzing and describing the profiles, soils were collected for textural, chemical and organic matter analyses, in addition to undisturbed analysis for the preparation of thin soil slides for micromorphological analysis. Preliminary analysis suggests clayey soils, with an anthropic organic layer similar to terra pretas de Índio, found in the Amazon region, the organic matter content of this layer differs from the rest of the analyzed horizons. Later results may indicate more evidence of occupation and the correlation of pedological horizons with the manufacture of ceramics.

Keywords: Soil, Archaeological Soil, Ceramics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do sítio de Lagoa Dourada	40
Figura 2 – Hipsometria no Sítio Arqueológico	46
Figura 3 – Uso e ocupação do solo nas proximidades do sítio arqueológico	47
Figura 4 – Rede de drenagem	49
Figura 5 – Foto Perfil 1	68
Figura 6 – Foto Perfil 2	69
Figura 7 – Foto Perfil 3 Cerâmica vazando	71
Figura 8 – Foto Perfil 4	74
Figura 9 – Foto Perfil 5	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	70
Tabela 02	77
Tabela 03	88
Tabela 04	97
Tabela 05	98
Tabela 06	105

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E UNIDADES DE MEDIDA

µm	Micrómetro
CIIA	Congresso Internacional de Engenharia Agroindustrial
cm	Centímetro
cmolc/dm ³	Centimoles de carga por decímetro cúbico de solo
dag/kg	Decagrama por quilograma
DAS	Agregados peneirados à seco
Fe	Ferro
m	Metro
mg/dm ³	Milígrama por decímetro cúbico mmMilímetro
MO	Matéria Orgânica
PPGEOG	Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFSJ - MG
UFLA	Universidade Federal de Lavras - MG
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais - MG
UFSJ	Universidade Federal de São João del-Rei – MG
WSA	Agregados estáveis à água
IGC-UFMG	Instituto de Geociências da Universidade Federal de MG. - UFMG
TPI	Terra Preta de Índio
TPA	Terra Preta Arqueológica
Al	Alumínio
Mn	Manganês
Mg	Magnésio
Na	Sódio
Ca	Cálcio
Zn	Zinco
B	Boro
S	Enxofre
Cu	Cobre
CTPC	Capacidade de troca Catiônica
HA	Horizonte A (A ao C)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – IMPORTÂNCIA DA CONCEITUAÇÃO DOS TEMAS	16
2.1 MICROMORFOLOGIA DE SOLOS	16
2.1.1 APLICAÇÕES DA MICROMORFOLOGIA AO ESTUDO DE SOLOS	20
2.2. IMPORTÂNCIA DA MICROMORFOLOGIA.	21
2.3 RELAÇÕES E DEFINIÇÕES DOS TERMOS PEDOLOGIA, GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, ARQUEOLOGIA, ARQUEOMETRIA, GEOARQUEOLOGIA E ESTRATIGRAFIA.	22
2.4. SOLO	29
2.4.1. CONCEITO DE SOLO	29
2.4.2. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES IMPORTANTES DOS SOLOS.	31
2.4.2.1 – A COR DO SOLO	31
2.4.2.2. TEXTURA	31
2.4.2.3. ESTRUTURA	32
2.4.2.4. CEROSIDADE	33
2.4.2.5. CONSISTÊNCIA	33
2.4.2.6. POROSIDADE	34
2.4.3. CLASSE DO SOLO	34
2.4.3.1. CAMBISSOLO:	34
2.4.3.2 LATOSSOLO	35
2.5. CERÂMICAS E ARTEFATOS	37
2.5.1. CONCEITO	37
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA.	39
3.1. CONCEITOS E FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO.	39
3.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – PEDOLÓGICAS, GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS	39
3.1.2. CLIMA	40
3.1.3. PAISAGEM	43
3.1.4. RELEVO	44
3.1.5. COBERTURA VEGETAL	46
3.1.6. BACIA HIDROGRÁFICA	47
3.1.7. OCUPAÇÃO HUMANA DA ÁREA HOJE	49
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.	50
4.1. EXECUÇÃO DOS PROCEDIMENTOS.	50
5. RESULTADOS	51
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
7. REFERÊNCIAS	111
8. ANEXOS	121

1 INTRODUÇÃO

Estudos da interpretação da paisagem em sítios arqueológicos procuram decifrar e entender o passado dos povos que ali viveram e isso traduz a imprescindível importância e necessidade de buscar tais informações e ligações que poderão permitir melhor entendimento de nossas origens, auxiliando e sendo suporte à compreensão e representatividade em relação às formas viventes no local.

Embora o ambiente pareça intacto, os depósitos sedimentares, restos de fauna, flora, vestígios cerâmicos, dentre outros, são indicadores de que nossos ancestrais deixaram muitos rastros de suas presenças e cabe a nós pesquisar sobre a vida e evolução da espécie humana que está totalmente conectada, dependente e subordinada à natureza.

Devido às inúmeras mudanças na natureza no decorrer das eras, especialmente devido à presença do homem, é necessário o aumento de pesquisas visando orientar a utilização e preservação dessas áreas.

Em busca de conhecimento e da necessidade de entender nosso passado e ancestrais, é importante fazer por várias vezes e momentos conexões e destaques sobre importantes conceitos e acontecimentos esclarecedores.

Diante do potencial incomensurável dos sítios arqueológicos, análises preliminares são atividades urgentes para maior entendimento e conhecimento dos amplos significados da natureza geográfica, histórica, arqueológica e antropológica. Somente assim, haverá possibilidade de conscientização da importância cultural de décadas em que o ser humano esteve envolto em outro plano mental, em uma organização distinta, instituindo nova forma de conexão com o universo (RESENDE et al. 2019).

Nesta pesquisa, será despendida uma grande evidência sobre as questões pedológicas que cercam a região, uma vez que, no local, esse estudo é essencial para a interpretação arqueológica, especialmente, referente aos mecanismos de coluvionamento e formação dos solos (ROCHA, 2004).

Esta pesquisa é realizada no sítio localizado no município de Lagoa Dourada, em Minas Gerais, região localizada no Campo das Vertentes, na região geográfica intermediária Barbacena e região geográfica imediata São João del-Rei. O distrito conhecido como “Arame”, localizado a cerca de doze quilômetros de Lagoa Dourada,

de acordo com suas especificidades, contém vestígios de cerâmica, materiais líticos, entre outros (IBGE, 2023; SALES, 2022).

Voltando no tempo, no decorrer do quaternário, inúmeras oscilações ocorreram no planeta proporcionando a atual definição da paisagem. A região é definida por ocupações resultantes da ação do homem, como várias estradas, plantio intensivo de cultura de forrageiras, não permitindo recomposição, de vegetação não oriunda da região, lixo e esgoto. Isso tem revelado a insensatez do ser humano e se tornado cada vez mais visível e preocupante (ROCHA, 2004).

Entretanto, como a área já foi foco de análise e pesquisas, existe a perspectiva de conexão entre dados já pesquisados e assim, busca-se a correspondência e o imprescindível entendimento do pretérito, a necessidade de remontar a história dos povos pré-coloniais e com isso verificar como ocorreu nosso processo de organização social e, daí em diante traçar a evolução e interpretar a paisagem contemporânea.

A partir do relato acima o objetivo deste trabalho consiste em:

1. Entender a organização micromorfológica dos perfis de solos do sítio arqueológico;
2. Analisar os solos física e quimicamente;
3. Descrever as cerâmicas encontradas no sítio.

A necessidade e importância de conhecer e saber como os povos originários utilizaram lugares na paisagem para atividades e utilidades diversas e a necessidade de reconhecer que tais eventos variam em lugares determinados, no decorrer do tempo são bastante percebidos e observados, sendo que é importante analisar que a mudança das paisagens é na maioria das vezes, subestimada (WATERS; KUEHN, 1996).

Assim, a importância do trabalho se dá devido à necessidade de remontar a história dos povos originários e com isso verificar como ocorreu nosso processo de organização social atualmente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – IMPORTÂNCIA DA CONCEITUAÇÃO DOS TEMAS

2.1 MICROMORFOLOGIA DE SOLOS

Na concepção mais sucinta, a micromorfologia do solo é o:

Estudo microscópico das características morfológicas do solo com auxílio de instrumentos óticos, se constituindo numa extensão das observações e descrições do perfil do solo. Os instrumentos óticos são a lupa simples de mão (aumentos de 10-30 vezes), o microscópio petrográfico (aumentos de até 10^3 vezes) e o microscópio eletrônico (aumentos de até 10^5 vezes). Este último examina as partículas dispersas de colóides do solo, enquanto os estudos micromorfológicos comumente são realizados com microscópio petrográfico em amostras indeformadas de solo impregnadas com resinas especiais, sob a forma de lâminas petrográficas (0,3mm de espessura). Na descrição da micromorfologia do solo é empregada uma terminologia apropriada (CURI et al., 1993, p. 56).

A micromorfologia de solos é um processo que investiga e estuda “amostras indeformadas de solos e regolitos (estes entendidos como material de alteração das rochas pelo intemperismo e pedogênese)”, com ajuda de “microscópio óptico polarizante e técnicas ultramicroscópicas,” visando a identificação dos distintos “constituintes” e definir suas “inter-relações no espaço e no tempo, expressas como microestruturas”, interligando a “Ciência do solo” com inúmeras interdisciplinaridades possíveis, Castro e Cooper, 2019, p. 27.

Ainda de acordo com Castro e Cooper, 2019, há propostas de outros autores para que as pesquisas micromorfológicas sejam divididas como “o estudo da composição dos constituintes” e “o estudo da sua fábrica ou arranjo”. É aceita como uma “técnica morfoanalítica” imprescindível para as pesquisas de “pedogênese”, e pode também ser usada para “analisar outros materiais terrosos naturais ou artificiais, com aplicações possíveis em outras áreas do conhecimento”. Na técnica de análise microscópica, os componentes sólidos são reconhecidos por suas características ópticas, aceitando também a aplicação de reagentes complementares na sua análise (CASTRO, 2008).

A micromorfologia é um método de observação que, isolado, não resolve todas as indagações e questionamentos sugeridos numa pesquisa pedológica e, assim, não isenta das respostas alcançadas pelo uso de outros métodos (CASTRO, 2008).

Os quatro pontos mais importantes nessa técnica, são:

- “1º A lâmina contém uma porção minúscula de um material de dimensão espacial muito maior, o que condiciona a utilidade da análise a uma amostragem criteriosa do que se pretende investigar;
- 2º Para que possam ter utilidade no esclarecimento das controvérsias pedológicas, o material amostrado deve estar com sua estrutura preservada, ou seja, não deformado, além de corretamente situado quanto à sua orientação, profundidade, plano de coleta etc.;
- 3º Ao se trabalhar sobre lâminas delgadas, ou seja, sobre seções polidas, se está trabalhando bidimensionalmente, o que dificulta realizar cálculos volumétricos;
- 4º O limite de resolução do microscópio óptico impõe restrições às observações de constituintes muito finos” (CASTRO, 2008, p. 3-4).

É fundamental informar que a pesquisa pedológica se inicia com o estudo do perfil de solo, ou seja, um corte vertical em profundidade de uma denominada cobertura pedológica, que exhibe seus variados horizontes até a rocha não modificada. Analisa o perfil do solo verticalmente, como consequência da movimentação da matéria – acrescentando, normalmente, perdas e adições – e pedoturbações, que motivam a composição dos horizontes do solo, cuja estrutura não se identifica mais com a rocha intacta, ou modificada, em que aconteceram somente mudanças mineralógicas, como por exemplo, as pseudomorfoses e neoformações (CASTRO, 2008).

A micromorfologia de solos dedica-se, portanto, ao estudo das organizações microscópicas, também denominadas micro organizações pedológicas, ou microestruturas (CASTRO, 2008). Assim, os objetivos principais da micromorfologia de solos são, resumidamente:

- “1º Identificar os constituintes dos solos nas diferentes frações;
- 2º Definir as relações existentes entre os constituintes (tipos de organização, hierarquia e cronologia das organizações);
- 3º Formular hipóteses ou demonstrações acerca da dinâmica genética e evolutiva dos solos, na tentativa de esclarecer as controvérsias sobre sua origem, evolução e comportamento (CASTRO 2008).

É relevante perceber que, em uma cobertura pedológica, aparecem sistemas pedológicos com distintos horizontes que se sobrepõem, justapõem ou superimpõem, e que podem ser distinguidos em campo a partir da abertura dos perfis de solo na forma de disposição dos horizontes, na lateral, do topo até a base de uma região entre cursos d'água adjacentes fluindo na mesma direção, ou seja, um interflúvio. Cada um dos horizontes é constituído pela união de vários que, se cortados e colados nas lâminas, possibilitam distinguir a disposição dos componentes, como por exemplo, as frações areia e silte (esqueleto), fração argila (plasma) e os poros, que formam o fundo

matricial. Ao investigar mais detalhadamente o estudo de tais componentes, podem-se ressaltar alguns, como o plasma (CASTRO, 2008).

A cobertura pedológica pode conter, por meio de seus atributos físicos, químicos, mineralógicos e morfológicos (tanto macro quanto micro), importantes registros da evolução da paisagem e, por isso, deve ser objeto de investigação integrada ao relevo, à cobertura vegetal, às características e condicionantes climáticos e, da mesma maneira, ao contexto geológico da área de estudo (MACHADO et al., 2015, p. 13).

A micromorfologia destinada aos trabalhos de modificações, apesar de executar os mesmos níveis de grandeza da micromorfologia de solos, engloba mais o estudo definido das formas de alteração e transformações dos minerais primários (pseudomorfoses, epigenia, estágios de alteração, graus de mineralogênese etc.) e, com constância, o estudo de depósitos supérgenos, de interesse para a metalogenia (CASTRO, 2008).

A micromorfologia estuda os componentes de solos, sedimentos e suas relações (tipos de organizações, hierarquias entre componentes e cronologia das organizações) para reconhecer os métodos responsáveis pela sua constituição e transformação, bem como para instruir algumas de suas especificidades. Prepara componentes e organizações na ordem de medida dos mm, μm e discorre sobre um método de laboratório entre as análises físicas, químicas e mineralógicas, que não pode desligar-se da pesquisa de campo anteriormente (VILLAGRAN, 2009).

Na micromorfologia, a microestrutura na maioria das vezes, não é expandida e pode proporcionar arranjo de vazios; estruturas granulares ou em blocos que são definidos a poucas unidades da parte superior da estratificação e são manifestadas delicadamente. A porosidade é, normalmente, elevada e refletida especialmente por vazios referentes à ação biológica: canais, câmaras e cavidades prevalecem na parte superior do depósito, ao passo que vazios de empacotamento são constantes no Al complexo (ANGELUCCI, 2003).

A micromorfologia do solo, para Holliday (2009), é um método criado em pedologia no século XX, divulgado para pesquisa de solos, que se reporta à análise microscópica do mesmo e sedimentos não alterados.

Para Morley (2017), a micromorfologia (análise micro estratigráfica), pode prover informações imprescindíveis referente às histórias deposicionais e pós-

deposicionais de uma localidade, que de outra maneira não seriam visualizados em uma análise de campo (macroscópica) da estratigrafia do local.

De acordo com Wilkinson (2005), a ocupação e presença da atividade humana em determinada área e época podem contribuir para as instabilidades, alterações que são encontradas na micromorfologia do solo.

Segundo Goldberg (2018), é essencial lembrar que a micromorfologia não se restringe apenas a uma ferramenta necessária, mas deve ser concebida como primordial fonte de proteção analítica, instrumento inicial para apenas visualizar e entender o que consta na amostra. Deve dar suporte como um guia para determinar quais outras ferramentas analíticas podem ser utilizadas – e quais não devem – antes de se destinar ao trabalho e às despesas de executá-las.

2.1.1 APLICAÇÕES DA MICROMORFOLOGIA AO ESTUDO DE SOLOS

Até metade da década de 80 do século passado, a micromorfologia dos solos era quase restrita ao estudo da pedogênese. Mas outras aplicações acrescentaram-se, tais como: na engenharia civil/geotecnia e na arqueologia. Já em 1997, foi feita uma revisão enfatizando a agronomia com ênfase no seu emprego em “estudos de processos físicos, biológicos e de funcionamento dos solos resultantes do uso e manejo” assim como em relação “à estabilidade estrutural e funcionamento ecológico e hídrico”. Já em estudos de 2003, por exemplo, os autores descrevem as aplicações da micromorfologia dos solos para: ciências agrárias; arqueologia; engenharia civil (geotecnia); pedologia; paleopedologia, paleoclimatologia e paleogeografia; geologia, estudos do quaternário e geomorfologia; biologia do solo; e, geografia física, CASTRO e COOPER, 2019, p. 35.

Diante de inúmeras probabilidades, a micromorfologia de solos possibilita qualificar as organizações pedológicas com o objetivo de especificar e classificar horizontes ou perfis de solo, mensurar seus níveis de evolução e grau de equilíbrio, principalmente relacionados ao uso e controle a que se objetivam (CASTRO, 2008).

A micromorfologia dos solos procura entender a formação estrutural dos componentes dos solos iniciando com a “análise de suas microestruturas, as quais contemplam minerais primários e secundários, material orgânico e poros”; juntamente com tais buscas, as pesquisas de averiguação “geomorfológica a partir da escala de análise da micromorfologia” dos materiais, ainda discretos, com o decorrer dos tempos

estão apresentando melhores resultados (SIMÕES et al., 2020, p. 383). Isso, devido ao crescente uso das geotecnologias, infinitos e diversos instrumentos de “geoprocessamento e o emprego cada vez mais elaborado de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs”, que são mecanismos de apoio imprescindíveis (CARVALHO JÚNIOR et al., 2022, p. 1042).

A análise específica dos componentes permite identificar filiações litológicas e/ou pedogenéticas entre os componentes, os procedimentos e mecanismos a elas vinculados (alteração, pedogênese e morfogênese), suas ocorrências, fases e período relativo, incluindo o reconhecimento de paleossolos, admitindo também apartar de solos enterrados atuais (CASTRO, 2008).

As especificidades dos arranjos e componentes encontrados nas amostras proporcionam embasamento hábil para o reconhecimento, descrição e prognóstico do comportamento e funcionamento do solo, de acordo com seu uso (CASTRO, 2008).

2.2. IMPORTÂNCIA DA MICROMORFOLOGIA.

A micromorfologia, estudo microscópico das características morfológicas do solo, com auxílio de instrumentos óticos, vem sendo empregada especialmente para revelar a maneira de estruturação do solo, cujos mecanismos usados podem ser via observações e trabalho em campo, resultados de análises em laboratório e de estudos experimentais (CURI, 1993; STOOPS et al. 2018).

Para a classificação genética de solos, a micromorfologia era imprescindível para diferenciar tipos de solo como franco marrom e terra vermelha ou camadas de húmus (STOOPS et al. 2018).

Ainda para este autor, atualmente, nos sistemas de classificação dos solos, consideram-se aspectos micromorfológicos como parâmetros fundamentais para reconhecer, de maneira limitada, alguns horizontes.

Para Stoops et al. (2018), em relação às contribuições da micromorfologia, no campo do solo e manejo da terra, tais ações acontecem de forma indireta. Ou seja, ao fornecer um entendimento ideal dos procedimentos no solo, a micromorfologia ajuda no aperfeiçoamento ou na seleção de boas aplicações de manejo.

Um dos objetivos da micromorfologia de solos, é “identificar os constituintes dos solos nas diferentes frações e composições, sejam orgânicas (*mull*, *mor*, *moder*) e, ou, inorgânicas (minerais primários e secundários, oxi-hidróxidos, amorfos e outros)”.

Assim como, determinar as conexões presentes “entre os constituintes”, processando espécies de “organização, hierarquia e cronologia entre eles”, visando a identificação de normas “espaciais resultantes”. Outro objetivo importante, da micromorfologia - dentre os demais - é referente à formulação de “hipóteses ou demonstrações sobre a dinâmica genético-evolutiva dos solos”, visando explicar “controvérsias sobre sua origem”, assim como inferir “seu comportamento e funcionamento pretéritos e, ou, atuais”, CASTRO e COOPER, 2019, p. 33-34.

2.3 RELAÇÕES E DEFINIÇÕES DOS TERMOS PEDOLOGIA, GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, ARQUEOLOGIA, ARQUEOMETRIA, GEOARQUEOLOGIA E ESTRATIGRAFIA.

O entendimento da natureza só é alcançado pela percepção de sua forma anatômica e da sua fisiologia (ou funcionamento). A natureza é composta por um mecanismo extremamente ativo, onde qualquer mudança parcial prejudica o todo. Portanto, tornam-se imprescindíveis todas as informações em diversas escalas espaciais e temporais, que podem ser conseguidas por fontes multi e, especialmente, interdisciplinares em prol do meio ambiente (SUGUIO, 2010).

Devido às alterações climáticas, estão acontecendo inúmeras mudanças na natureza. As pessoas estão em alerta, se sentindo inseguras, acreditam que o ambiente “deveria ser” inabalável. As mudanças podem causar medo. Acreditam que jamais houve tais situações de insegurança antes e são incapazes de imaginar como podemos enfrentar tais acontecimentos (WILSON, 2011).

Tal situação é compreensível, uma vez que o conhecimento dos seres humanos sobre o universo é pautado em suas vivências e a somatória de um pouco de aprendizado com o decorrer da vida. Nosso aprendizado é pouco, desinteressado muitas vezes, não ultrapassando uma vida e acrescentando-se a isso, apenas relatos de experiências de familiares. A possibilidade concedida pela evolução, também não é ampla (WILSON, 2011).

A história, que sobrevive de registros com provas, é bastante limitada, podemos dizer que bem poucos milhares de anos e ainda assim, bem inclusa. Às vezes, conseguimos apenas alguns dados e não a visão de todo o contexto. Ademais, se pretendermos compreender o ambiente, os registros históricos estão propensos a se concentrarem nas particularidades incorretas. Eles evidenciam realidades e valores

de parte da história de pequeno grupo. Precisamos de grandes esforços para coletar dados relativos ao meio que deu origem a tais documentos (WILSON, 2011).

A história, acontecida ainda em tempos atuais, o que causa incômodos, já que o ambiente era inabalável e os poucos registros obtidos não relatam verdade para a interpretação autêntica do ambiente. Como é do conhecimento dos profissionais atuantes nesta área, o clima e o meio ambiente são variáveis, ou seja, as mudanças são a fórmula mais exata (WILSON, 2011).

Quanto aos termos e relações, a Pedologia, para Curi et al., é entendida em três definições:

“(1) Parte da ciência do solo que trata da origem, morfologia, distribuição, mapeamento e classificação dos solos. (2) Sinônimo de Ciência do Solo. (3) Estudo do solo no seu habitat”, (CURI et al., 1993, p. 62).

A Geologia é a ciência que estuda e pesquisa o planeta Terra e, portanto, nos relata como o clima e os ambientes transformaram-se no decorrer do tempo, mas não como tais alterações prejudicaram os seres vivos e nem como as vidas opuseram-se a estas mudanças (WILSON, 2011).

Em relação à Geomorfologia, para um melhor entendimento, destaca-se que é a “Ciência que estuda a evolução da superfície da terra. A ciência das paisagens. O exame sistemático das paisagens e sua interpretação como registros da história geológica” (CURI et al., 1993, p. 40). A geomorfologia é acatada como a ciência que pretende relatar e traduzir o relevo terrestre, continental e submarino (FUCKS, 2017).

Já a relação do quaternário com a geomorfologia acontece devido ao fato de que a maioria dos relevos terrestres possuem idade quaternária, além das rochas que constituem as paisagens, onde o intervalo de tempo de 2,8 Ma permite inúmeras alterações, especialmente nas partes superiores, como por exemplo intempéries e/ou erosões. Em função destes processos de transformação na superfície terrestre, acontecem as seguintes subdivisões: endógena (resultantes de forças internas, de dentro da Terra, onde pressão e temperatura, são extremamente elevadas), exógena (se dá na superfície da Terra, causando dois outros fatores: degradação e agregação) e cósmica (gerada pelo impacto de meteoritos na superfície da Terra) (FUCKS, 2017).

Ultimamente aconteceu um grande envolvimento das Ciências da Terra na Arqueologia, dando origem especialmente à hoje conhecida Geoarqueologia. Mas não aconteceu uma definição clara para esse assunto e com isso, grande indício de métodos e abordagens são inseridos na literatura (CANTI; HUISMAN, 2015).

No Brasil, as pesquisas pioneiras iniciaram-se no final do século XIX, mas ganharam repercussão somente a partir de 1973, com participação das Missões Franco Brasileiras, nos Estados de Minas Gerais e Piauí, posteriormente em Goiás, Mato Grosso e áreas nordestinas. Minas Gerais tornou-se o “berço” arqueológico e da paleontologia brasileira (SALES, 2022).

A arqueologia amplia o entendimento das ações do ser humano nas épocas distintas, ultrapassando o marco dos acontecimentos. Ela busca, recorre dos indícios materiais destes mecanismos para reedificar condutas e conhecimentos anteriores. Porém, ainda que os arqueólogos em geral sejam conscientes da imprescindível importância de expor seus achados voltados ao contexto ambiental, seu objetivo é a cultura e a mudança cultural, não o meio ambiente e as alterações ambientais. A Geologia, por sua vez, investiga o planeta Terra e, conseqüentemente, nos relata aspectos sobre mudanças do clima e ambientes no decorrer das épocas, mas não como tais alterações interferem na vida dos seres humanos e como eles se opõem a tais mudanças. A geoarqueologia completa o vácuo e explora a conduta humana em sua relação ambiental, no fluir da existência humana. Assim, percebemos que vivemos e habitamos inúmeras e imprescindíveis alterações climáticas e ambientais, algumas céleres. Somos responsáveis por algumas, investigamos e padecemos com outras. Precisamos nos interessar pela realidade, fazer e ser parte, mesmo que, anteriormente, já tenhamos nos deparado com situações de insegurança. O importante é a determinação em nos adequar (WILSON, 2011).

A geoarqueologia pode ser entendida como o emprego de métodos geológicos para responder indagações arqueológicas. Há quem possa interpretar como conceito incompleto, podendo transparecer pertencimento ou simplesmente, um agrupamento de mecanismos, sem autonomia, ausência de metodologia particular, sem indagações a serem contextualizadas. Atualmente, a arqueologia está se expandindo, tornando-se multidisciplinar, mas própria, porém, levando consigo fundamentos tanto de geólogos quanto de arqueólogos. Os geoarqueólogos interpretam o universo natural em relação à maneira pela qual os homens, no pretérito, atuaram com ele (WILSON, 2011).

Os dados geoarqueológicos são importantes para a interpretação da história de ocupação e pós-ocupação dos sítios e para o entendimento da configuração regional durante a ocupação paleoindígena da área. Além disso, uma compreensão da história

geomórfica do final do quaternário poderia ajudar futuras pesquisas arqueológicas (HOLLIDAY, 1987).

Quanto ao processo de formação de sítios x sedimentos de cavernas, percebe-se que uma forma diferente de preenchimento das cavernas tornou-se motivo de inúmeras pesquisas, especialmente abrangendo micromorfologia e espectroscopia FTIR, ocasionado especialmente pela redução de água, sedimentos com alterações a partir de resíduos biológicos e várias vezes estratificados (CANTI; HUISMAN, 2015).

A Geoarqueologia tem sua origem alicerçada no início da própria arqueologia. A Geoarqueologia é considerada desenvolvida a partir da década de 1960, como parte da crescente percepção de que os dados e perspectivas das ciências deveriam ser incorporados de forma mais organizada dentro da arqueologia (WILSON, 2011).

Somando-se aos demais conceitos, descreve-se:

Arqueometria é o ramo de pesquisa interdisciplinar que emprega métodos científicos (técnicas de caracterização e análise) ao estudo do patrimônio cultural e arqueologia, permitindo obter informações sobre o desenvolvimento humano (CURADO, 2012, p. 21).

De acordo com Curado, um dos tópicos destacados pela arqueometria é a pesquisa cerâmica: “Por ser um dos materiais mais instáveis e abundantes, a cerâmica tornou-se uma das principais fontes de informações do contexto histórico e arqueológico de diferentes civilizações” (CURADO, 2012, p. 21).

A exibição e evidência da disseminação de tais objetos de origem indígena são inspecionados por métodos geomórficos variando com respostas em horas (respingos de chuva, lavagem de lençóis) ou técnicas que duram milhares de anos como sedimentação, leque aluvial e entalhe no fundo do vale). Tais métodos também indicam se os objetos são ou não protegidos nas paisagens atuais e/ou obsoletas, qual período eles perduram e ainda, quais porções do registro material dos objetos indígenas se transformam em frações do registro arqueológico em local e período que serão protegidos futuramente. A ordem e data da modificação da paisagem é imprescindível perante investigações de artefatos e a datação na tradução do registro arqueológico da iniciativa de pesquisadores do pretérito (FANNING, 2008).

Em relação às cavernas: cada uma é única; encontram-se informações de diversas cavernas em vários ambientes confirmando que os processos nesses ambientes são comuns (CANTI; HUISMAN, 2015). O estudo de diagênese em

cavernas a partir do FTIR contribuiu com o descobrimento de vários minerais, inclusive espécies mais solúveis e raras, englobando ainda outros aspectos químicos e morfológicos imprescindíveis ao preenchimento das cavernas, destacando que as cinzas arqueológicas podem refletir uma combinação envolvendo matéria vegetal original, insumos atmosféricos e geológicos (CANTI; HUISMAN, 2015).

Quanto à formação dos sítios, de acordo com a metodologia, interpretação, distinções mineralógicas, combinação de informações e métodos, mostram vários acontecimentos como “enterro, recristalização de cinzas, FTIR refinado de argilas, uso de lareira e queima” (CANTI; HUISMAN, 2015).

Já o uso de produtos do fogo é origem do desenvolvimento de grupos humanos e é responsável por inúmeras atividades, desde as mais básicas e primárias, até produções industriais em grandes escalas. Consequentemente, a queima está inserida nos métodos de formação de sítios, porém, com alguns aspectos, ainda, a serem esclarecidos (CANTI; HUISMAN, 2015).

Como demais produtos do fogo, temos o carvão vegetal (que apresenta elevada fonte de sobrevivência) e depósitos de fitólitos (queima de plantas monocotiledôneas que produzem cinzas denominadas fitólitos de sílica, mas nem todas são resultantes do fogo) (CANTI; HUISMAN, 2015).

Várias interpretações de geoarqueologia possibilitam aumento do nosso entendimento sobre as ligações entre grupos humanos e ambiente nos locais com predominância fluvial, costeira e coluvial. Tal explicação na maioria das vezes não é clara devido aos modelos de literaturas já definidas (BROWN, 2008).

Desde os anos 80, a arqueologia expandiu em duas definições importantes: “(a) levantamento e representação da paisagem, incluindo Ciência da Informação Geográfica (GIS), e (b) reconstrução (paleo) ambiental, particularmente em áreas temperadas e semiáridas” (BROWN, 2008, p. 279).

Ultimamente, as pesquisas do pólen contribuem para avaliar mapas de vegetação pretérita em escalas diversas e associadas a pesquisas arqueológicas. Apesar das inconveniências do método do pólen (problemas de precisão taxonômica, preservação e produtividade e transporte diferenciais), sua vasta utilidade incluindo sedimentos e paisagens, simultaneamente aos progressos metodológicos, sustentou sua prática, mas atualmente apenas como proxies ambientais inorgânicos e orgânicos (BROWN, 2008).

Um exame imprescindível da reedificação da paisagem com o uso das técnicas do pólen e dos sedimentos (especialmente a mineralogia) foi produzido pelo "perfil ambiental" forense na Grã-Bretanha na década de 1990, onde amostras de uma localidade são harmonizadas e evidenciam cenários. Tal método ajuda a esclarecer situações de ordem e segurança pública. A abordagem forense também é aplicada usando restos biológicos e mineralogia (BROWN, 2008).

A estratigrafia é a área da geologia que “estuda a formação, composição, sequência e correlação de rochas estratificadas”; sua finalidade é indicar “a idade relativa das camadas, isto é, estudar a sucessão das camadas e as lacunas ou os hiatos existentes” (CURI et al., 1993, p. 34).

De acordo com a definição de outro autor, temos:

A Estratigrafia é o ramo que estuda a sucessão e a idade das rochas e todos os seus caracteres, propriedades, atributos e paleoambientes. Pode ser estudada sob dois enfoques: o litoestratigráfico e o de sequências deposicionais. A Estratigrafia de Sequências, estuda-se uma sucessão de estratos limitada, na base e no topo, por discordâncias, por não deposição ou por suas conformidades correlatas, o que corresponde a uma sequência deposicional. Essa é, portanto, uma unidade constituída por uma sucessão relativamente concordante de estratos relacionados geneticamente. Entre os diversos métodos de averiguação arqueológica, está o estratigráfico, por meio do qual se promove o cuidadoso desaterramento da sucessão de camadas que constitui o sítio investigado (NOWATZKI, 2019, p. 7).

A estratigrafia revela, delimita e contextualiza artefatos e disponibiliza dados essenciais para representações e explorações arqueológicas (BROWN, 2008). Os princípios da estratigrafia arqueológica relatam que é a ciência que permite que os sítios arqueológicos possam ser entendidos e adaptados em diversos lugares, (HARRIS, 1991).

A configuração da estratificação de um sítio arqueológico origina do meio histórico e cultural em que surgiu. O conceito histórico e cultural específico da estratificação arqueológica é traduzido pelos processos arqueológicos gerais e por comparação com dados de várias outras origens, como por exemplo, pesquisas ambientais ou históricas. Com dados de estudos estratigráficos, historiadores, antropólogos e demais estudiosos interessados poderão ampliar a definição de um sítio já delimitado pelo arqueólogo. A origem da estratigrafia arqueológica, apesar de não apresentar significância nas interpretações, é o que sustenta as disposições físicas da estratigrafia arqueológica e possibilita ao arqueólogo definir a ordem cronológica em que surgiu a estratigrafia (HARRIS, 1991).

Ainda para Harris (1991), esses fundamentos são cabíveis em depósitos onde a estratificação é consequência de ações do homem. A atribuição de sítios arqueológicos constituídos por “estratificação natural ou geológica (nos quais se encontram artefatos ou restos humanos) é regida pelos princípios da estratigrafia geológica” (HARRIS, 1991, p. 12). Alguns arqueólogos admitem que os conhecimentos geológicos são apropriados para pesquisas de sítios arqueológicos com estratificação antrópica e resguardam uma reiteração a tais princípios.

Com o surgimento dos grupos humanos na Terra, aconteceu uma mudança no método de estratificação que acontecia naturalmente, resultando em: 1) os seres humanos começaram a produzir artigos incompatíveis com os mecanismos de transformação orgânica via seleção natural; 2) Os grupos humanos passaram a ter consciência, escolher e demarcar áreas especiais de uso da superfície da Terra; 3) os indivíduos deram início às atividades de escavação, por escolha cultural e não indistintamente, o que gerou transformações no registro estratigráfico incompatíveis com a geologia (HARRIS, 1991).

Com tal mudança, ficou definido o marco entre estratigrafia arqueológica e geológica, isto é, o cultural do natural. As peças arqueológicas, opostas às espécies vivas, não apresentam modelo de vida definido; logo, geram dúvidas entre evidências geológicas de evolução e alterações percebidas em excedentes fósseis estratificados. Um dos maiores aprendizados para a humanidade foi aprender a escavar e produzir instrumentos, permitindo com que cada um descobrisse sua maneira de escavar e assim realizar diversas finalidades, como abrir buracos e trincheiras e/ou produzir materiais para construções. Ao passo que as diversas comunidades evoluíam de uma fase de aprendizado à outra, que os itinerantes fixavam moradia, a cada evolução material conquistada pelo homem aconteceu uma elevação natural “da densidade e complexidade dos depósitos estratigráficos em contextos arqueológicos” (HARRIS, 1991, p. 13).

Definitivamente, a escavação estratigráfica proporciona privilégios relevantes sobre a prospecção GPR referente ao conhecimento obtido, tais como: “cronologia relativa e absoluta de estruturas, tipologia e observação direta de técnicas de construção e revestimentos”. Tal gestão de “dados tridimensionais e multicamadas” permitiu maior flexibilização operacional recorrendo de mecanismos, como a modelagem 3D, não apenas para visualização, mas especialmente integrando o sistema de interpretação (RONCHI et al. 2023, p. 21)

2.4. SOLO

2.4.1. CONCEITO DE SOLO

O solo é classificado como um conjunto de corpos naturais, formados por porções sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicas, constituídos por componentes materiais e minerais orgânicos, que preenchem a grande parte da superfície do planeta Terra. Possuem matéria viva, podem desenvolver-se na natureza, onde se encontram. Eventualmente, podem sofrer alterações devido às atividades e interferências dos grupos humanos (ROCHA, 2004).

As metodologias usadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação ponderam que os solos, quando observados no início da superfície constituem-se de segmentos aproximadamente paralelos, intitulados como horizontes ou camadas – que diferenciam do material fonte, essência, como em decorrência de acréscimos, perdas, translocações e alterações de energia e matéria, possibilitando e contribuindo com o crescimento e o processo radicular vegetal, em ambiente originário. As transformações pedológicas, cujos materiais do solo são beneficiados, evidenciam comparação com o substrato rochoso ou seu resíduo pouco modificado, demonstrando separação pedológica em associação ao original (ROCHA, 2004).

O solo é definido também como uma mistura de minerais, matéria orgânica, gases, líquidos e vários organismos que unidos mantêm a vida no planeta. O solo se desenvolve diariamente com ajuda dos processos físicos, químicos e biológicos, como por exemplo intemperismo associado a erosão (AFRIN, 2017).

Para outro autor, temos duas outras definições:

- (1) “Material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como um meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres.
- (2) Matéria mineral não consolidada, na superfície da terra, que foi sujeita e influenciada por fatores genéticos e ambientais do material de origem, clima (incluindo efeitos de umidade e temperatura), macro e micro-organismos, e topografia, todos atuando durante um período e produzindo um produto-solo, o qual difere do material do qual ele é derivado em muitas propriedades e características físicas, químicas, mineralógicas, biológicas e morfológicas” (CURI et al., 1993, p. 74).

De acordo com a ciência do solo, merecem destaque conceitos que possibilitam seu entendimento, com as seguintes observações, segundo as quais o solo é:

- a) “Meio natural para desenvolvimento de plantas. Mas as plantas também se desenvolvem em outros meios que não são propriamente solos; qual

a profundidade mínima para que esse meio natural seja considerado solo?

- b) Produto de alteração das rochas. Neste caso, questiona-se qual o limite utilizado para que uma rocha intemperizada se torne solo. Caso se tratasse de um depósito de materiais orgânicos, deixaria de ser solo?
- c) Corpos naturais independentes constituídos de materiais e minerais e orgânicos, organizados em camadas e, ou, horizontes resultantes da ação de fatores de formação, com destaque para a ação biológica e climática sobre um determinado material de origem (rocha, sedimentos orgânicos etc.) e numa determinada condição de relevo, através do tempo” (SANTOS, 2005, p. 1).

O solo é um corpo natural da superfície da Terra, composto por partículas de estruturas minerais e orgânicos derivados das relações dos elementos de formação: clima, organismos vivos, material de origem, relevo e tempo (MEURER, 2010).

O entendimento do conceito de solo depende do nível de conhecimento, entendimento de quem fará uso e análise. Ou seja, visto por um engenheiro de minas, o solo é apenas um detrito que protege minerais e rochas e que deve ser retirado. Para um geólogo, é instrumento de estudo da origem, formação e das inúmeras alterações da terra e da transformação. Já para um produtor rural, o solo constitui a base para a vida, a fonte de produção, a origem do alimento diário (MEURER, 2010).

Ainda de acordo com o autor:

O solo é formado por uma fase sólida (minerais e material orgânico) e por uma fase porosa. A proporção destas fases varia de um solo para outro e, mesmo dentro do mesmo solo, de horizonte para horizonte. A fase sólida do solo é formada por material orgânico decomposto e partículas minerais de diferentes tamanhos (argila, silte e areia) que são agrupadas em agregados ou torrões, formando a estrutura do solo. A agregação das partículas permite a existência de espaços vazios no solo, denominados poros, que são preenchidos por água e ar (MEURER, 2010, p. 17).

Já a fase líquida é composta por água com adição de minerais e compostos orgânicos nela diluídos, compondo a solução do solo e fase gasosa, e preenche o espaço poroso do solo - especialmente, os macros poros – pelo ar do solo (MEURER, 2010).

Antes de alcançar o nível de ser pesquisado e estudado na configuração de uma ciência, com suas diversas especificidades, inúmeras vezes o solo foi pensado apenas como um singelo mecanismo de suporte às plantas, ou uma discreta fonte fornecedora de alimentos, ou ainda uma simples cobertura de intemperismo das rochas (ESPINDOLA, 2008).

O solo possibilita imprescindíveis aplicações e serviços ecossistêmicos, como por exemplo a produção de alimentos, retenção de água e sequestro de carbono orgânico. Sua estrutura física – que é a soma de várias interações físicas, químicas e biológicas – representa um importante papel nos mecanismos que auxiliam essas atividades. No entanto, o uso exagerado da terra sem respeitar boas práticas e técnicas de manejo ocasionam declínio na estrutura do solo, conduzindo a uma redução na produtividade e resultados prejudiciais à terra e todas as formas de vida, (REGELINK, 2015).

2.4.2. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES IMPORTANTES DOS SOLOS.

2.4.2.1 – A COR DO SOLO

A cor do solo é

uma das características morfológicas de mais fácil visualização e identificação nos solos. A partir da cor é possível fazer inferências quanto ao: conteúdo de matéria orgânica (MO) – em geral, quanto mais escura, maior o conteúdo de MO; tipificação de óxidos de ferro: hematita (cor vermelha); goethita (cor amarela); formas reduzidas de Fe (cores cinza); drenagem, em que cores neutras e acinzentadas indicam solos mal drenados (SANTOS et al. 2005, p. 12).

A cor do solo é demonstrada como um critério essencial para diagnosticar a subdivisão dos horizontes do solo desde o começo da pedologia e ainda é considerado um critério qualitativo. Por exemplo, um perfil de solo é fragmentado em horizontes conforme suas características de cor e até nos nossos dias atuais usa-se tal metodologia em estudos de campo. Não há como um pesquisador ignorar as diversas cores entre as camadas localizadas em um perfil de solo e não as analisar separadamente. Quanto à cor como parâmetro de diagnóstico, o pesquisador conta com a metodologia da comparação da cor de amostras usando a *Munsell Soil Color Charts*, cujas tabelas permitem a identificação das cores nas unidades de matiz (H), croma (C) e valor (V). Porém, a *Munsell Soil Color Charts* pode dificultar e tornar confusas as determinações das cores, uma vez que a mesma cor pode ser designada em diversas combinações (KIRILLOVA et al., 2017).

2.4.2.2. TEXTURA

A textura é a composição física de um material pedológico e um dos principais índices de qualidade e produtividade do solo em análise. Atua na dinâmica da adesão e coesão por meio das partículas do solo assim como o controle, que consequentemente induz a resistência do solo à tração bem como a dinâmica da água no solo. Pode ainda ser um determinante como fator ambiental, uma vez que tem domínio sobre os processos ecológicos, como por exemplo a ciclagem de nutrientes e troca de íons (CENTENO et al., 2017).

A textura é um conceito descrito desta forma:

Refere-se à proporção relativa das frações granulométricas – areia (a mais grosseira), silte e argila (a mais fina) – que compõem a massa do solo. No campo, a proporção dessas frações é estimada pelas sensações táteis. Para isso, uma amostra de terra é umedecida e trabalhada na mão até formar uma massa homogênea sem excesso de água. Esse material, passado entre o polegar e o indicador, pode dar a sensação de aspereza, sedosidade e pegajosidade, normalmente correlacionadas com as proporções de areia, silte e argila, respectivamente (SANTOS et al, 2005, p. 17-18).

2.4.2.3. ESTRUTURA

As partículas primárias que compõem o solo (argila, silte e areia) normalmente apresentam-se reunidas, construindo unidades maiores (agregados), concedendo ao solo a sua estrutura. Quando a massa do solo é harmônica e não apresenta estrutura fixa, diz-se que o solo é maciço. E com grãos simples, se a massa for solta (textura arenosa). Estas partículas, podem formar estruturas denominadas blocos angulares, subangulares, laminares e granulares (RESENDE et al., 2014). No solo estudado encontra-se a estrutura em blocos, podendo ser relacionada à intervenção antrópica.

Conceitua-se, também, como o arranjo dos fragmentos primários do solo (areia, silte e argila) em conformidades estruturais constituídas denominadas “agregados, separadas entre si pelas superfícies de fraqueza, ou apenas superpostas e sem conformação definida” (SANTOS et al., 2005, p. 21).

A estrutura do solo é determinada pelo tamanho, forma e características das partículas do solo, agregados e poros que variam na faixa de tamanhos entre nanômetros a centímetros, indicando que a estrutura do solo é um produto de diversas ordens de grandeza. Os agregados e os poros do solo são constituídos de forma hierárquica, significando que os micros agregados formam os blocos base de

construção para os macros agregados e essa construção é controlada por distintos fatores de agregação em cada escala de tamanho (REGELINK et al. 2015).

A teoria da hierarquia agregada, indica e permite:

quantificar a estrutura do solo nos vários níveis hierárquicos por uma combinação de (i) a distribuição de tamanho e estabilidade dos agregados e (ii) a distribuição de volume e tamanho dos poros. Os agregados e a porosidade do solo refletem diferentes aspectos da estrutura, com microporos refletindo entidades estruturais muito menores do que os mesoporos, e agregados estáveis à água (WSA) refletindo agregados muito mais fortes e menores do que os agregados peneirados a seco (DAS). Como os poros são os vazios dentro e entre os agregados, o número de agregados e o volume dos poros estão relacionados (REGELINK et al. 2015, p. 24-25).

2.4.2.4. CEROSIDADE

Considera-se que cerosidade é

o aspecto um tanto brilhante e ceroso de superfícies naturais que revestem as diferentes faces de unidades estruturais, manifestado frequentemente por uma cor de matiz mais intenso, e as superfícies revestidas são usualmente livres de grãos desnudos de areia e silte. A cerosidade é observada nas faces dos agregados; ao serem partidas as unidades estruturais, podem se expor bordas de fratura de películas, perceptíveis pelo exame de secção transversal em lupa se 10 ou mais aumentos (SANTOS et al., 2005, p. 33).

2.4.2.5. CONSISTÊNCIA

Consistência é o termo usado para designar as manifestações das forças físicas de coesão entre partículas do solo e de adesão entre as partículas e outros materiais, conforme variação dos graus de umidade (SANTOS et al., 2005, p. 34).

Nas observações realizadas em campo e em pesquisas experimentais verifica-se que a consistência oscila principalmente com o componente de umidade, assim como com a textura, a matéria orgânica, a quantidade e a natureza do material coloidal e do tipo de cátion absorvido (SANTOS et al., 2005).

O conceito referente à consistência envolve termos diferentes para a descrição em três estados de umidade estabelecidos: seco, úmido e molhado, sem que a descrição do solo não será considerada completa. A consistência do solo seco apresenta os tipos: solta, macia, ligeiramente dura, dura, muito dura e extremamente dura (SANTOS et al., 2005).

Conforme definição de outro autor:

A consistência refere-se à resposta do solo a forças externas, deformando-se ou rompendo-se. Ela é condicionada pelas forças físicas de coesão e adesão que atuam no solo. Diferentes formas de manifestação destas forças ocorrem, conforme o teor de umidade do solo.

Um solo seco expressa a dureza do solo, que pode variar desde solo solto a extremamente duro, resistindo à ruptura; um solo úmido expressa a friabilidade do solo, que pode variar desde solto até extremamente firme; a consistência de um solo molhado é expressa pela plasticidade e pegajosidade (MEURER, 2010, p. 23).

2.4.2.6. POROSIDADE

A porosidade do solo é definida como:

Porcentagem do volume do solo (ou rocha) não ocupado por partículas sólidas, incluindo todo o espaço poroso ocupado pelo ar e água. A porosidade total inclui a macroporosidade e a microporosidade, e pode ser calculada pela relação entre as densidades real e do solo. O cálculo é todo feito através da seguinte expressão:

$$P = (d_r - d_s) 100/d_r,$$

Onde: p = porosidade total, d_r = densidade real (g cm^{-3}), d_s = densidade do solo (g cm^{-3}) (CURI, 1993, p.66).

Define-se ainda que a porosidade é o espaço do solo ocupado pelo ar e pela água. Os solos têm poros de diversos número e tamanhos, denominados macroporos (mais encontrados nos solos arenosos) e microporos (mais comum nos solos argilosos), maiores e menores que 0,06 mm de diâmetro, reciprocamente) (MEURER, 2010).

2.4.3. CLASSE DO SOLO

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos usada nos levantamentos pedológicos do país, das treze classes, no material de estudo desta pesquisa destacam-se apenas o Cambissolo e Latossolo.

2.4.3.1. CAMBISSOLO:

Cambissolo é a classe de solos que são compostos por “material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico”, quando o horizonte “B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta”

(EMBRAPA, 2006, p. 118). É a classe que inclui “solos minerais não hidromórficos, com estágio intermediário de formação” (ADAMY, 2015, p. 9).

2.4.3.2 LATOSSOLO

De acordo com os resultados analíticos das amostras de solo do sítio arqueológico, o solo estudado, é um Latossolo. Os solos denominados Latossolos, habitualmente, apresentam-se muito espessos, são os solos mais velhos e, normalmente constituído “em regiões tropicais úmidas, sem horizonte subsuperficial de acúmulo de argila”, qualificados por evidenciarem “baixa relação molecular sílica/sesquióxidos na fração argila, baixa capacidade de troca catiônica, baixa atividade de argila, baixo teor de minerais primários” com intemperização natural e “de constituintes solúveis”. Pode ser excessivamente, por vezes, “preenchido de cerâmica indígena. Também denominado de Terra Preta de Índio”. Expressa maior desenvolvimento, relatado “por maior espessura e/ou maior riqueza em matéria orgânica associada à cor mais escura” (CURI, 1993, p.43; 51).

“No Brasil tropical, em contraste, muitos Latossolos argilosos ou muito argilosos” se apresentam como “solos arenosos”, devido aos elementos fundamentais da “fração argila desses solos serem óxidos de Fe e Al, e gibbsita”, constituindo assim os “microagregados em estrutura granular com alta macroporosidade contínua (poros de empilhamento)”. Tal disposição pode ser semelhante a pote “cheio de bolinhas de gude, resultando em baixa densidade, alta porosidade e alta condutividade hidráulica saturada do solo”, entre outros componentes próprios “de solos arenosos” (SCHROEDER, 2017, p. 52).

Ressalta-se que “alguns Latossolos brasileiros com estrutura granular, desenvolvem arranjo específico com os microagregados das argilas”, constituindo frações maiores; isso permite que mesmo sendo “solos muito argilosos” comportem-se como se fossem “solos arenosos” em relação às elevadas taxas de “infiltração, de drenagem de água e baixa capacidade de água disponível” (SCHROEDER, 2017, p. 79).

Em outra definição e como particularidade, os Latossolos são solos muito intemperizados, com discreta “diferenciação de horizontes e, na sua maior parte, sem macroagregados nítidos no horizonte B”, (SCHROEDER, 2017, p. 182).

Os latossolos, normalmente, são solos profundos, podendo ser compostos, “predominantemente, pela fração argila (cauliníticos)”, e consequentemente, são considerados, “em sua maioria, como argilosos ou muito argilosos. Nos horizontes sub superficiais, as argilas se encontram quase que em sua totalidade floculadas” (ADAMY, 2015, p. 65).

Dentre as características, os Latossolos estão, predominantemente, localizados “em relevo plano ou suave ondulado, embora tenham sido observados em áreas de relevo movimentado, com boa a excelente drenagem, mesmo quando apresentam textura muito argilosa”. Caracterizam-se ainda, por pouca capacidade de fertilidade natural, contendo teores insignificantes e contendo “bases trocáveis e fósforo e elevada saturação por alumínio”; apresenta, então, elevada força para utilizar na “agricultura intensiva e pecuária”, devido às excelentes “propriedades físicas e quando associados a relevo plano e suave ondulado, o que facilita o manejo da fertilidade e a sua mecanização” (ADAMY, 2015, p. 65).

Na relação entre Latossolo e mineralogia – aspectos referentes “à qualificação e quantificação das frações areia, silte e argila” – de acordo com Pereira et al. (2020, p. 1), observa-se que os Latossolos e cambissolos ocorrem em “áreas geologicamente estáveis”; acontece uma progressão histórica profunda devido a diversas alterações climáticas e vários processos “geomórficos, cuja evolução química dos solos tende a uma parcial ou completa remoção de Si e bases”, e concentração de componentes menos instável.

Destaca-se que, em sua pesquisa, para Pereira et al. (2020, p. 2), “todos os Latossolos brasileiros possuem caulinita e goethita na fração argila”. E ainda, em relação aos elementos químicos, a quantidade excessiva “de K não trocável” nestes Latossolos é imediatamente conectada “à presença de ilita e fragmentos de caulinita, bem como à pequena presença de minerais primários micáceos na fração silte e areia”. Na sequência da observação dos Latossolos brasileiros e suas peculiaridades, a cor do solo é uma das mais perceptíveis configurações dos ambientes tropicais, exibindo significativa conexão com a natureza do elemento “oxídico” (PEREIRA et al., 2020, p.4-5).

Outro aspecto imprescindível a ser destacado na vinculação entre mineralogia e uso e manejo dos solos é a singeleza da constituição mineralógica dos Latossolos brasileiros, que possibilita informações específicas para pesquisadores, permitindo a organização do conhecimento existente referente ao “manejo de solos e culturas,

como no caso dos teores de P e repostas à adubação”. É importante destacar que o solo brasileiro é representado por “cerca de 2,9 milhões de Km² (1/3 do território nacional), sendo a textura e mineralogia duas propriedades diagnósticas muito usadas na classificação destes solos” (PEREIRA et al., 2020, p. 6).

Por fim, dentre os elementos, uma outra perspectiva refere-se “à formação de minerais de argila do tipo caulinita, um argilo mineral derivado do alumínio, na qual há perda de potássio e enriquecimento do alumínio” no solo (ROCHA, 2011, p. 147). O alumínio é bastante comum nos Latossolos brasileiros, que são, como identificado acima, significativa parte do território brasileiro.

2.5. CERÂMICAS E ARTEFATOS

2.5.1. CONCEITO

A busca pelo conhecimento da cerâmica é destaque na disciplina arqueológica devido à importância destes vestígios. Além de serem achados em ambientes arqueológicos quase mundialmente, eles relatam história pretérita, como os “primeiros objetos identificados correspondem a figuras de argila, datadas em 26.000 BP e encontradas em grande número”. Verifica-se também, que “a mais antiga indústria de vasilhas foi datada em 12.700 BP” (ROBRAHN-GONZÁLEZ, 1988, p. 287).

No Brasil, as especificações pioneiras da cerâmica pré-histórica aconteceram no período que pode ser compreendido entre o século passado e a primeira metade do século XX. Mesmo que sem referências científicas e pautadas em informações etnográficas e etnohistóricas, presenciavam-se duas classes diversas de cerâmica pré-histórica: 1) sofisticada, bem elaborada, “com formas complexas (expressões utilizadas na época) na região da Bacia Amazônica”; 2) para as demais regiões brasileiras, “uma cerâmica definida como “mal-acabada”, “rude” ou “grotesca” com formas simples”. Mas, a partir de 1960 o Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA), se propôs a estudar e classificar as cerâmicas criando critérios para reconhecer “tipos, fases e tradições ceramistas a partir dos dados arqueológicos, utilizando-se também correlações etnohistóricas e etnolinguísticas”. Tal evento baseou-se como marco principal no “tipo de antiplástico, a decoração e as formas dos vasilhames”. Os principais indicadores para definir a cronologia das fases e tradições ceramistas foram o antiplástico e a decoração” (NASCIMENTO; LUNA, 1994, p. 7-8).

O PRONAPA (1965-1970), finalizou suas atividades e a partir de então iniciaram-se os questionamentos sobre tal metodologia adotada especialmente em relação aos aspectos teórico-metodológicos, como ambiguidade dos significados “como ‘fase’, ‘tradições ceramistas’ ou ‘tradições culturais’, assim como aos aspectos técnico-metodológicos na obtenção de informações nos trabalhos de campo”, (NASCIMENTO; LUNA, 1994, p. 8).

Alguns pesquisadores ainda adotam a metodologia do PRONAPA; outros, sugerem atualização e ainda há os que utilizam por inexistência de definições claras. E finalmente, existem pesquisadores que adotam apenas o relato técnico, não classificando, nem determinando os critérios imprescindíveis e principais para instituir as conexões entre as cerâmicas e os diversos grupos étnicos (NASCIMENTO; LUNA, 1994).

Dentre as aplicações da arqueologia, que também significa “estudo do antigo”, busca-se analisar o pretérito arquivado pelo tempo, com o intuito de esclarecer e de nos conectar melhor com o presente, pautando-se nos indícios dos artefatos deixados pelos ancestrais em uma área específica. Tais “rastros” são informações imprescindíveis para a arqueologia. Os artefatos, prova gráfica encontrada, confeccionados pelas tribos que aqui estiveram antes da chegada dos europeus, são estudados em três classes: “arte rupestre, lítico (objetos de pedra trabalhada pelos grupos humanos) e cerâmica” (SALES, 2022).

A partir de 1970, Minas Gerais ficou conhecida mundialmente como fonte de preciosas informações “arqueológicas, tais como impressionantes conjuntos de arte rupestre, abundantes vestígios líticos e cerâmicos”; mas ainda há muito a ser descoberto e estudado (SALES, 2022).

No Brasil, encontram-se inicialmente duas “famílias ceramistas”, assim designadas: “tradições Amazônicas – com início de produção entre 6.000-5.000 a. C., com as denominações Marajoara, Santarém, Maracá, Aristé, Guarita e demais com suas variações” e a “Tradição Tupiguarani” – com seu “estilo” de cerâmica, encontrado numa extensa dimensão de 4.000 Km no sentido SW-NE – no espaço brasileiro, devido à facilidade de navegação e assim denominada “tradição pan-brasileira” (SALES, 2022, p.146).

Acrescentando-se a esse conteúdo, é importante destacar que os solos antrópicos, denominados pelos nativos de Terra Preta de Índio ou mais tarde especificados pelos arqueólogos como terra preta arqueológica (ABE), identificados

em 1879 – desde esta época são fontes de pesquisa visando identificar características pedológicas, descrição e classificação morfológica de seus artefatos cerâmicos – são facilmente encontrados na região da Amazônia brasileira (COSTA LIMA et al. 2004).

Os resultados das pesquisas sugerem que os solos antrópicos são uma alteração – realizada por grupos humanos – pedológica, química e mineralógica dos solos preexistentes. Quanto à mineralogia, textura e química dos artefatos cerâmicos em abundância nessa região, nada foi feito (COSTA LIMA et al. 2004).

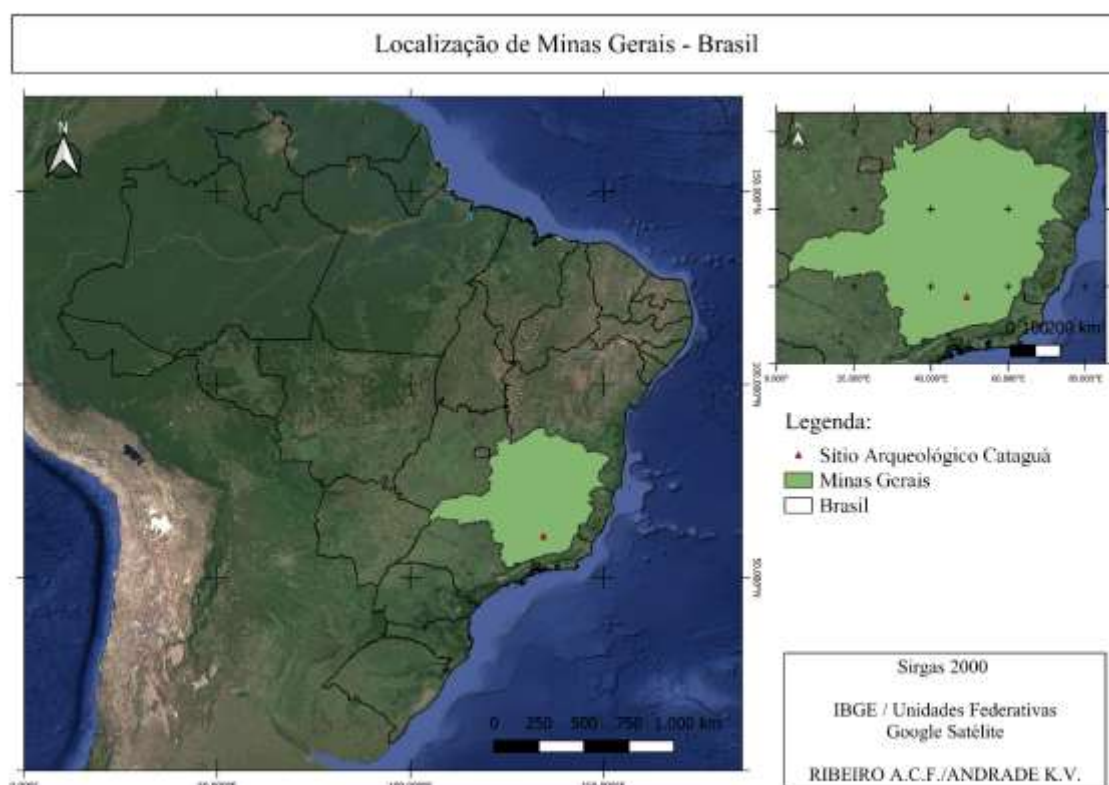
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA.

3.1. CONCEITOS E FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS – PEDOLÓGICAS, GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS.

O sítio está localizado na parte mais baixa de uma colina, em um barranco cortado por uma estrada com bastante fluxo – mesmo que na zona rural – de veículos, inclusive da linha amarela; em frente encontram-se residências – com energia elétrica, internet, água (não sabe-se se tratada ou não) – habitadas por jovens, crianças e adultos; cujo terreno é bastante afetado pela ação humana, contendo lixo; interferência de espécies vegetais não brasileiras como *Eucalyptus* (Austrália) e *Brachiaria* (África), demais vegetações incluem mata ciliar, espécies do cerrado, arbustos, árvores de vários portes como alguns jacarandás, cedro rosa e diversas frutíferas. Há um córrego com pouca água, abaixo das residências.

Figura 1 – Localização do sítio de Lagoa Dourada



3.1.2. CLIMA

De acordo com Curi et al. (1993, p. 19), “o clima é o conjunto de influências atmosféricas ou meteorológicas, especialmente temperatura, umidade, chuva, pressão, vento e evaporação, as quais combinadas caracterizam e dão individualidade a uma região”. O local do estudo segundo a classificação climática de Köppen Cwp apresenta pluviosidade média de 1.581,2 mm e temperatura de 18°C.

Ainda para a classificação Köppen, o clima no Estado de Minas Gerais se classifica em quatro categorias: 1 – “clima tropical de savana com estação seca de inverno (Aw), caracterizado por temperaturas médias acima de 18°C durante o inverno”; 2 – “clima subtropical com inverno seco e verão quente (Cwa), com temperaturas médias no inverno abaixo de 18°C, enquanto no verão, superam os 22°”; 3 – “clima subtropical de altitude com inverno seco e verão ameno (Cwb), com temperaturas médias em torno dos 22°”; e, 4 – clima seco com verão chuvoso (Bsw)”. Normalmente, o período chuvoso alcança os meses de outubro a março, ao passo que o período da seca abrange os meses de abril a setembro. Em relação à

precipitação, ela oscila de acordo com o posicionamento geográfico e o relevo, Figueiredo et al, 2023, p. 69-70.

Na localização onde foi desenvolvida esta pesquisa, as particularidades do clima CWb se apresentam da seguinte maneira: I – Verão, de dezembro a fevereiro, períodos quentes e chuvosos, cujas temperaturas médias são acima de 22°C. Sendo que janeiro e fevereiro, os dias são mais quentes e a temperatura máxima ultrapassa 30°C. “As chuvas são frequentes e podem ocorrer tempestades, resultando em umidade relativa elevada”; II – Outono, acontece de março a maio, é quando a temperatura tende a reduzir e as máximas atingem 26°C “no início do outono e caindo para aproximadamente 20°C no final da estação”. As chuvas reduzem no decorrer da estação; III – Inverno, de junho a agosto, onde os índices de temperaturas médias oscilam entre 15 e 20°C. a temperatura mínima se aproxima de 0°C, “com pouca frequência de geadas”, com pouca chuva onde “os volumes médios mensais não excedem 50mm mensais”; IV – a primavera acontece nos meses de setembro a novembro, cujos índices de temperatura máxima começam se elevar progressivamente, Figueiredo et al, 2023, p. 64-65.

A precipitação é um fator imprescindível para a conservação “dos ecossistemas, a agricultura,” nascentes de água e demais recursos naturais. Logo, o entendimento da oscilação da precipitação em determinado período é importante para iniciativas e realizações em diversos setores fundamentais desde o setor primário até a gestão e planejamento urbano e aos ajustes relacionados às mudanças climáticas. Destacando que as oscilações, da precipitação - está relacionada à localização geográfica - podem se apresentar de várias formas, como a seguir:

- a) Períodos secos: podem ocorrer “níveis de precipitação abaixo da média”. Tal situação pode “levar a secas, escassez de água e impactos negativos no ecossistema, com maior probabilidade de incidência de incêndios florestais”;
- b) Períodos chuvosos: quando há “alta precipitação, chuvas torrenciais podem” se tornar um motivo de atenção e cuidado, afetando áreas próximas ao campo de estudo;
- c) Padrões climáticos globais: são os denominados “fenômenos climáticos como El Niño e La Niña podem afetar a distribuição da precipitação em nível global e regional”; e,

- d) Tendências de longo prazo: “além da variabilidade natural, as mudanças climáticas de longo prazo também podem alterar os padrões de precipitação”, Figueiredo et al, 2023, p. 70-71.

Ainda em relação às variáveis climáticas que são as revelações, no tempo e no espaço, de incontáveis relações do processo climático na terra. A variabilidade climática, domina atividades humanas, especialmente às que mais dependem das circunstâncias atmosféricas, podendo ser saúde, produção de alimentos, que devem ser destacadas devido à relevância, OLIVEIRA, ASSIS & FERREIRA, 2018. O clima influencia diretamente a temperatura do solo e as relações solo-água, o que acarreta efeitos indiretos na vegetação, SCHROEDER, 2017, p.141.

O entendimento de que a oscilação “anual e interanual de tipologias climáticas é produto de interações e condições específicas”, onde especificidades se unem e constroem incontáveis “arranjos específicos”, com objetivo de aperfeiçoar o “aproveitamento do clima enquanto recurso energético” bem como reduzir repercussões oriundas de suas anormalidades. Assim, a descrição “dos climas de determinado recorte têmporo-espacial permite que as mudanças, oscilações e alterações em seus regimes tenham seus padrões identificados”, (OLIVEIRA, ASSIS & FERREIRA, 2018, p. 291).

Então, os planejamentos relacionados ao ambiente e à saúde pública relacionadas ao entendimento do clima são imprescindíveis, pois colaboram para preservar as características “de vida e de bem-estar, uma vez que há inúmeras relações que podem ser estabelecidas entre a dinâmica climática e a saúde humana e vegetal”, em resumo: o objetivo da vida e a concepção do espaço, (OLIVEIRA, ASSIS & FERREIRA, 2018, p. 292).

Os danos relacionados ao setor agrícola, podem ser infinitos, decorrentes de eventos térmicos extremos, como “incêndios florestais, e os consequentes impactos ambientais das queimadas, e as perdas de produtos e safras”. Inúmeros são as probabilidades relacionadas à “exposição a altas ou baixas temperaturas do ar, os quais muitas vezes ocorrem pela falta de um sistema de monitoramento eficaz” e que permite a redução dos impactos, identificar os acontecimentos e buscar mecanismos para diminuir ameaças relacionadas a estes impactos. A análise dos prováveis efeitos, que salientam os prejuízos e aumentam as perdas em períodos determinados “atípicos, assim como os impactos dos extremos de temperatura nos sistemas

ambientais e que trazem impactos econômicos e sociais”, devem fazer parte dos planos de gestão da região, (OLIVEIRA, ASSIS & FERREIRA, 2018, p. 292).

Logo, é importante destacar ainda que “a temperatura média mensal em uma determinada região pode variar ao longo do ano devido a fatores como a inclinação do eixo da Terra, a quantidade de radiação solar recebida e a influência de massas de ar”. No campo de estudo desta pesquisa, a temperatura média mensal mantém um índice anual preciso, onde no verão é mais alta, alcançando uma média de 22°C. Já em relação ao inverno, as temperaturas médias mais baixas marcam 16°C, Figueiredo et al, 2023, p. 73.

3.1.3. PAISAGEM

Paisagem são todas as características naturais, tais como campos, colinas, florestas, água etc., que distinguem uma parte da superfície da terra de outra. Normalmente, considera-se como sendo aquela porção de terra ou território, que um observador pode enxergar em uma única visada, incluindo todas as suas características naturais. A expressão pedopaisagem (“soilscape”, em inglês) denota a qualidade pedológica do terreno (CURI et al., 1993, p. 60).

O Brasil concentra uma vasta harmonização de paisagens em vários “contextos geológicos, geomorfológicos (são sistemas dinâmicos onde massa (água, sedimentos e rochas, estão sempre em movimento) e climáticos”, que permite analisar algumas das hipóteses fundamentais que confirmam nossa interpretação em relação aos métodos que regem a evolução destas paisagens. Cujas evoluções, pode ser simulada através do *Landscape Evolution Models* - LEMs, por métodos superficiais, como: “intemperismo, rastejo, erosão laminar, movimento gravitacional de massa, erosão fluvial em leito aluvial, erosão fluvial em leito rochoso” e que “dependem da dispersão de energia física do sistema modelado, quanto tectônicos” (FERNANDES; PEIFER; VAL, 2022, p. 956–959).

A paisagem é entendida também como uma referência inicial, jamais um fim. Ela é efeito natural do complexo geográfico e não se mistura por completo com ele. A concepção de paisagem não é referente somente ao que é analisado uma vez que o conhecimento dos eventos e mecanismos discretamente visíveis são imprescindíveis para representá-la plenamente. Logo, “as paisagens têm sempre o caráter de herança de processos (fisiográficos e biológicos), de atuação antiga, remodelados e

modificados por processos de atuação recente. Assim sendo, as paisagens são uma herança, um patrimônio coletivo dos povos que, historicamente os modificaram ao longo do tempo e do espaço” (AB’SÁBER, 2003, p.9, in CONTI, 2014, p. 240).

O autor define que a paisagem é “uma realidade viva e, nesse sentido seria adequado designá-la de tecido ecológico que recobre a superfície das terras emersas”. É também, representada como resultado mais definido que a de “região, território, espaço e lugar, categorias que também são amplamente estudas”. Acrescentando-se ainda, que as pesquisas sobre “paisagem natural não será completa sem a análise da transformação ali realizada pela sociedade”. A paisagem, é o produto da organização evolutiva, por isso instável, em uma parte definida do espaço, “de elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros fazem dela um conjunto indissociável em perfeita evolução”, CONTI, 2014, p. 240 - 241.

A paisagem onde encontra-se o sítio arqueológico é caracterizada por um relevo tipo mar de morros, composto por um conjunto de sucessivas colinas cobertas pela pastagem de brachiaria – alimento para o rebanho; é possível reconhecer em campo vegetação de cerrado, como: árvores de jacarandá, cedro rosa, e frutíferas, além de espécies exóticas como eucalipto. O local possui muita poeira devido ao trânsito de carros e máquinas pesadas para a agricultura; um córrego de água cristalina; algumas casas de moradores.

3.1.4. RELEVO

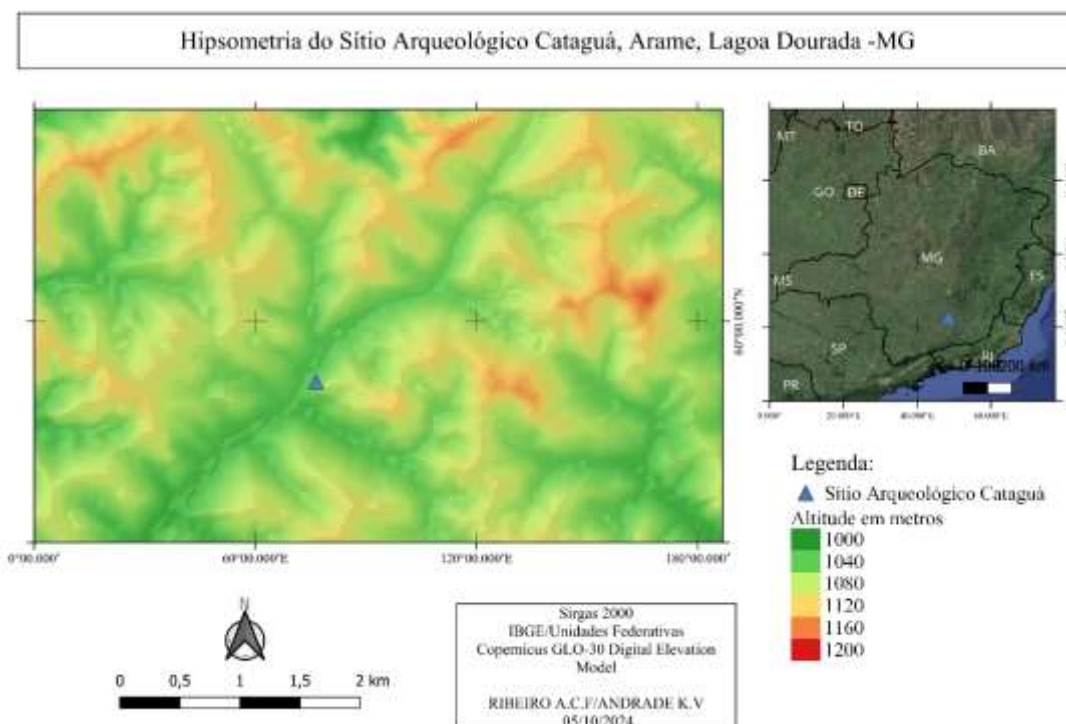
O relevo é a “configuração geral de uma paisagem. Diz respeito às formas de terreno que compõem uma paisagem” (CURI et al., 1993, p. 69). O relevo no referido sítio é poli convexo, tipo mares de morros, composto por um conjunto de sucessivas colinas, tendo os seus vales entrecortados por sistemas de drenagem.

O relevo está diretamente relacionado com o tempo na origem do solo. Assim, acredita-se que na paisagem brasileira, cujos mecanismos de formação e evolução dos solos são frequentes, ele desempenha uma função controladora “do tempo de exposição aos agentes bioclimáticos”. As regiões “mais velhas (expostas ao intemperismo a mais tempo) são justamente as grandes e altas chapadas, que são comuns no território brasileiro” e correspondem aos Latossolos, “solos mais velhos e

lixiviados, geralmente cobertos por vegetação de cerrado”, RESENDE et al. 2014, p. 152.

A área, cujo relevo é do tipo mares de morros que apresentam uma junção “de fatos fisiográficos: decomposição funda e universal das rochas cristalinas ou cristalofilianas, de 3 a 5 até 40 a 60 m de profundidade”. Na área predomina o tipo Latossolo e ainda há a presença de solo antrópico, com cacos de cerâmica, produzido por grupos humanos; “superposição de solos devido às flutuações climáticas finais do Quaternário em sertões sincopados”; mamelonização (ou meia laranja) completa das vertentes, a partir do nível de morros elevados até a horizontalidade dos morros intercessores e níveis de relevo; a drenagem primitivamente contínua inclusive para a menor ramificação “das redes hidrográficas dendríticas regionais”; lençol d’água superficial que, constantemente, alimenta, durante e entre o período chuvoso, o forte fluxo de água dos leitos dos cursos d’água; cobertura vegetal constante na paisagem primitiva a partir da parte mais profunda dos vales até as mais elevadas “vertentes e interflúvios, desde poucos metros acima do nível do mar até aos espigões divisores situados entre 1000 e 1100m”; “lençol d’água superficial de tipo difuso, anastomosado”, correndo pelo solo no período chuvoso e difundir por outras áreas fragmentos finos e resíduos vegetais da camada superficial do solo, formando “horizontes A; pouca penetração de raios solares diretamente no solo; “forte cota de umidade do ar”; “equilíbrio sutil entre processos morfoclimáticos, pedológicos, hidrológicos e ecossistêmicos”, Ab’Saber, 2003, p. 27.

Figura 2 – Hipsometria no Sítio Arqueológico



3.1.5. COBERTURA VEGETAL

A predominância é de uma vegetação rasteira esparsa, inconsistente devido à inclusão de espécie de gramínea forrageira introduzida para solos de baixa fertilidade visando a manutenção da pecuária brasileira.

A Presença da mata/vegetação ciliar no decorrer da encosta da vertente indica e acompanha a presença de um curso d'água no local, um córrego.

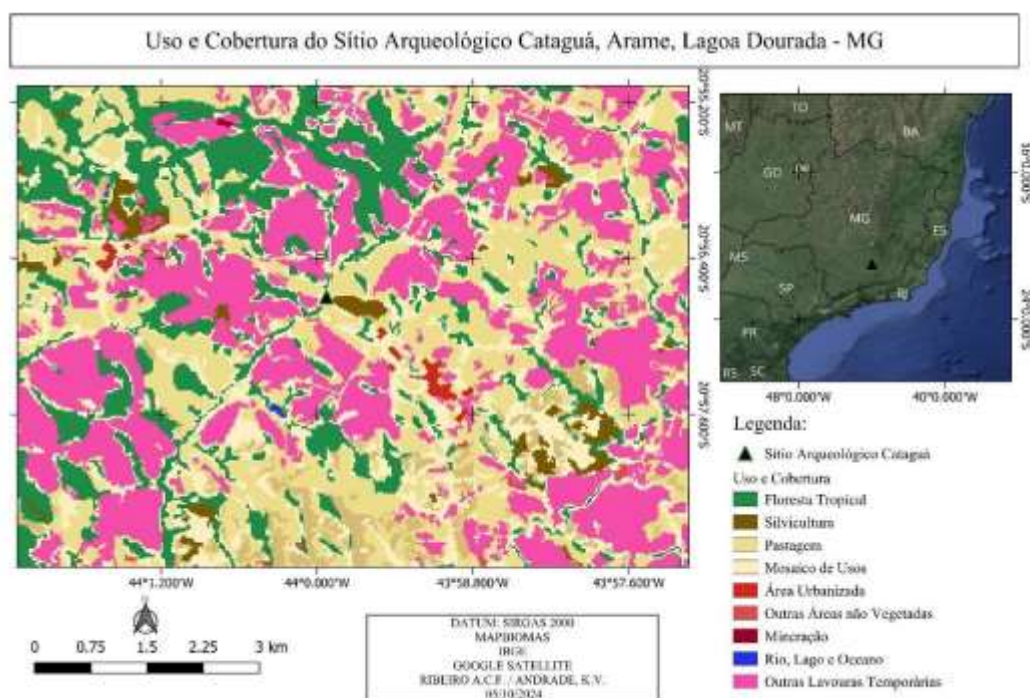
Verifica-se também o plantio de eucaliptos, provavelmente para manutenção dos tapumes e como não é originário interfere na paisagem reduzindo a possibilidade de vegetação nativa, tornando o solo mais desprotegido. Há também, a pouca vegetação típica do cerrado, com árvores meio retorcidas, caules cascudos e folhas duras.

Alguns dos fatores climáticos como chuvas, temperaturas, solo originado de rochas intemperizadas, contribuem com a composição da cobertura vegetal e ela, por outro lado, é um fator de controle da erosão. Quanto menor for a cobertura vegetal, mais abrangente será o impacto direto da água da chuva no solo e assim interferindo na perturbação do equilíbrio deste solo, Pereira e Rodrigues, 2022.

A cobertura vegetal, permite “maior rugosidade aos solos”, exercendo a atividade de disseminar a energia vinda das gotas de chuva e assim contribuindo com a melhoria dos índices de “infiltração e reduzindo consequentemente a velocidade do runoff, protegendo o solo contra erosão hídrica”. Tal cobertura pode ser raízes de plantas, restos vegetais adicionados aos sedimentos reduzem o transporte “do material desagregado pelo efeito do splash”, respingo e reduz as “partículas limitando o transporte pelo fluxo superficial”, Pereira e Rodrigues, 2022, p. 505.

A cobertura vegetal depende do solo para garantir “seu desenvolvimento, absorção de nutrientes” e em troca disponibiliza “matéria orgânica e proteção contra impactos das gotas de chuvas” diminuindo o impacto da água no solo, Pereira e Rodrigues, 2022, p. 505.

Figura 3 – Uso e ocupação do solo nas proximidades do sítio arqueológico



3.1.6. BACIA HIDROGRÁFICA

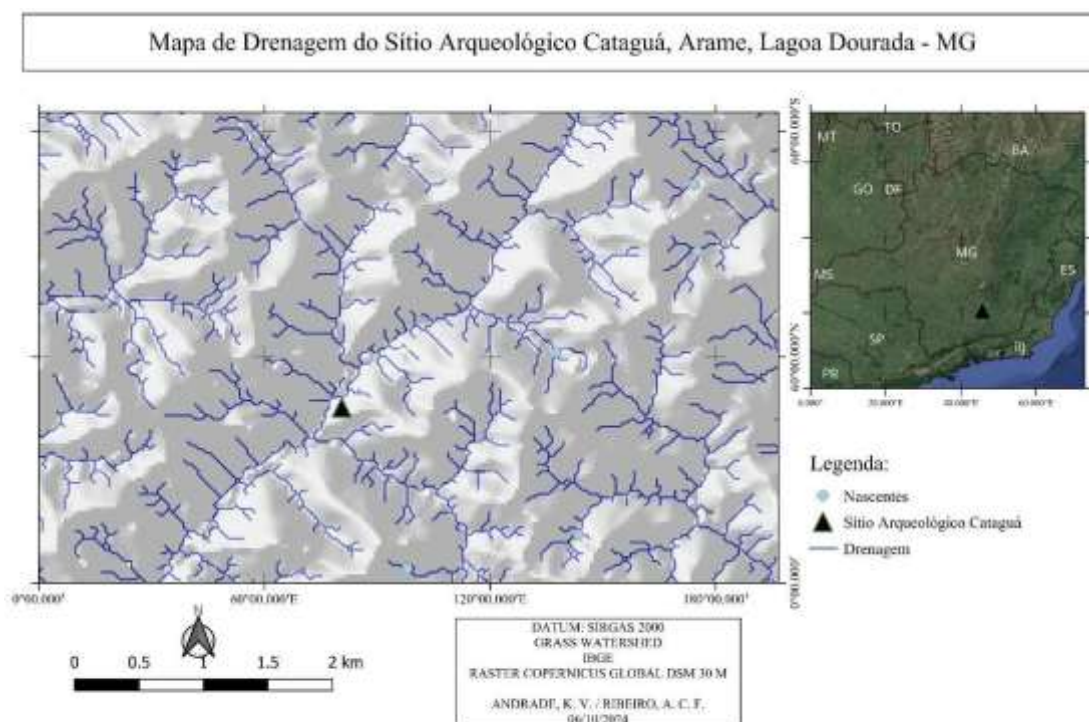
Em relação aos rios, eles são as principais fontes onde os produtos de erosão, oriundos do continente, usam como transporte até os oceanos. As composições destes produtos, química e isotópica, sofrem interferências por diversos fatores, que são: “1) ambiente geológico (composição, diagênese, metamorfismo e taxa de

intemperismo das rochas) da bacia de drenagem; 2) clima; 3) classificação hidráulica; 4) aportes eólicos e glaciais e 5) atividades antropogênicas”. A conexão destes componentes, os procedimentos físicos e químicos englobados e até como oscilou a formação da crosta continental superior no decorrer do tempo podem ser mensurados pesquisando-se “as frações particuladas e dissolvidas dos grandes rios do mundo”. Entretanto, a formação química do material carregado pela água ao longo dos rios pode ser alterada devido ao fato de que afluentes e a oscilação do “substrato geológico, o que dificulta sua correlação com a rocha” matriz. Para essa finalidade, utilizam-se como critério, “a mineralogia e a química dos minerais resistentes, e a química dos sedimentos com ênfase nos elementos imóveis como Al, Ti, Th, Sc, Co, Zr e ETR”, que apresentam pouco fracionamento “durante os processos de intemperismo”, e aglomeram-se “no material em suspensão e no sedimento de fundo em detrimento da fração dissolvida dos rios”, Queiroz, et al. 2011.

As bacias hidrográficas na área desta pesquisa, por estarem associadas aos relevos de mares de morro, exibem “uma rede de drenagem dendrítica, entrecortando as colinas em seus fundos de vales, promovendo a dissecação do relevo.

O córrego ao fundo das moradias, com mata ciliar bem concentrada, próximo ao sítio arqueológico contém água corrente, que é o componente mais abundante na terra e o componente de toda matéria viva (MAGALHÃES in MONIZ, 1972).

Figura 4 – Rede de drenagem



3.1.7. OCUPAÇÃO HUMANA DA ÁREA HOJE

A Lei Complementar nº 204/2017, de 06 de setembro de 2017, cria o Distrito de Arame, para fins de organização jurídica no âmbito do Município possui categoria de vila, onde encontra-se o Sítio Cataguá, campo deste estudo.

A área onde encontra-se o sítio objeto da pesquisa, está ocupada por pessoas que lá residem e trabalham na fazenda do proprietário, sendo a região fonte de subsistência para muitas pessoas - no povoado que é um dos mais desenvolvidos – possui escola, posto de atendimento básico à saúde, CEMIG, COPASA e com destaque para o agronegócio, no município de Lagoa Dourada, Minas Gerais.

É notável a existência da pecuária e criação de bovinos e equinos, o uso de máquinas agrícolas para plantio e terraplanagem das estradas que interfere e impede a preservação do sítio. Assim como as construções dos moradores atuais no local, que também agredem a preservação do sítio.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

A pesquisa se iniciou com uma busca por bibliografias, aulas sobre assuntos específicos para melhor entendimento sobre o tema e leituras. Na sequência, houve a investigação sobre o local a ser pesquisado. Ao localizar, iniciaram-se os trabalhos/pesquisas de campo para descrição morfológica do perfil de cada horizonte, além de planejamento e organização das ferramentas a serem usadas no campo para coleta das amostras. Foi realizada, então, a medição do sítio arqueológico, avaliação das características, fotografias e a limpeza no barranco para abertura, manual e coleta do material. Foram usados o martelo pedológico, pá e faca. O material coletado foi armazenado em sacos e potes plásticos e levado para análises laboratoriais. Finalmente, ocorreu a interpretação dos dados e a elaboração da dissertação.

4.1. EXECUÇÃO DOS PROCEDIMENTOS.

Logo, os procedimentos metodológicos podem ser apresentados em três fases:

1ª Fase: Pré-Campo

Este estudo consistiu, primeiramente, em levantamento de dados para estudos bibliográficos e aulas sobre o tema. Foram realizadas também as visitas “in loco” para conhecer o sítio, fazer observações e anotações para dar início ao planejamento dos materiais a serem usados para coleta das amostras para análises laboratoriais.

2ª Fase: Procedimentos de Campo

- a) Ao chegar no local foi feita uma identificação visual da paisagem;
- b) Foi feita a descrição morfológica do perfil dos horizontes;
- c) O ambiente foi fotografado, medido de forma vertical e horizontal chegando a conter 102,85m as duas unidades estratigráficas, observou-se que no local onde encontra-se o sítio arqueológico, o solo apresenta erosão, superfície erodida, corte de estrada, interferência de cobertura vegetal e solo com horizonte orgânico antrópico com cerâmica;
- d) O ambiente, no corte da estrada, foi limpo para dar início à abertura do perfil;
- e) Realizou-se a abertura manual do perfil para a coleta das amostras, com a remoção de 40 cm ao longo do perfil;

- f) Foi feita a separação dos perfis que foram diferenciados pela variação das cores;
- g) O material foi retirado, de baixo para cima, com as ferramentas disponíveis;
- h) As amostras foram devidamente acondicionadas em sacos, potes plásticos e embalados em papel filme para transporte seguro até os laboratórios.

As análises químicas das amostras em laboratórios, considerando relevantes foram: pH, K, P, Na, Ca, Mg, Al, SB, CTC (t), CTC (T), V, M, M.O, Zn, Fe, Mn, B, S. Para as análises físicas foram feitas: granulometria, textura, além das análises de campo como cor estrutura, entre outras.

3ª Fase: Procedimento Pós-campo

Ao chegar no Laboratório PPGEORG da UFSJ, deu-se início às descrições das amostras, utilizando-se a Carta de “Munsell” e o Manual de Descrição e coleta de solo no campo. Outra parte das amostras apresentaram os resultados para Análises Texturais e de Fertilidade, analisadas em laboratório da Universidade Federal de Lavras e as lâminas delgadas de solos foram confeccionadas no laboratório do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFGM).

5. RESULTADOS

PANORAMA ARQUEOLÓGICO NO CAMPO DAS VERTENTES: ASPECTOS CERÂMICOS DOS SÍTIOS MONTE ALEGRE, EVANGELISTA, IGREJINHA E CATAUÁ

INTRODUÇÃO

Investigações de cunho arqueológico no Campo das Vertentes, mesorregião do Sul de Minas Gerais, tem se intensificado nas últimas décadas (Brandt, 2004; Akaio, 2004; Resende; Torres, 2006; Resende *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2014; Angonese, 2020; Enéas; Noronha, 2020; Pedrozo; Rezende, 2020; Pedrozo; Rocha, 2022; Sales, 2022; Pedrozo; Serralheiro, 2023; Castro, 2024; Pedrozo, 2024, entre outros), ainda assim, boa parte da localidade permanece inexplorada e carecendo de investigações. Segundo Delforge (2010), apenas 2% dos sítios arqueológicos em

Minas Geras são conhecidos, o que é agravado quando se leva em consideração passado humano de longuíssima data no estado, com a presença de grupos de caçadores-coletores desde o Holoceno Inicial.

Mesmo que a presença humana em Minas Gerais possua evidências antiquíssimas, a maioria dos sítios arqueológicos pré-coloniais do Campo das Vertentes, inclusive os que serão aqui analisados, são de um passado mais “recente”. Na Arqueologia, a concatenação cronológica destas ocupações ameríndias trata-se de algo ainda em intensa discussão. Periodizações clássicas como as de Willey and Phillips (2001), onde estabelece: Lítico ou Paleoíndio dentro do Pleistoceno Superior e interação humana com megafauna; Arcaico (Archaic Stage) já no Holoceno, onde havia intensiva coleta e especialização em caça e pesca; Formativo (4.000-3.000 anos A.P.), sedentarismo, agricultura, tecelagem e dententores de cerâmica; e aquelas não presentes no Clássico com urbanização e arquitetura monumental e a Pós-Clássico com a formação de impérios militares, tratam-se de etapas cronológicas demasiadas heterogenias e com diversas complicações uma vez aplicadas por todo continente americano.

Além dos dois autores americanos, há outras como a da arqueóloga francesa Annette Laming-Emperaire (1973) de “caçadores” (caçador-coletor) e “produtores” (horticultores e agricultores) também estivera sujeito a complicações. Ou mesmo estabelecimentos mais recentes, como de Prous (2019) Arcaico Antigo/Médio/Recente, ainda assim não são de ampla utilização por todos os arqueólogos no Brasil. Seja como for, o contexto aqui analisado, no Campo das Vertentes apresenta grafismos-rupestres (com datações diretas difíceis de serem estimadas) e cujas tradições do grafismo são de um período anterior às populações ceramistas e horticultoras associadas aos demais sítios arqueológicos da localidade, havendo um certo hiato temporal ou gap entre estes dois conjuntos arqueológicos dentro da história profunda da região.

Particularmente, os sítios Monte Alegre possuem datações diretas (termoluminescência) de 800 A.P. (Brandt, 2004); Evangelista com 425 anos AP (370+55) e Igrejinha 410 anos AP (500-90) também por meio de termoluminescência (Enéas e Noronha, 2020), e Catauá, de forma indireta através da tradição cerâmica ~1300-300 A.P. A espacialização destes sítios arqueológicos (Figura 1) ocorre de maneira sempre associada a rios ou corpos de águas (pequenos canais como

riachos e ribeirões), topos ou meia vertentes, raramente presentes em localidades baixas. Trata-se de um conjunto de vestígios de antigas ocupações espaciais humanas, que se manifestou de forma intensiva, evidenciado pela antiga produção de solo antrópico (Terra Preta) presentes no produto pedológico dos sítios (Arkaio, 2004; Pedrozo; Resende, 2020; Pedrozo; Rocha 2022; Castro, 2024). Aspecto comum de sítios arqueológicos de aldeias ceramistas no Brasil Central (Prous, 2006; 2019).

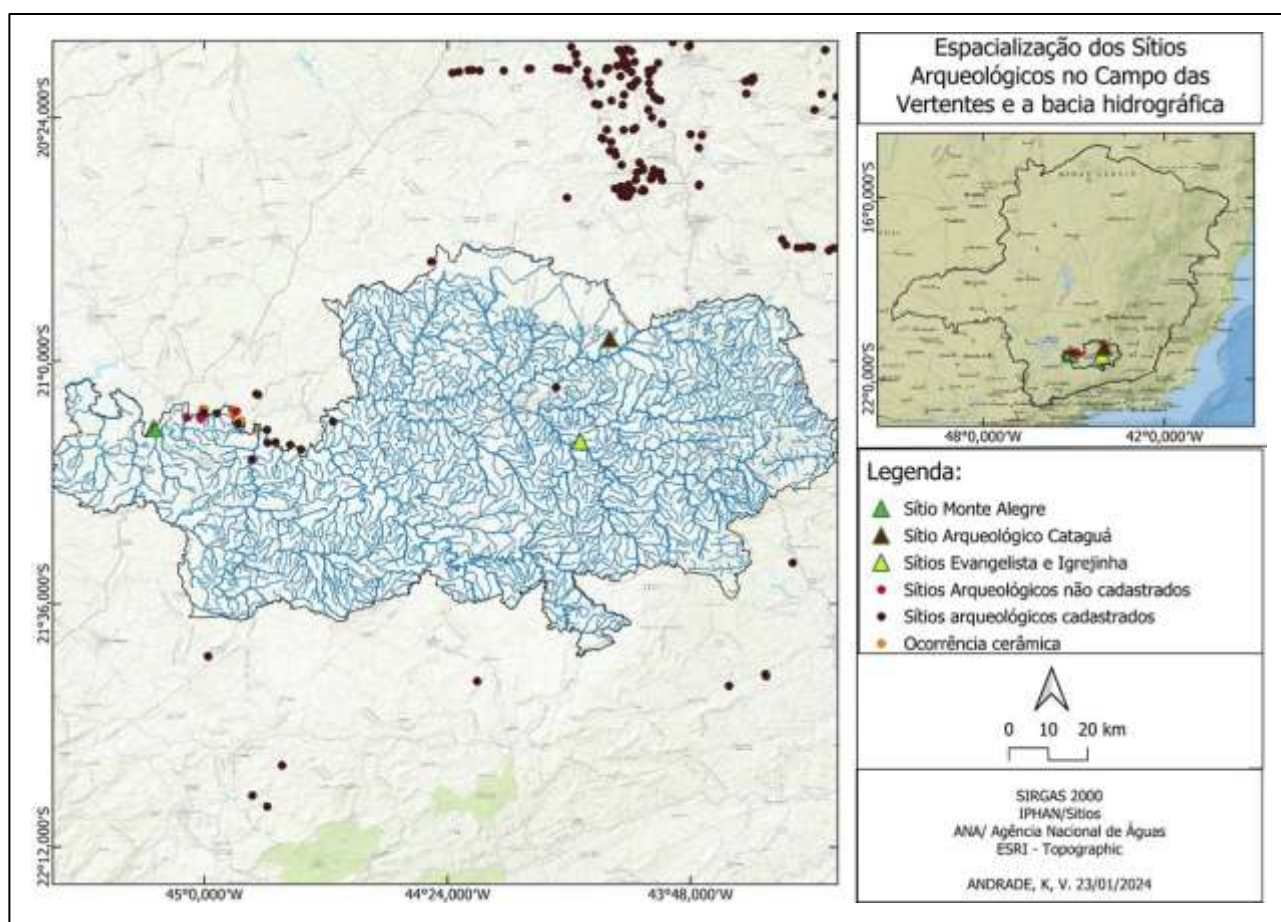


Figura 1 – Espacialização dos sítios arqueológicos no Campo das Vertentes e sua relação com a Bacia Hidrográfica. Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Apresentado este panorama, o presente artigo busca discutir a presença de materiais cerâmicos no Campo das Vertentes, Minas Gerais, em particular aqueles provenientes de quatro sítios arqueológicos Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha e Cataguá. Com base nas coleções desses artefatos, atribuídos as tradições Aratu-Sapucai e Tupiguarani, desenvolveu-se nesta pesquisa uma análise que visa compreender as distinções e semelhanças dos tipos cerâmicos dentro desta

localidade, viabilizando o entendimento da identidade, cultura, tecnologia e as possíveis rotas de comércio que discorreram neste espaço geográfico.

2 DEMAIS SEÇÕES UMA BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

Segundo Daniel Santacreu (2014) análises arqueométricas possuem limitações quando apenas focam nos próprios objetos arqueológicos e desconsideram o ambiente contextual de origem de tais peças. A descontextualização da peça trata-se de uma defasagem não apenas em nível de informação, mas na própria percepção e entendimento do panorama arqueológico estudado. Em termos físicos, um sítio arqueológico trata-se de uma concentração de artefatos (Dunnell, 1992), em muitos casos submerso por diversos horizontes (ou camadas em contextos sedimentares) de produto pedológico, os quais não são apenas o solo que meramente encobre os artefatos, e sim parte da história e formação de um sítio, que infere numa sequência de “perda” e “ganho” de informações (Sullivan, 1978). Logo, um olhar atento para aspectos contextuais, quer seja de características geomorfológicas, espaciais, vegetação e uso da localidade trata-se de elementos contributivos para a compreensão dos materiais cerâmicos.

A localização dos sítios arqueológicos apresenta características que ao mesmo tempo convergem e divergem. Naturalmente, mesmo dado a distância destes pontos no mapa, a ocupação indígena seguiu critérios chaves para a sua subsistência, como recursos hídricos, porém, aspectos de cunho simbólico e suas significações e leituras da paisagem são, infelizmente, omissas ao registro arqueológico e praticamente impossíveis de serem apuradas apenas com o registro ceramológico, restando uma descrição física dos elementos do entorno.

Como o próprio nome refere, as vertentes são as características significativas na topografia da mesorregião dos Campo das Vertentes. Além deste aspecto basal, o terreno em que se encontram os sítios arqueológicos Monte Alegre e Catauá caracteriza-se por possuir um relevo acidentado, embrenhados entre os conjuntos de sucessivos de colinas, com os dois sítios Evangelista e Igrejinha residindo em uma área de baixa declividade (Enéas; Noronha, 2020). As altitudes médias dos sítios arqueológicos, variam, a medida que se encontram em referência a montante

do rio Grande, o gradiente de elevação, naturalmente, torna a altitude maior, fazendo com que a hipsometria oscilando entre ~700-990m (Figura 2).

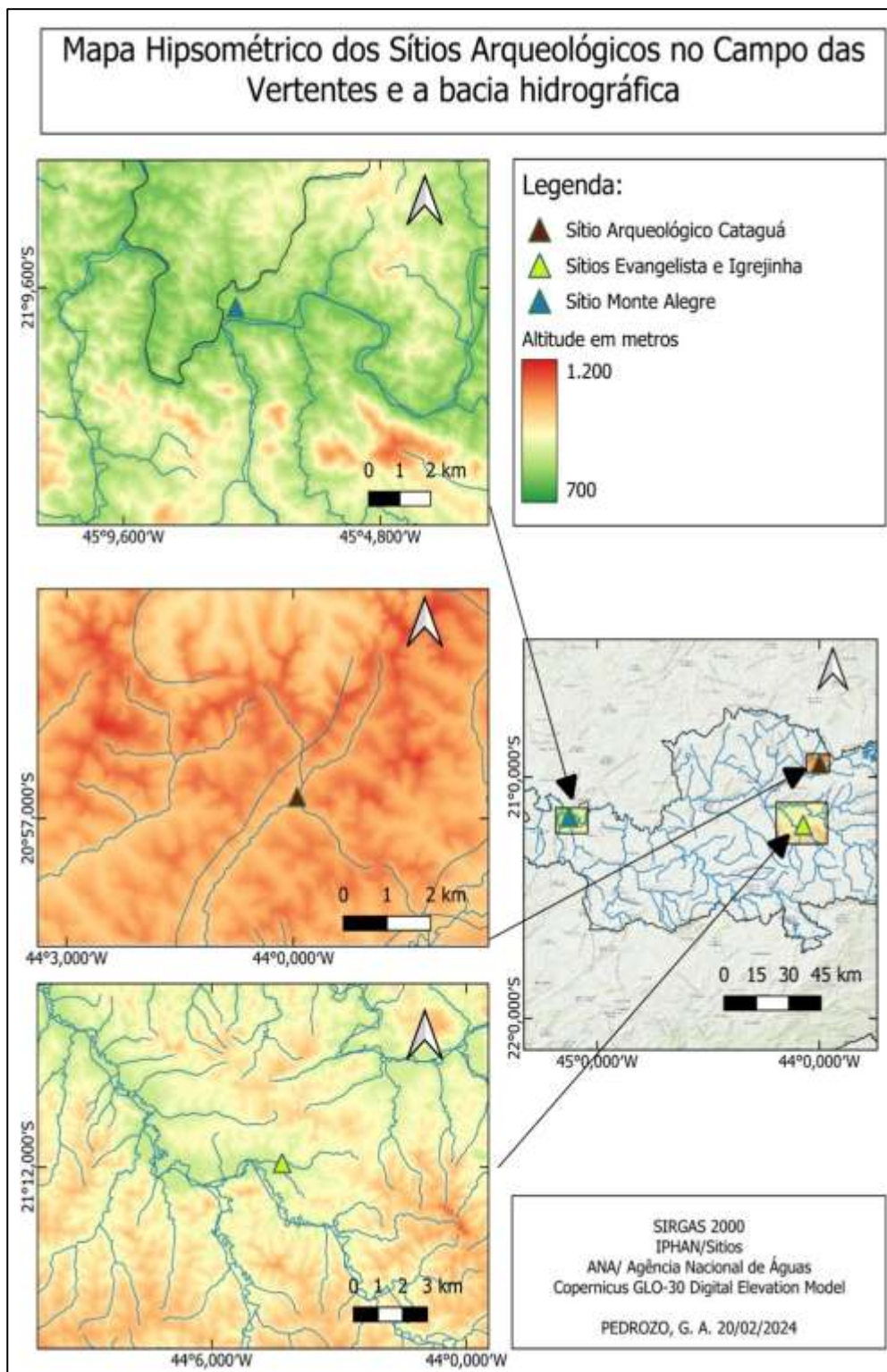


Figura 2 – Hipsometria dos sítios Arqueológicos no Campo das Vertentes e a bacia Hidrográfica. Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Quanto aos aspectos fitogeográficos, preponderam sobretudo por derivados de cerrado e representantes de matas ciliares das redondezas. A cobertura vegetal predominante é vegetação rasteira esparsa, inconsistente devido a inclusão de espécie de gramínea forrageira introduzida para solos de baixa. Verifica-se também o plantio de eucaliptos, provavelmente para manutenção dos tapumes. Há ainda a pouca vegetação típica do cerrado, com árvores meio retorcidas.

A hidrografia, como mencionado anteriormente, é um elemento importante. Em um levantamento de todos os sítios arqueológicos cadastrados no IPAHN no estado de Minas Gerais em 2010, Delforge (2010, p.93), constata que “na amostragem de 860 sítios analisados, 448 ou 51,6%, estão em um raio de 3000m dos rios principais sendo que 297 ou 34% situam se nos primeiros 1000 metros de distância”. Com a distância média dos sítios arqueológicos em relação ao rio Grande no estado mineiro sendo de 1,62 km² (Delforge, 2010). Especificamente no Campo das Vertentes, todos os sítios arqueológicos se encontram dentro da área abrangente da Bacia Hidrográfica do rio Grande, a qual, num passado pretérito, hipoteticamente proveu alimento, transporte e recursos de irrigação e argila. O sítio Monte Alegre localiza-se à 400m das margens a jusante no rio Grande em relação aos demais. Enquanto o conjunto arqueológico dos sítios Evangelistas e Igrejinha encontram-se nas intermediações do Rio das Mortes, um dos principais afluentes do rio Grande na mesorregião. Já o sítio Catauá possui um pequeno curso d’água, no fundo de uma vertente, do qual está relacionado também a hidrografia do rio Grande, como pequeno afluente.

A paisagem antropogênica mais recente é marcada pela presença da cultura de eucalipto, café, feijão e batatas nas circunvizinhanças dos sítios arqueológicos. O contexto do manejo do solo é dado sobretudo pela utilização de arado, o que causa alto grau de fragmentação dos sítios arqueológicos ao mesmo tempo que evidencia as peças em superfície no terreno (Araujo, 2002), algo constatado no sítio Monte Alegre (Brandt, 2004) e outros da redondeza dele (Arkaios, 2004; Pedrozo; Resende, 2020); com o mesmo ocorrendo em Evangelista e Igrejinha, porém havendo a sobreposição de eucalipto no momento (Enéas; Noronha, 2020). Enquanto ao sítio Catauá, a presença humana recente deixara marcas mais intensas, com a construção de uma pequena estrada e a edificação de casas nas suas intermediações.

A paleopaisagem que tais populações possuíam na época, detinha como o principal elemento o rio. Em detrimento do Norte de Minas Gerais, a região Sul do estado apresenta características geográficas favoráveis que poderiam proporcionar cobiça para as antigas populações ceramistas. A bacia hidrográfica do rio Grande apresenta boa fertilidade do solo para o cultivo e sobretudo é favorável à pesca, uma fonte de alimento essencial para estes ameríndios (Prous, 2019), algo que também foi visto e descrito pelos europeus nos períodos iniciais da colônia (Gandavo, 1980; D'Lery, 2007; Staten, 2021).

A presença da variação ou de continuidade do estilo e técnica cerâmica, podem apontar para possíveis contextos de ocupação da localidade, conflituosos ou não, para movimentos de populações e para a cronologia de ocupação em razão de possível competição por recursos e da alta mobilidade facilitada pelos corpos de água, como rios e córregos, viabilizando a penetração e contato com grupos exógenos através de vias fluviais importantes e diversas.

3 CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL CERÂMICO

Uma das evidências mais marcantes destes tipos de sítios arqueológicos são os materiais cerâmicos remanescentes. Diferente da sociedade ocidental industrializada, os indígenas que habitavam no passado o território que viria a ser o Brasil possuíam uma série de objetos efêmeros. Suas habitações, arcos, canoas entre tantas outras coisas pereceram na natureza, restando quatro tipos de evidências duráveis destas antigas ocupações humanas no Campo das Vertentes: o instrumento lítico (feito em rocha), os restos de utensílios em cerâmica, o grafismo rupestre e o solo antrópico (que fora produzido em decorrência da ocupação no local). Neste sentido, as investigações arqueológicas na localidade trabalham, normalmente, ao menos com uma destas evidências – com exceção, do grafismo rupestre que reside em outra possível temporalidade e localização em relação a estas populações ceramistas.

No presente caso, a cerâmica, por se tratar de um material quase indestrutível, que mesmo em fragmentos, ainda é possível de se localizar no terreno, somando a sua relativa abundância foram o principal objeto de análise em pesquisas arqueológicas na região (Brandt, 2004, Akaios, 2004; Enéas; Noronha, 2020; Pedrozo; Rezende, 2020, Pedrozo, 2024) e a considerando como patrimônio de uma História

Indígena Antiga no Campo das Vertentes (Pedrozo; Serralheiro, 2023). Por estes motivos no sítio arqueológico Monte Alegre foi encontrada e escavada uma coleção de 5144 fragmentos cerâmicos, no Evangelista com 1267 e Igrejinha com 2584, e Catauá ainda não escavado no momento, mas com diversas prospecções na área e redondeza apontando para o rico acervo de artefatos (Sales, 2022).

A caracterização das peças arqueológicas no sítio arqueológico Monte Alegre segue alguns parâmetros já apresentados em pesquisas anteriores do tema (Brandt, 2004; Pedrozo, 2024). Os artefatos possuem traços que os vinculam a Tradição ceramista Aratu-Sapucaí, ao mesmo tempo que haja elementos de outras tradições, tais como a Tupiguarani e UNA. Além destes pontos gerais, quanto ao trabalho externo dos materiais cerâmicos não foi constatado qualquer elemento de engobo, diferente dos outros três sítios. As espessuras, em média geral de todo o sítio, apresentam as mais elevadas da região (vide figura 3), o que, hipoteticamente, apontam para vasilhas maiores, recorrentes em uso de alimentação destes povos (Pedrozo, 2024) além de material osteológico – ossos – vinculados a mamíferos de médio porte (Brandt, 2004), configurando um região do sítio Monte Alegre como um provável local de preparo de alimentos ou de enterramento (urnas funerárias). Indicando um uso intenso do lugar por essas populações, em ambas as hipóteses, quer seja de em relação a moradia, quer seja em local de enterramento o que indica se tratar de um ponto com alto teor simbólico para tais povos pretéritos.

Os tipos de queima (Figura 3), apresentam uma preponderância da redução da pasta, que significa que fora produzida em uma atmosfera rica em C trazendo a tonalidade negra para a secção do caco (62% do total), ao mesmo tempo que em seguida apresenta significativa presença do tipo de queima com o núcleo negro (Coração Negro) (17% do total). Além destes, a queima oxidada, com atmosfera rica em O, resultando em uma totalização mais clara da secção peça (14% do total), atribuindo uma cor avermelhada. Em seguida, em números totais dos tipos de queima, são a superfície interna reduzida e oxidada lateral externa (6% do total) e depois a presença de peças com a configuração de reduzida externamente/oxidada internamente (1% do total).

Os sítios arqueológicos Evangelista e Igrejinha, nas intermediações de Prados, possuem uma configuração de seu material cerâmico relativamente semelhante, em razão de suas diminutas distâncias de pouco mais de uma centena de metros em

declive. Suas peças cerâmicas, também são vinculadas, em ambos os sítios, pertencentes a tradição cerâmica Aratu-Sapucaí (Enéas; Noronha, 2020). Os artefatos cerâmicos do sítio Evangelista seguiram o mesmo padrão de Monte Alegre em relação ao montante geral das peças. O tipo de peças com a queima mais presente foi a reduzida, com 879 fragmentos (69%); seguido em segunda posição, tal como Monte Alegre, pelas peças oxidadas com 222 fragmentos (18%); e havendo 113 fragmentos com o núcleo reduzido (8,9%); seguidos por 45 de redução interna e oxidada externa (3,5%) e apenas 8 fragmentos com (0,6%) de reduzida externamente/oxidada internamente (Enéas; Noronha, 2020).

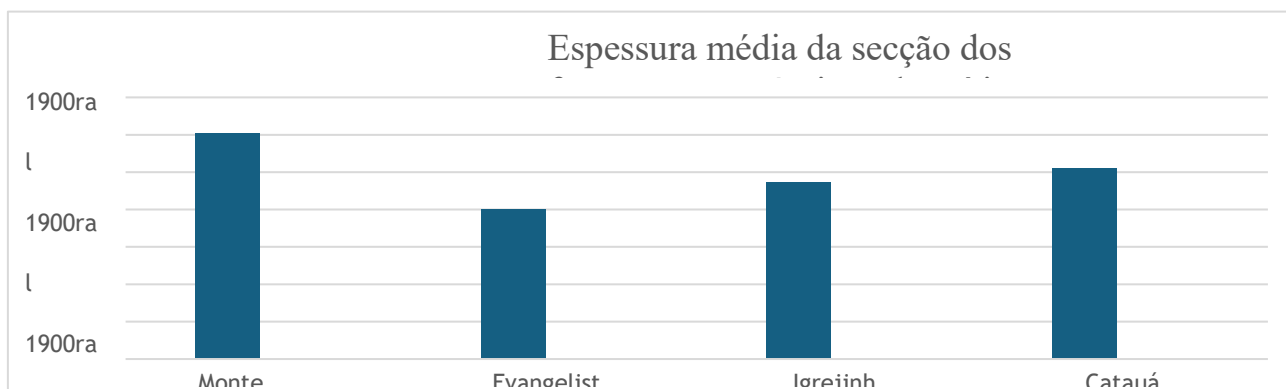


Figura 3 – Gráfico de espessura média da secção dos fragmentos cerâmicos dos sítios arqueológicos.

Fonte: Pedrozo (2024); Enéas e Noronha (2020).

Já o sítio Igrejinha distingue, em sua tipologia de queima. A mais preponderante continua com as peças com núcleos reduzidos 1599 fragmentos (62%); e diferente de Monte Alegre e Evangelista, peças com a queima em Coração Negro, isto é, núcleos reduzidos, assumem a segunda posição no montante, com 431 fragmentos (17%); e em terceiro, 354 fragmentos (14%) com a secção oxidada; apresentando em porções menos significativas a redução interna e oxidada externa com 178 (6%) dos fragmentos totais e núcleo superfície interna clara 21 fragmentos (1%) (Enéas; Noronha, 2020).

Por último, o sítio Catauá, apresenta peças também vinculadas à tradição

ceramista Aratu-Sapucai, porém, também apresentando o engobo vermelho, totalizando 10,7% do total de artefatos analisados, curiosamente todas em peças oxidadas. Apesar desta particularidade, as cerâmicas com o núcleo reduzido em razão da queima, foram apenas a metade (50%), em todos os outros casos (6,4,9% Monte Alegre; 61,9% Igrejinha; 68,3% Evangelista) estiveram na casa dos 60%. Além deste ponto curioso, nem as peças oxidadas ou com o núcleo reduzido estiveram em segunda posição no montante, foi justamente as peças com redução interna e oxidada externa 33,9%, só depois seguidos por 11,3% oxidadas e 4,8% de coração negro, não havendo qualquer peça com a redução interna e oxidada externa.

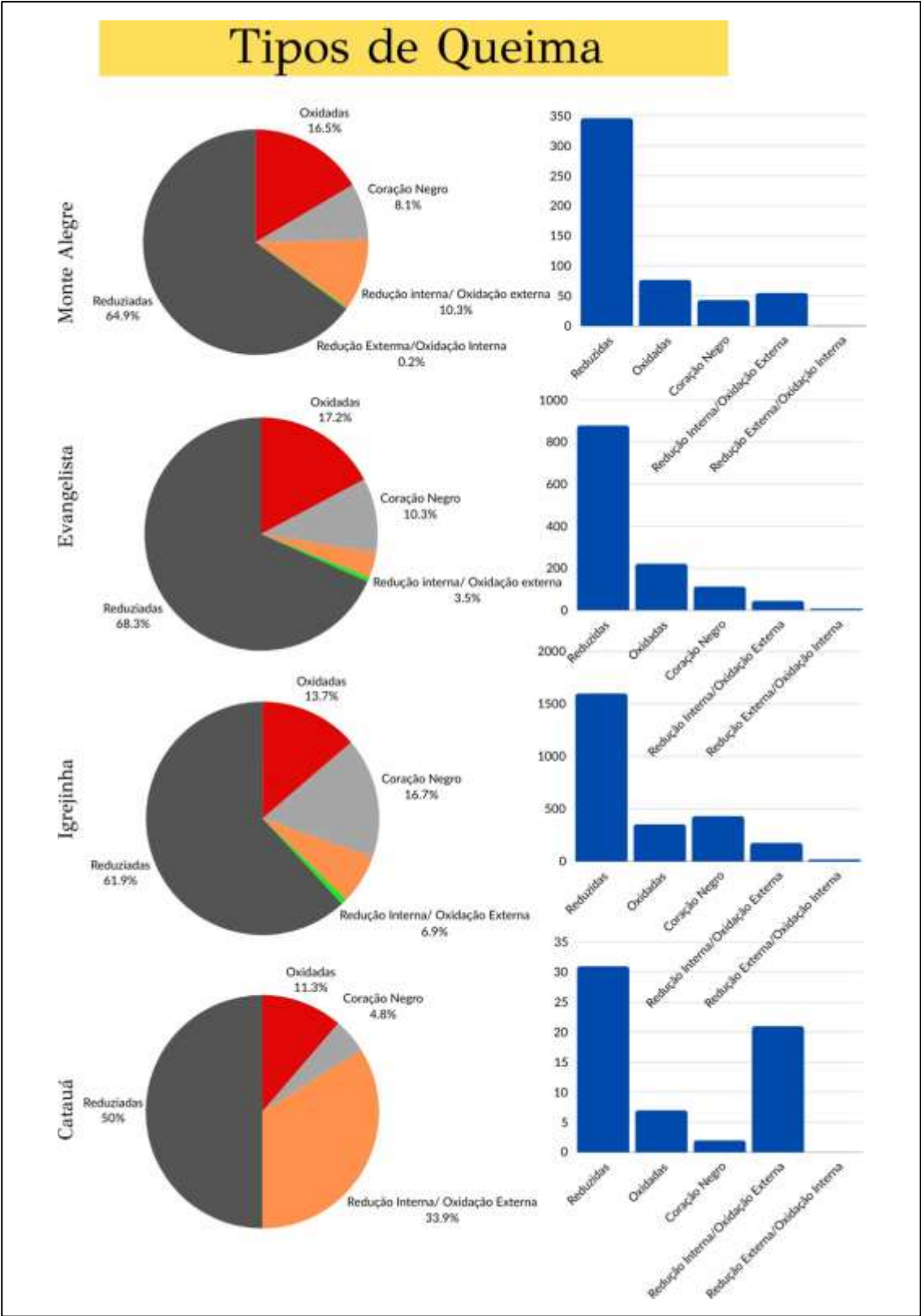


Figura 4 – Panorama dos tipos queimas nos quatro sítios arqueológicos
Fonte: Pedrozo (2024); Enéas; Noronha (2020).

Tabela 1: Características gerais dos contextos arqueológicos.

Elementos	Monte Alegre	Evangelista	Igrejinha	Catauá
Datação Direta	1200-800 A.P.	370 A.P. ± 55 335 A.P. ± 55	670 A.P. ± 110 500 A.P. ± 90	(?)
Distância em relação aos rios e corpos de água	335,5m	1.121,8m	1.296,7m	119,7m
Navegabilidade das águas próximas	Sim	Sim	Sim	Não
Altitude	~700m	~800m	~900m	~1200m
Posição no relevo	Topo de Vertente	Meia Vertente	Meia Vertente	Meia Vertente
Vegetação original	Mata Ripária	Mata Ripária	Mata Ripária	Mata Ripária (?)
Tipo de solo	Cambisoló(?)	Latossoló (?)	Latossoló (?)	Latossoló
Profundidade máxima do sítio arqueológico	45 cm	40 cm	90 – 100 cm	(?)
Contexto de uso	Aragem/ Agropecuária	Aragem/Mineraç ão	Aragem/Mineraçã o	Aragem/Estrada
Solo antrópico	Sim	(?)	(?)	Sim

Fonte: Autores, 2024.

4 ANÁLISE

É perceptível, que em cada sítio arqueológico existe uma variação própria de diferentes tipos de queima da pasta dos materiais cerâmicos, o que aponta para uma diversidade intrínseca de técnicas de fabrico e destinação de uso. Porém, a diferença entre sítios arqueológicos, naturalmente, é mais significativa, como nas técnicas que recorrem (em Catauá não há peças com laterais externas oxidadas). Além deste aspecto, os sítios possuem oscilações nas proporções dos tipos de queima. Um exemplo é o sítio Igrejinha que possui uma proporção maior de queimas com núcleos escuros – Coração Negro – em relação aos outros sítios, enquanto o sítio Catauá tem uma proporção considerável de núcleos com superfície interna reduzida e externa oxidada. Apesar da amostragem menor contabilizada para este sítio, a diferença na proporção da técnica de queima encontrada indica, no mínimo, uma função diferente para um local do sítio e se confirmada para o restante do sítio em uma amostragem maior, indicará uma significativa diferença cultural a ser investigada.

A fim de aprofundar os números apresentados, e explorar a correlação entre cada sítio arqueológico em termos dos tipos de queima dos materiais cerâmicos, foi calculado a correlação das porcentagens de cada tipo de queima em pares de sítios. Para tal análise, foi recorrido a Correlação de Pearson, trazendo os seguintes resultados.

Tabela 2:– Apuração estatística das diferenças de queimas em porcentagem dos sítios arqueológicos.

Sítios Arqueológicos: E- Evagelista; I - Igreja; C- Catauá; MA-Monte Alegre			
Núcleo claro (Oxidado):		Núcleo escuro (Reduzido):	
E-I:	0.985	E-I:	-0.739
E-MA:	0.999	E-MA:	-0.889
E-C:	-0.747	E-C:	0.965
I-MA:	0.997	I-MA:	-0.977
I-C:	-0.812	I-C:	0.978
MA-C:	-0.711	MA-C:	0.950
Núcleo centro escuro (Coração Negro):		Núcleo superfície interna escura:	
E-I:	0.983	E-I:	0.876
E-MA:	0.982	E-MA:	0.971
E-C:	-0.996	E-C:	-0.644
I-MA:	0.998	I-MA:	0.807
I-C:	-0.999	I-C:	-0.856
MA-C:	-0.998	MA-C:	-0.664
Núcleo superfície interna clara:			
E-I:	0.864		
E-MA:	0.981		
E-C:	-0.828		
I-MA:	0.856		
I-C:	-0.830		
MA-C:	-0.929		

Fonte: (Pedrozo, 2024; Enéas e Noronha, 2020).

Além de tais números, é possível perceber as oscilações maiores dos tipos de queimas e determinar quais sítios arqueológicos são mais semelhantes ou diferentes.

Sendo as oscilações maiores: Núcleo claro: Oscilação de 18.4% (Sítio C: 11.3% - Sítio MA: 16.5%); Núcleo escuro: Oscilação de 49% (Sítio E: 69% - Sítio C: 50%); Núcleo centro escuro: Oscilação de 13.1% (Sítio C: 4.8% - Sítio I: 17%); Núcleo superfície interna escura: Oscilação de 30.4% (Sítio E: 3.5% - Sítio C: 33.9%); Núcleo

superfície interna clara: Oscilação de 1.3% (Sítio E: 0.6% - Sítio I: 1%).

Já os sítios mais semelhantes apresentam-se: E-MA: Correlação alta para todos os tipos de queima (Pearson > 0.97); I-MA: Correlação alta para todos os tipos de queima (Pearson > 0.80).

E sítios arqueológicos mais diferentes sendo os: E-C: Correlação baixa para a maioria dos tipos de queima (Pearson < -0.75); I-C: Correlação baixa para a maioria dos tipos de queima (Pearson < -0.82); MA-C: Correlação baixa para a maioria dos tipos de queima (Pearson < -0.66).

Em suma, tais resultados indicam que os sítios mais semelhantes em termos de queima de seus núcleos da pasta cerâmica são Evangelista e Monte Alegre, ao mesmo tempo que, curiosamente, o sítio arqueológico mais diferente apenas foi um, cujos números foram expressivamente diferentes, que é o sítio Catauá. As oscilações maiores ocorreram sobretudo nos tipos de queima de pasta oxidada e a pasta com redução interna e oxidação externa.

Estas oscilações e diferenças indicam alterações na produção de peças cerâmicas, escolhas dos ceramistas com preferências de estilo e funcionalidade dentro de tal grupo cultural. Questões de ambiente nas localidades dos sítios arqueológicos, como disponibilidade de determinados tipos de argila ou mesmo de antiplástico, implicam nas escolhas dos antigos artesãos. Ou tais oscilações, podem ser resultados da relação e contato com grupos exóginos, o que vai de encontro com os traços cerâmicos constatados em Monte Alegre que indicam vinculações com a tradição cerâmica Tupiguarani e UNA.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se encerra aqui mesmo com a ausência de informações conclusivas. Com a ausência de sistematização dos dados há impossibilidade de estabelecer uma apuração de forma mais concreta, em razão da carência de dados (qualitativa e quantitativamente) da localidade, São raras as pesquisas e informações referentes à mesorregião do Campo das Vertentes, o que torna esforços, como os empreendidos no artigo importantes mesmo que restritos ao estabelecimento de hipóteses.

É perceptível por meio da cronologia dos sítios arqueológicos e as suas disposições no mapa que aparentam, a primeiro instante, um processo de ocupação destes povos ceramistas que avançam do Leste para Oeste (Figura 1), Rio Grande à montante, subindo e se espalhando pelas ramificações do rio. Contudo, como mencionado acima, o número de sítios datados é demasiadamente diminuto frente aos escassos sítios conhecidos, havendo uma necessidade de mais empreendimentos de pesquisa para se averiguar tais especulações.

Seja como for, é perceptível a presença do sítio arqueológico ceramista mais antigo, com maior quantidade de artefatos coletado, além da produção de solo antrópico – que reitera a intensidade da ocupação humana no local. O que leva a supor que os sítios mais a oeste, como Catauá – que mantem o tipo de cerâmica, apesar das suas particularidades – seja um produto de uma ocupação mais tardia.

Existe na redondeza, variações e escolhas técnicas próprias que podem refletir escolhas sociais e culturais dos antigos artesões que confeccionaram estes vasilhames. O caráter tecnológico adotado por um determinado grupo ou povo, em distintos contextos, é objeto de averiguação por parte da arqueologia para mudanças culturais e identitárias (Shepard, 1980; Oliveira, 1991; Santacreu, 2014; Delforge, 2017; Pedrozo, 2023).

Explorar alterações e escolhas tecnológicas, sobretudo de objetos corriqueiros como potes cerâmicos que refletem o dia-a-dia destes antigos povos possibilitam pensar sobre as mudanças, organização social e até trocas. Também vale salientar, que tais mudanças podem apontam para adaptações dos antigos ceramistas às necessidades e demandas que o ambiente físico lhes impunha (Shepard, 1980). Logo, talvez os ceramistas em Catauá recorreram mais ao uso de cerâmicas com redução interna dado ao consumo de pinhão, pelo fato de que a localidade possui uma altitude considerável e o manejo de araucárias, favorecido. Cerâmicas com partes internas reduzidas favorecem a conservação de umidade e, por conseguinte, a preservação de sementes como o pinhão. (Delforge, 2017).

Em suma, caso se confirme, houve mudanças culturais significativas. Os sítios arqueológicos pré-coloniais dentro do Campo das Vertentes possuem em suas cerâmicas tipos de queimas já distintos com aqueles presentes no Sul de Minas Gerais, também vinculados à mesma Tradição, isto é, o mesmo grupo taxonômico, é o caso da presença de pastas oxidadas, algo ausente nas porções meridionais do Estado (Delforge, 2017). E como apresentado nesta análise, existe também uma

variação internamente, não apenas dentro da própria localidade, mas também dentro da própria bacia hidrográfica. Esta pesquisa, mesmo prospectiva aponta para vários caminhos possíveis e um panorama geral dos sítios cerâmicos pré-coloniais no Campo das Vertentes.

5.2 Resultados Analíticos para Análise física dos solos estudados

Quanto à estrutura, ela se determina de acordo com dois aspectos: 1 – descritivo das unidades estruturais; e, 2 – tentativa de caracterizar, em relação à quantidade, a estrutura do solo, relacionando a medida obtida com elementos agronômicos das diversas unidades de solos, (GROHMANN in MONIZ, 1972, p. 101) e que são ponderados devido à união de partículas primárias (areia, argila e silte) em porções maiores (agregados: grupos naturais de partículas primárias (areia, silte, argila e materiais orgânicos) que ocorrem e persistem dentro do solo (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 73).

A classificação da estrutura, é assim definida: “1 – sem estrutura (grão simples e massivo); 2 – estruturado (granular, plana, blocos e prismático); e, 3 – estrutura destruída (turva)” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 73-75). E quanto à maneira como a estrutura se desenvolve, os componentes de origem do solo são provavelmente sem estrutura, não apenas massiva como grãos singulares, de acordo com sua textura. A estrutura progride com a transformação do material de origem em solo, devido à coação dos agentes de melhoramento. A expansão e contração dos fragmentos do solo são originados pelo movimento e secamento do solo. Planos gradativos de quebra ampliam nas faces internas do agregado. As raízes de plantas intercalam-se à massa, formando passagens e poros até desfalecer, construindo assim os espaços porosos no solo. Assim como a atividade animal pode destruir o solo em diferentes grupos de fragmentos. Logo, as plantas, animais e microorganismos são responsáveis pela cimentação que proporciona o equilíbrio dos agregados. Estes agentes em constantes atividades proporcionam à estrutura do solo, por meio de sua existência, maior diversidade com o decorrer do tempo (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 73-75).

A estrutura dos solos estudados, em sua maioria, foi classificada como blocos pequenos e maciços, 4 amostras, respectivamente; blocos pequenos e sub angulares, 3 amostras; blocos subangulares muito pequenos a pequenos, muito pequenos a pequenos, blocos subangulares a angulares e pequenos, uma amostra cada. Ou seja,

todos os perfis apresentaram estrutura em blocos angulares a subangulares, a única variação foi em relação ao tamanho dos blocos.

Já em relação aos latossolos, “solos mais velhos e intemperizados”, opostamente, exibem um material semelhante “terra de formiga ou pó de café: pequenos grânulos, soltos”, ficando entre este material um relevante espaço poroso. Ou seja, não há, “um arranjo face a face”, pois contendo gibbsita – que age “como uma cunha” - prejudica esse arranjo, inviabilizando a harmonização. Sendo que nas extremidades, “a terra poeirenta dos Latossolos”, com fragmentos desordenados visivelmente e a massa concentrada, com significativo arranjo face a face, permanecem os lugares intermediários. Então, “as estruturas (blocos subangulares, blocos angulares, prismas e colunas)” ordenam-se, revelando esse grau de arranjo” (RESENDE et al., 2014, p. 47-49).

Como observado acima, os solos da área de estudo são latossolos muito velhos e intemperizados, mas as estruturas em bloco são angulares a subangulares, indicando, portanto, ser um solo com presença de Gibssita, que, nos estudos micromorfológicos que serão analisados posteriormente, sugeriu esse solo ter passado por um processo de bauxitização, portanto, a estrutura desse solo seria explicada por esse processo.

A Unidade Estratigráfica 3, onde foi encontrado o Horizonte Orgânico Antrópico com Cerâmica e resultados laboratoriais expressando índices diferenciados de acordo com a análise do Laboratório, é a mais diferenciada, ou seja, apresenta os índices mais expressivos em praticamente todos os resultados. Acredita-se que isso é devido aos vestígios de cerâmica encontrados, destacando a existência de um solo totalmente distinto dos demais perfis analisados. O tipo de solo identificado é o Tipo 3, Textura Argilosa; a concentração de Argila é a segunda maior e igual ao P5HC; e, para Silte e Areia, não apresenta concentração expressiva em relação aos demais perfis.

Para o P1 e seus respectivos horizontes A, Bw e C, cujo solo é argiloso, o índice dag/Kg para argila oscilou decrescendo de 51, 49 e 48 respectivamente. Já em relação ao silte, no mesmo perfil, cujos índices são 15, 16 e 20 respectivamente, em ordem crescente. E para a areia, os índices são 34, 35 e 32. É o mineral mais perceptível a olho nu, podendo ser devido a sua característica de textura áspera, que contribui para a formação de um solo leve, e uma vez que possui alta capacidade de retenção de água (TROEH; THOMPSON, 2007).

Figura 5 – Foto Perfil 1



Fonte: Castro, G. 2025.

Quanto aos horizontes A, Bw e C do P2 e seus índices dag/Kg que são: 46, 51 e 37 para argila, indica que aconteceu o “movimento para baixo de partículas sólidas de argila” no fluxo descendente de água que ela possui grande capacidade de armazenar. Contudo, o deslocamento da argila persiste “mesmo depois que a formação da argila diminui, e como resultado muitos solos antigos perderam a maioria da sua argila do seu horizonte A”. E ainda com o passar do tempo, a argila do horizonte B tende a aumentar com a descida da argila do horizonte A e, devido ao silte e areia, que com o tempo se desgastam e transformam em argila. Assim, no horizonte B pode ocorrer a maior concentração de argila, que é uma das características do solo mais conhecido no mundo. A espessura das camadas de argila indica o grau de desenvolvimento do solo (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 17-18).

Figura 6 – Foto Perfil 2



Fonte: Castro, G. 2025.

Para o silte, os índices apresentados são: 21, 14 e 35 respectivamente, bastante distintos do P1, cujas oscilações acontecem devido diversos fatores como: climáticos, movimentos geológicos no decorrer do tempo e a profundidade do solo. Tanto os seres vivos pequenos ou grandes “produzem exsudatos e resíduos capazes de ajudar a juntar partículas de silte em unidades estruturais” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 164).

Em relação à areia, os índices são: 33, 35 e 28; assim como no P1, os valores oscilaram: reafirma-se que contribui para a formação de um solo leve, possui baixa capacidade de retenção de água. A areia não possui capacidade de atrair íons nutrientes de plantas e as perdas de nutrientes por lixiviação são maiores para um solo arenoso (TROEH; THOMPSON, 2007).

Tabela 01 Análise física de solos.

Identificação da amostra	Classificação do Solo	Argila	Silte	Areia
		---dag/kg---		
P1HA	Solo argiloso	51	15	34
P1HBw	Solo argiloso	49	16	35
P1HC	Solo argiloso	48	20	32
P2HA	Solo argiloso	46	21	33
P2HBw	Solo argiloso	51	14	35
P2HC	Solo argiloso	37	35	28
P3H com cerâmica	Solo argiloso	57	15	28
P3HA	Solo argiloso	51	18	31
P3HBw	Solo argiloso	53	11	36
P3HC	Solo argiloso	50	21	29
P4HA	Solo argiloso	54	17	29
P4HBw	Solo argiloso	54	16	30
P4HC	Solo argiloso	59	16	25
P5HA	Solo argiloso	51	20	29
P5HBw	Solo argiloso	54	16	30
P5HC	Solo argiloso	57	18	25

Fonte: Castro, G. 2025.

Na análise do resultado, o destaque é para o P3, uma vez que é onde foram encontrados artefatos de cerâmica indígena, em cuja confecção é usado o mineral argila, salientando que de acordo com os componentes “físicos do solo baseados na composição sólida e área superficial, conteúdo de argila e potencial de expansão-contracção podem ser bem indicados”. Somando-se a isso, os mecanismos de “indução eletromagnética e resistividade do solo podem fornecer uma condutividade elétrica do solo rápida e espacialmente referenciada”, que demonstra uma harmonização de “mineralogia do solo, sais, umidade e textura, e é uma medida composta das propriedades do solo”, (PEREIRA et al., 2020, p. 10).

Logo, os horizontes e os respectivos índices encontrados para P3H com cerâmica, P3HA, P3HBw, P3HC para argila: 57, 51, 53, 50, sendo a argila um mineral de extrema importância para o solo uma vez que ela possui grande capacidade para

armazenamento de água e pode garantir a umidade do solo, o que é imprescindível para determinadas culturas. A fração argila é a porção “ativa do solo, isto é, a principal sede dos fenômenos físico-químicos que nele se processam” e nesse resultado demonstrou índices significativos. Quando as argilas apresentam componentes mineralógicos diversos, mesmo que com tamanhos idênticos, podem se mostrar com ações de superfície bem transformada (MONIZ, 1972, p. 14).

O acúmulo de argilas em horizonte B acontece pelo fato de que com o tempo elas aumentam, por causa da argila constante no horizonte A, que é assentada no horizonte B. O horizonte B pode amontoar uma aglomeração maior do que o horizonte A ou C do mesmo solo. Quando há significativas diferenças “no teor de argila nos horizontes A e B são chamados de fortemente diferenciados” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 18).

Figura 7 – Foto Perfil 3 Cerâmica vazando



Fonte: Castro, G. 2025

A argila possui um aspecto áspero e duro se estiver seca e pegajosa e plástica, se estiver molhada. As argilas podem alterar seu tamanho notavelmente quando absorvem água e posteriormente encolhem e provocam rachaduras se o solo estiver seco. A argila é mais ativa do que a areia e o silte (TROEH; THOMPSON, 2007)

O resultado expressivo confirma que o índice de argila no Horizonte A continua constante por milhões de anos e é um solo que pode ser definido como retentor de água (TROEH; THOMPSON, 2007).

Ao analisar solos de textura mais grossa, no Brasil, percebe-se que o entendimento “das funções do solo depende do estabelecimento de critérios distintos para o conhecimento e dinâmica” do teor e “mineralogia da fração argila” pela capacidade de retenção de água. Tal entendimento contribui para ações que visam “a conservação e manejo da fertilidade dos solos”, assim como o potencial agrícola (PEREIRA et al., 2020, p. 7).

Quando, na separação das frações do solo, as frações mais finas, denominadas argila, “são separadas por meio da sedimentação das partículas de areia fina na suspensão já devidamente dispersada e estabilizada” (MONIZ, p. 17).

A composição da fração argila do solo é constituída especialmente de: “silicatos hidratados de alumínio, cristalinos e amorfos, respectivamente, argilo-minerais e alofanos” e ainda pelos “silicatos hidratados de alumínio, ferro e titânio”. Sendo que a existência de tais combinações não se limita somente à fração argila (MONIZ, p. 29).

As insignificativas concentrações de argilas em determinadas rochas podem ser devidas ao “fato de que a própria rocha tem baixas concentrações de argila”, decorrente dos baixos índices “de micas e feldspatos encontrados na sua composição” (ROCHA, 2011, p. 100).

Deve-se observar que em solos em colapso – quando perdem sua estrutura e capacidade de suporte, devido compactação, perda de M.O., erosão, entre outros – “no entanto, envolve a ação de placas de argila nas ligações entre os grãos volumosos de areia e silte”. Inúmeras disposições das “placas de argila são possíveis, dependendo das origens geológicas e da história do solo”. Se a argila se cristalizou diretamente no sedimento ou rocha original, pode ocorrer o “efeito casca de cebola de placa paralela ao redor das partículas de quartzo”. Pode ocorrer que “alternativamente, se a argila estivesse originalmente em suspensão na água dos poros”, logo a evaporação progressiva permitiria com que as “placas de argila recuassem com a água para os meniscos nos contatos interpartículas” (BARDEN; MCGOWN; COLLINS, 1973, p. 50).

Quanto ao silte, com índices de 15, 18, 11 e 21, “nos casos em que o solo consiste em areia com um ligante de silte fino, assume-se que forças capilares simples fornecem as ligações silte-silte e silte-areia, um arranjo esquemático” (BARDEN;

McGOWN; COLLINS, 1973, p. 50). As partículas das frações de silte, assim como dos dois outros minerais – areia e argila –, são determinadas de acordo com o diâmetro das frações, que são aproximadamente iguais, o que confirma que aqui o silte está lixiviado, já que é a parte do solo que está mais evidente às ações naturais como sol, chuva, vento e influência dos organismos vivos (TROEH; THOMPSON, 2007).

A fração silte é imprescindível na existência de meso e microporos e, “consequentemente, na retenção de água”. Observa-se ainda que “as frações areia e silte”, indicam “que solos siltosos favorecem o selamento do solo”, prejudicando a elevação dos índices “de infiltração e promovendo maior escoamento superficial”, o que pode possibilitar elevada “erosividade dos solos”. A situação pode ser constatada “em campo da área de estudo, uma vez que nos solos eram mais siltosos foi detectado maior densidade de erosões em sulcos” (ROCHA, 2011, p. 100).

Quanto à areia, com índices bastante significativos 28, 31, 36 e 29, destaca-se que a areia apresenta ao solo como característica sua textura áspera que permite sua visibilidade a olho nu (TROEH; THOMPSON, 2007).

Em relação à textura do solo, que define as características físicas mais constantes e retrata “a distribuição quantitativa das partículas sólidas minerais quanto ao tamanho”, areia, argila e silte, são três componentes texturais do solo que indicam grandiosidade de tamanhos distintos em relação ao “Sistema de classificação” usado (FERREIRA, in JONG VAN LIER, 2010, p. 3).

Nas ocorrências de atrito do solo acontecem quebras de “partículas minerais do solo em tamanhos menores. Parte da areia é reduzida ao tamanho de silte, e parte do silte é reduzida a argila” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 16).

As frações grosseiras, areia fina, média e grossa, não encontradas no solo analisado, são separadas por tamisação, e secas em estufas e pesadas para a obtenção dos respectivos percentuais (ROCHA, 2011, p. 64).

Uma das características dos solos arenosos é que eles apresentam insignificante teor de coesão, porque “adsorvem pouca água e não possuem ligações eletrostáticas entre os grãos de areia, funcionando, desta forma, como corpos quimicamente inertes” (ROCHA, 2011, p. 98).

De acordo com o resultado para o P4, os respectivos valores para argila são: 54, 54 e 59, com alto valores confirmando que a argila é a porção ativa do solo. Para o silte, os índices são 17, 16 e 16, apenas suas partículas grosseiras podem ser vistas a olho nu. Se o material apresenta alto teor de silte, ao esfregá-lo nas mãos (entre o

polegar e os dedos), “a sensação é de maciez como farinha ou talco”. E em relação à areia, os resultados são: 29, 30 e 25, sendo o resultado menor em comparação com os anteriores. A areia com índice significativo no horizonte A representa que é um solo fortemente desenvolvido (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 19 e 26).

Figura 8 – Foto Perfil 4



Fonte: Castro, G. 2025

Finalmente, para o Perfil 5, os resultados apresentados para argila são: 51, 54 e 57, que também são muito significativos e mais uma vez reforçam a importância da argila. Para o silte os valores são 20, 16 e 18, representando um decréscimo significativo e voltando a ter um acréscimo na mesma proporção, podendo significar processo de desgaste. Mesmo sendo componentes secundários nas rochas sedimentares, a areia, silte e argila possuem função muito importante já que o “carbonato de cálcio é dissolvido e removido pelo intemperismo com a formação do solo no material que é deixado para trás” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 40). Encerrando com o índice da areia que conta com os valores 29, 30 e 25, iguais aos valores do Perfil 4, percebe-se a significância desses valores em todos os perfis. Fazendo uma comparação, “essa mineralogia se repete na região dos solos bem drenados da região Amazônica brasileira” e aqui no sítio estudado, e é considerada

como “reflexo da pobreza do material de origem, das boas condições de drenagem e do tempo de exposição dos sedimentos aos agentes bioclimáticos” (COSTA CAMPOS et al., 2011, p. 605).

Figura 9 – Foto Perfil 5



Fonte: Castro, G. 2025

5.3 Resultados Analíticos para Análise Química dos solos estudados

Em relação à análise dos resultados analíticos das amostras, quanto à descrição para os minerais, do que se observou para o Potássio – K, segue:

No perfil P1HA, K=26,58, P1HB 11,67 e P1HC 10,11 mg/dm³, respectivamente, demonstrando uma redução no Horizonte superficial ao horizonte mais profundo, horizonte C, pois é o horizonte mais instável de alteração da rocha, sendo comum ter minerais primários em maior quantidade. No P2, houve uma oscilação em um dos horizontes: P2HA = 39,12, P2HB 16,07 e P2HC 22,09, onde o horizonte C é o horizonte de transformação, instável, mais próximo da rocha. Para o P3H Antrópico com cerâmica, P3HB e P3HC os índices 17,46; 7,67 e 5,68 mg/dm³, de K,

respectivamente, são os menores se analisados com os demais horizontes e perfis. É normal que os menores valores apareçam no horizonte B, uma vez que é o horizonte de maior alteração, e a concentração de minerais primários tende a ser menor. Pode também haver no horizonte B mineral que foi transportado do horizonte A. Para P4HA, P4HB e P4HC: 34,56; 13,33 e 13,26 mg/dm³, respectivamente, o destaque é para o perfil A, provavelmente devido à adubação. Para P5HA, P5HB e P5HC, assim como no perfil 2, também houve oscilação no resultado entre os perfis: 44,92; 18,66 e 26,32 mg/dm³.

Observa-se ainda que a grande concentração de K em todos os horizontes A: P1HA = 26,58; P2HA = 39,12; P4HA = 34,56; e P5HA = 44,92 mg/dm³, pode ser, provavelmente, por tratar-se de horizontes antrópicos e devido aos processos de adubação nas pastagens, sendo que o horizonte B apresenta valores mais baixos, o que é esperado por ser o horizonte de maior grau de evolução, portanto mais lixiviado, o que é normal, pois é o horizonte de maior alteração e a concentração de minerais primários tende a ser menor. Para o horizonte C, o aumento também é esperado, por se tratar do horizonte mais instável de alteração da rocha e por ter mais minerais primários em alteração e em maior quantidade, podendo então liberar o potássio.

O K possui grande mobilidade no solo, sendo facilmente lixiviado, isto porque é adsorvido com menor intensidade que o Alumínio - Al, Cálcio - Ca e Manganês - Mn, nas superfícies da Matéria Orgânica – M.O. e das argilas (KERN, 1988, p. 77).

O Potássio não faz ligações de componentes orgânicos, como por exemplo, o enxofre, nitrogênio e fósforo. Ele se mantém como íon ativo que permanece nas células de plantas vivas, mas instantaneamente lixiviados de matéria orgânica decomposta. Isso confere ao potássio inorgânico o fundamental agente na dispersão deste elemento no solo. Já a M.O. se apresenta “como fonte de sítios de permuta de cátions que atrai prontamente os íons disponíveis de potássio” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 376).

Os jovens solos brasileiros, constituídos de materiais de origem com abundância em mica e feldspato, podem apresentar elevados índices de K. Por outro lado, os solos com elevado índice de intemperização são, geralmente, carentes em K e possuem quantidades restritas deste elemento (MELO et al., 2009).

Mais especificamente, em Minas Gerais, na mineralogia de solos cultivados com eucalipto, verificou-se que a reserva de K era impossível de comprovar a médio

e longo prazo, o que caracteriza a ausência do material de origem referente a este componente (MELO et al., 2009).

A intemperização dos minerais de K é semelhante à dos demais minerais no solo. O índice deste elemento não altera muito no solo, mesmo com o decorrer dos tempos e os principais minerais de solos que retêm potássio são: a mica e o feldspato (TROEH; THOMPSON, 2007). Como a área de estudo é formada por embasamento granito/gnaiss, é comum ter uma fonte primária de micas e feldspatos, por isso o K nesse solo tem valores relevantes.

A lixiviação que acontece em áreas mais úmidas deve ser semelhante à derivada da irrigação adicional, mas a versatilidade característica dos solos dificulta a avaliação quantitativa do clima. A água da irrigação suplementar lixivia o K do solo e amplia a urgência do plantio pela capacidade de produção elevada (TROEH; THOMPSON, 2007).

Para o Fósforo – P, no contexto aqui analisado, o perfil que contém artefatos cerâmicos apresentou teores de fósforo elevados somente no horizonte de referência e a mais elevadas: Capacidade de Troca Catiônica – CTC, 12,19 cmolc/dm³ e Matéria Orgânica – M.O, 4,16 Dag/Kg. Essa elevada aglomeração de fósforo sugere a existência antrópica no local, tendo em vista que o fósforo possui significativa “mobilidade vertical por lixiviação e por processos pedogênicos”, (TROUFFLARD; ALVES, 2019, p. 8-9).

Tabela 02 – Análise Química de solos.

Identificação amostra	pH(KCl)	pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H+Al
			-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ -----			
P1HA	-	4,9	26,58	0,61	8,00	0,36	0,00	0,80	5,30
P1HB	-	5,5	11,67	0,16	8,00	0,15	0,00	0,30	2,90
P1HC	-	6,4	10,11	0,00	5,00	0,11	0,00	0,00	1,60
P2HA	-	5,0	39,12	0,72	10,00	0,36	0,00	0,40	4,60
P2HB	-	5,3	16,07	0,00	5,00	0,05	0,00	0,10	2,20
P2HC	-	5,5	22,09	0,00	5,00	0,21	0,00	0,00	1,50
P3H com cerâmica	-	5,3	17,46	9,60	8,00	0,05	0,00	1,60	12,10
P3HA	-	5,27	20,5	0,89	8,8	3,71	0,00	0,33	3,44
P3HB	-	5,2	7,67	0,08	5,00	0,04	0,00	0,20	2,10
P3HC	-	5,9	5,68	0,00	7,00	0,38	0,00	0,10	1,40
P4HA	-	4,6	34,56	1,13	7,00	0,33	0,00	0,70	4,30
P4HB	-	4,9	13,33	0,07	5,00	0,41	0,00	0,20	3,20
P4HC	-	5,5	13,26	0,00	40,00	0,25	0,00	0,10	1,80
P5HA	-	5,0	44,92	0,95	10,00	0,82	0,00	0,30	5,00
P5HB	-	5,0	18,66	0,00	5,00	0,09	0,00	0,10	2,10
P5HC	-	5,0	26,32	0,00	4,00	0,10	0,00	0,00	1,50

Fonte: Castro, G. 2025.

Em relação ao Fósforo, maior indicativo de ocupação humana, no perfil P1HA, $P=0,61$, $P1HB = 0,16$ e $P1HC = 0,00 \text{ mg/dm}^3$, respectivamente, demonstrando uma redução muito significativa no Horizonte superficial ao horizonte mais profundo. No P2, houve uma notável elevação do horizonte mais superficial para os demais: $P2HA = 0,72$; $P2HB$ e $P2HC = 0,00$; onde o A é o mais superficial, mais sujeito a receber interferências como adubação, rejeitos humanos e o mais distante da rocha mãe. Para o P3H Antrópico com cerâmica, o teor de incidência de fósforo foi de 9,60; $P3HB$ e $P3HC$ os índices de 0,08 e $0,00 \text{ mg/dm}^3$, respectivamente, são os maiores, uma vez que é o horizonte em cujo perfil foram encontrados os vestígios de cerâmica indígena que caracterizam ocupação humana antrópica. Para $P4HA$, $P4HB$ e $P4HC$, os valores são: 1,13; 0,07 e $0,00 \text{ mg/dm}^3$, respectivamente, o destaque é para o perfil A, que devido ser o mais superficial, que também é o mais sujeito a receber indícios de ocupação humana. Para $P5HA$, $P5HB$ e $P5HC$, os teores encontrados são: 0,95; 0,00 e $0,00 \text{ mg/dm}^3$, respectivamente.

De acordo com este trabalho, observa-se ainda a grande concentração de P nos resultados para: $P1HA = 0,61$; $P2HA = 0,72$; $P4HA = 1,13$; e $P5HA = 0,95 \text{ mg/dm}^3$. Para os horizontes B, os índices $P1HB = 0,16$; $P2HB = 0,00$; $P3HB = 0,08$; $P4HB = 1,13$; e $P5HB = 0,00 \text{ mg/dm}^3$ e para todos os horizontes C, os valores foram nulos; isso pode ser pelo fato de que o fósforo retirado da matéria orgânica é componente da disposição dos compostos. Este fósforo pode estar incluído nas reações químicas, “não obstante prende-se firmemente no lugar e não fica disponível às plantas até que a matéria orgânica se decomponha” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 345). Ainda, de acordo com estes autores, o P orgânico pode ser anulado pela intervenção de reações químicas se o pH for alto ao ponto de permitir a ruptura da matéria orgânica, que em grande volume eleva a quantidade de fósforo acessível no solo.

Ainda de acordo com estes autores, o fósforo orgânico normalmente é mais estável em pH menor do fósforo que em pH mais elevado. Para corrigir a acidez, fixar o fósforo na matéria orgânica – e beneficiar a vegetação local – em solos ácidos, usa-se a calagem. No perfil analisado com TP e cerâmica, o pH encontrado foi 5,3; 5,2 e 5,9 respectivamente e o fósforo: 9,60; 0,08 e $0,00 \text{ mg/dm}^3$.

O índice de fósforo orgânico mostra, praticamente, distribuição igual à matéria orgânica (4,16; 0,90 e 0,35 Dag/Kg no solo analisado para este trabalho). Em um horizonte A, de um solo colorido e escuro pode-se encontrar valores praticamente

iguais de fósforo orgânico e inorgânico. Normalmente a quantidade de fósforo orgânico é quase igual à de fósforo inorgânico descartada no horizonte A, onde o índice total de fósforo apresenta-se mais ou menos semelhante ao material não lixiviado. Uma porção do fósforo orgânico é transformada em inorgânica e conseqüentemente, tornando o fósforo inorgânico em maior quantidade na superfície e não em solo profundo (TROEH; THOMPSON, 2007).

Já o horizonte B, de um solo com maior grau de intemperismo, frequentemente apresenta menor índice de fósforo em relação aos demais locais do perfil. A lixiviação transfere maior quantidade de fósforo do horizonte B do que sua devolução pela MO. Há ocorrência de vegetação, cujas raízes absorvem e provocam a redução do índice de fósforo tanto no horizonte B quanto no A (TROEH; THOMPSON, 2007).

Dentre os vários nutrientes encontrados nos solos antrópicos, o fósforo apresenta destaque principal como importante indicador de horizontes antrópicos, ou seja, ocupação humana. Assim, o principal parâmetro de classificação de solo antrópico pela FAO e pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, é o P, que é também um imprescindível norteador de atividades de grupos humanos pretéritos. Incontáveis elementos são inseridos no solo pelas pessoas que, com o decorrer do tempo, vão somando e contribuindo para um grande enriquecimento desses elementos. Porém, poucos elementos são tão afetados com tanta facilidade, persistente e localizado em proporcional concentração, como o fósforo (SOUZA, 2011).

O fósforo é um elemento fundamental para todos os seres vivos, é a segunda substância mineral encontrada em maior quantidade em nosso corpo e 80% compõem nossos dentes e ossos, tornando-o como o componente mineral em um índice de 20% presente no corpo humano. Nas plantas ele é o responsável pela respiração, função celular, fotossíntese, reprodução e transferência de genes. Sua importância está também na produção de culturas, pois em alguns solos naturais não há quantidade de fósforo acessível para contribuir com alta produtividade, (FALCÃO et al., 2009).

Por outro lado, a não disponibilidade do P é um fator que impede o desenvolvimento agrícola, pois onde há grande concentração deste elemento é possível produzir espécies agrícolas por até quarenta anos sem interferência nos resultados da produção, pois considerável parte do P pode tornar-se parte de compostos orgânicos, ou ser incorporado pelos micro-organismos, que nas duas situações proporcionam elevação dos teores de P orgânico no solo. Observa-se ainda

que os teores de P total também podem ser modificados a longo prazo devido à perda por lixiviação, erosão ou exportação quando na ocorrência de colheitas cultivadas nos solos antrópicos (SOUZA, 2011).

Como analisado pela autora, nos solos tropicais ácidos e intemperizados, pode haver falta de fósforo em sua composição. Por exemplo, na Amazônia, normalmente, percebem-se teores não significativos de P, especialmente em solos ácidos, ricos em Al cuja capacidade de fixação é grande, juntamente com a deficiência natural, devido aos pequenos teores de P existentes no material de origem do solo, que normalmente a composição é derivada de sedimentos (KERN, 1988). Assim, a oscilação de P no perfil pode ser resultante dos “compostos húmicos do solo que são capazes de solubilizar este elemento, permitindo uma maior mobilidade” (KERN, 1988, p. 64).

O fósforo é um dos componentes do solo mais estudado nas pesquisas arqueológicas, “já que sob diversas condições edafológicas, ele se adere e fixa ao solo”. Normalmente “pode-se delimitar a área de uma antiga ocupação através de seus indicadores” (REBELLATO, 2007, p. 95).

O fósforo é um elemento normalmente presente nas argilas. Contudo, contaminações com fosfatos derivados da adubação de terras ou da presença próxima de cadáveres, no caso de amostras arqueológicas, podem conduzir a teores neste elemento, anormalmente elevados (CASTRO, 1998).

A associação de fosfato com áreas de atividades está integrada ao ciclo do fósforo, como por exemplo, quando as plantas são rejeitadas, como lixo e dejetos humanos, há o mecanismo de desintegração e o fósforo é imediatamente “absorvido ou fixado na superfície do solo em diminutos fragmentos e assim podem conservar por tempo interminável” (REBELLATO, 2007, p. 95-96).

Devido à “bioturbação e pedoturbação as terras pretas apresentam uma maior mobilidade de P e Ca, que os solos próximos”. Assim, os resultados mostram uma elevada quantidade de P no P3H antrópico com cerâmica, devido à mobilidade de fragmentos ósseos, excrementos, restos de comida, lixo de cozinha e alguns utensílios domésticos feitos com partes de plantas para as camadas mais profundas. Este movimento vertical do P é aceito devido à percolação natural, que permite o deslocamento dos nutrientes para baixo ou até mesmo para cima, devido à atividade biológica no solo (REBELLATO, 2007, p. 96)

O índice de fósforo orgânico é relativo aos índices de matéria orgânica, pH, clima, cultivo e demais atividades existentes nos solos. Uma elevação no teor da

matéria orgânica de um solo é um motivo nítido para acelerar a elevação ou declínio do índice de fósforo orgânico, o que não acontece tão claramente com outros fatores (TROEH; THOMPSON, 2007).

Sódio – Na

Quanto ao sódio, neste trabalho, em relação à distribuição do Na, na superfície, ele apresentou oscilação significativa em um dos perfis/horizonte analisados e será demonstrado na sequência, onde mais detalhadamente, observa-se: P1HA: 8,00; P1HB: 8,00 e P1HC: 5,00. Para P2HA: 10,00; P2HB: 5,00 e P2HC: 5,00. No P3, os índices são: P3H: 8,00 – horizonte com artefatos cerâmicos; P3HB: 5,00 e P3HC: 7,00. Para P4HA: 7,00; P4HB: 5,00 e P4HC: 40,00; e finalizando: P5HA: 10,00; P5HB: 5,00 e P5HC: 4,00 mg/dm³. As reduções e oscilações entre os horizontes mais superficiais para os mais profundos, exceto no perfil 4, onde houve uma redução e elevação/oscilação muito significativa entre os perfis A, B e C: destoando entre 7,00; 5,00 e 40,00 mg/dm³, o que possivelmente, se explica devido à facilidade de lixiviação do elemento sódio (BRITO; ROLIM; PEDROSA, 2005).

Alguns elementos químicos encontrados nos sítios arqueológicos podem ser oriundos de contaminações das amostras, especialmente quando se trata de amostras arqueológicas e etnográficas. Isso pode acontecer, por exemplo, com o sódio (Na), que é um elemento químico encontrado nas argilas e cerâmicas. Sua origem pode ser através de contaminações das amostras com sal de cozinha (cloreto de sódio). Além disso, algumas amostras etnográficas, de uso frequente como louça de cozinha, apresentam valores “inesperados” de teores de sódio, sugerindo contaminação com sal (CASTRO, 1998).

O sódio está presente em feldspatos e não é encontrado nas micas. Os íons de sódio encontrados no solo, não predispostos à fixação e constantes “menos fortemente nos sítios de permuta de cátions que o potássio, o magnésio ou o cálcio”. Assim, o Na é o cátion essencial que é naturalmente mais lixiviado no solo. Este é o motivo pelo qual os valores de sódio diminuem progressivamente com o decorrer do tempo. Possivelmente, boa parte do sódio estende-se até o oceano, proporcionando a maior ocorrência do sal mais volumoso, o cloreto de sódio (TROEH; THOMPSON, 2007).

Cálcio – Ca

Neste estudo, os valores do Ca foram mais elevados nos horizontes superficiais, como demonstrado: P1HA: 0,36; P1HB: 0,15 e P1HC: 0,11. Para P2HA: 0,36; P1HB: 0,05 e P1HC: 0,21. No P3, os índices são: P3Horizonte com artefatos cerâmicos: 0,05; P3HB: 0,04 e P3HC: 0,38. Para P4HA: 0,33; P4HB: 0,41 e P4HC: 0,25; e finalizando: P5HA: 0,82; P5HB: 0,09 e P5HC: 0,10 cmolc/dm³. No sítio estudado e conforme dados do P3Horizonte com artefatos cerâmicos, as TPAs apresentam altos níveis de nutrientes, onde especialmente o Ca pode ser oriundo de restos de ossos humanos e de animais, além da formação de complexos matéria orgânica-cálcio, de alta estabilidade (elevados teores de Ca). Porém, percebe-se que no horizonte com cerâmica a redução e oscilação é significativa em relação aos outros perfis do mesmo horizonte. Ou seja, os teores de Ca oscilam entre os perfis, especialmente o P3H Com Cerâmica = 0,05, destoando dos demais, e no horizonte C deste mesmo perfil, o índice aumenta significativamente para 0,38 cmolc/dm³, o que pode ser reflexo da lixiviação, variação do tempo e da densidade da ocupação humana no sítio (CAMPOS et al. 2010).

O cálcio é o quinto elemento mais encontrado na terra. Em uma de suas formas, fosfato de cálcio, é o fundamental componente inorgânico dos dentes e ossos. É considerado, também, de grande importância no âmbito de abandono da ocupação humana. É encontrado em grandes concentrações em todos os fluidos e tecidos animais, sendo assim depositado em grandes quantidades com excreções e decomposição da carne (CÓRDOBA, et al. 1991).

De maneira geral, os solos podem ser entendidos como sistemas abertos em si, tratando de carbonatos: Cálcio e Magnésio, devido à disseminação disponível do CO₂ atmosférico para os poros internos do solo, além dos mecanismos de lixiviação de Ca e Mg que são normais no processo de desenvolvimento do solo. Por consequente, o CO₂ gerado pelos organismos vivos constantes no solo, na fase de decomposição da M.O., pode-se propagar para o espaço, e reagindo com a água do solo, causar modificações no pH e na dissolução de inúmeros componentes, dentre eles, nutrientes das plantas (MELLO; PEREZ, in MELLO; ALLEONI, 2009).

Índices reduzidos de cálcio ocorrem em solos muito lixiviados com pequena capacidade de troca de cátions, principalmente em solos tropicais muito intemperizados que retêm muito óxido e argila, dificultando crescimento e

produtividade, que podem ser normalizados e corrigidos com fertilizantes de cálcio (TROEH; THOMPSON, 2007).

O cálcio trocável no solo apresenta imprescindível vinculação com o pH do solo e com a disponibilidade de demais elementos. Os índices de cálcio ou de outros cátions básicos encontrados no solo são baixos nos perfis analisados. Os demais elementos têm elevada solubilidade devido ao alto índice de intemperismo, ou seja, quando o solo se altera para ácido e eleva-se quando este se encontra mais alcalino. O elevado índice de cálcio proporciona “baixa solubilidade de fósforo, ferro, manganês, boro e zinco, podendo ainda promover a deficiência” destes importantes nutrientes no solo (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 405).

Em grande parte dos sítios arqueológicos, a cinza oriunda de material vegetal proporciona a mais elevada “fonte de cálcio pois, embora tanto vegetais frescos quanto incompletamente queimados” estejam colocados em ambientes humanos rurais e coletivos, o índice de cálcio na cinza vegetal é mais elevado em relação quando em tecidos vegetais desidratados (WOODS, 2009, p. 67).

Magnésio – Mg

Neste estudo, os valores nas amostras para magnésio em todos os horizontes foram indisponíveis.

Pelas características das rochas de embasamento, o solo é pobre em Magnésio devido às rochas de granito, que são rochas ígneas – “correspondem a aproximadamente 80% do volume da litosfera e como exemplos: basalto e riolito” (MEURER, 2010) – ácidas, compostas por cristais de feldspatos potássicos, quartzo e mica como minerais fundamentais. Os granitos apresentam-se em inúmeras variedades, diversificando-se quanto à textura: grossa, média ou fina e pela tonalidade/coloração, podendo ser: avermelhada, rosada, amarelada e cinza. Normalmente, a estrutura é em forma compacta e não possui altas modificações (FRAZÃO, 2012).

A formação química da rocha define sua constituição mineralógica e o maior índice de componentes de uma rocha, onde uma classificação deve estar estruturada, também é de suma importância para analisar questões referentes ao magma (SGARBI, 2007).

Se o magnésio é detectado naturalmente em solos tropicais é consequência da solubilização de minerais primários no decorrer dos processos de composição dos solos (BENITES, 2010). O magnésio em rochas ígneas está intimamente relacionado com os minerais que contêm ferro (ferro-magnésio), como olivina, vários inossilatos e a mica biotita. Ele ocorre em rochas sedimentares como componente do mineral dolomita (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 409).

As olivinas, por exemplo, “são um grupo de minerais formadores de rocha, caracterizada pela fórmula química $(\text{Fe,Mg})_2\text{SiO}_4$.” A composição é diversificada devido à quantidade de Fe e Mg encontrados em sua estrutura química. São minerais considerados imprescindíveis, constituem, definem, classificam e caracterizam grande parte da mineralogia das rochas e estão presentes especialmente nas rochas ígneas ricas em magnésio, tais como: gabro, peridotito e basalto (NASCIMENTO-DIAS; ANJOS, 2021, p. 2).

Os solos apresentam aptidão a serem esgotados de magnésio antes de terem retirado dos minerais mais sólidos de potássio, sódio e cálcio. A junção com o ferro termina quando “o ferro é oxidado de compostos ferrosos (Fe^{2+}) para compostos férricos insolúveis (Fe^{3+}) enquanto o magnésio é lixiviado” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 409).

Quanto às intemperizações, elas são rigorosas e, em conjunto com a erosão do solo e eluviação de argilas, tendem a diminuir o conteúdo de magnésio no espaço superior dos horizontes do solo. O magnésio, pode então ser solto tanto quanto em porções de “silte quanto de argila e até o magnésio entre a camada” e a sua estrutura na forma mais cristalina (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 409).

Alumínio – Al

No solo estudado e no resultado destacado – P3H com cerâmica – os teores de alumínio oscilam entre 1,60; 0,33; 0,20 e 0,10 cmolc/dm^3 , respectivamente nos horizontes superficiais analisados, sendo o alumínio um dos elementos mais resistentes e mais facilmente encontrado na natureza (ROCHA, 2011).

O alumínio nas camadas mais superficiais oscila e constata-se que, de acordo com a profundidade, ele reduz em todos os horizontes chegando a ser nulo em alguns: P1HA: 0,80; P1HB: 0,30 e P1HC: 0,00. Para P2HA: 0,40; P1HB: 0,10 e P1HC: 0,00. No P3, os índices são: P3HA: 1,60 – horizonte com artefatos cerâmicos; P3HB: 0,20

e P1HC: 0,10. Para P4HA: 0,70; P4HB: 0,20 e P4HC: 0,10; e finalizando: P5HA: 0,30; P5HB: 0,10 e P5HC: 0,00 cmolc/dm³.

O alumínio é encontrado em praticamente todos os minerais do solo, o que define sua importância química na ciência do solo. Consequentemente, os minerais do solo são constituídos “por agrupamentos de ânions acomodados hermeticamente em torno de um cátion” e são predominantemente, aluminossilicatados e óxidos de Fe e Al. (MELLO; PEREZ in MELO; ALLEONI, 2009, p. 162).

No processo do intemperismo químico, o alumínio é “liberado de minerais primários e precipita, formando minerais secundários”, como por exemplo os aluminossilicatados e óxidos de alumínio. Estas reações proporcionam interesse especial para a agricultura, essencialmente na nutrição vegetal, uma vez que o Al em concentrações elevadas é tóxico para as plantas (MELLO; PEREZ in MELO; ALLEONI, 2009, p. 162).

Em outras situações, os elevados índices de alumínio, retirados da estrutura cristalina dos minerais do material de origem – e não do solo como analisado neste trabalho – sem conexão com atuação humana pretérita, podem estar relacionados com a riqueza em minerais primários como, por exemplo, as grandes concentrações de Fe e Al na rede cristalina (SOUZA, 2011).

Como um dos elementos mais importantes na química dos solos, o alumínio é quimicamente inativo, pois é retido na estrutura mineral. Sua forma e ligações são imprescindíveis na formação de um ou mais íons, que, consumidos pelas micelas (poliânions), são ingeridos pelas plantas, mas o Al não é fundamental para o crescimento das mesmas e às vezes, em condições ácidas, torna-se solúvel a ponto de ser tóxico para elas (TROEH; THOMPSON, 2007).

O alumínio com aspecto de gibsita é um obstáculo à intemperização, como transcrito:

Entretanto, os íons de alumínio e silício entram na solução do solo como compostos intemperizados de minerais aluminossilicados. Apenas uma pequena quantidade desses íons está em solução a qualquer momento porque sua solubilidade é baixa. Perdas a partir das soluções ocorrem pela formação de minerais secundários como o quartzo, a gibsita ou caulinita. Alguns destes materiais dissolvidos são eluviados para um horizonte mais profundo onde os minerais secundários cristalizam-se e agem como agentes cimentantes em alguns solos (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 222).

O alumínio trocável nos solos, Al³⁺ – também intitulada “acidez trocável” devido à relação Al e pH, resultantes “das reações de hidrólise das espécies solúveis do Al”

– indica que não se define concentrações de Al na solução dos solos, uma vez que são muito reduzidas. Esta definição é resultante da forma de caracterização mais rotineira, “que é a titulometria de neutralização”, considerando que toda acidez titulada se relaciona à hidrólise do Al encontrada na solução salina, produzindo hidrólise ácida. Isso não gera maiores empecilhos, se o objetivo for somente análise da fertilidade com a finalidade de correção da acidez do solo (MELLO; PEREZ in MELO; ALLEONI, 2009, p. 169-170).

Manganês – Mn

O manganês é um elemento químico oriundo de processo de oxidação, aparecendo de maneira mais limitada quando equiparado com o ferro devido a sua grande solubilidade (ROCHA 2011).

Especialmente nos horizontes A, analisados neste trabalho, apresentaram-se os seguintes indicadores para manganês: 9,20; 19,10; 12,10; 12,90 e 16,70 mg/ dm³. Observou-se que houve oscilação e grande redução em alguns horizontes superficiais para os horizontes com maior profundidade: P1HA: 9,20; P1HB: 4,90; P1HC: 2,40. Para o perfil 2, P2HA: 19,10; P2HB: 2,30; P2HC: 1,00. Quanto ao perfil 3, com artefatos cerâmicos: 12,10; P3HB: 1,50; P3HC: 1,70, houve brusca oscilação. Para o perfil 4, os índices encontrados foram: P4HA: 12,90; P4HB: 4,50; P4HC: 4,70, também com oscilação como no perfil 3. E para o perfil 5: P5HA: 16,70; P5HB: 3,20; P5HC: 1,90 mg/ dm³, com significativa redução.

A química de determinados elementos – também conhecidos como menores ou elementos-traço – que se apresentam com pequenos índices no solo e sedimentos são de compreensão muito difícil, pois abrangem “equilíbrios de dissolução/precipitação, oxirredução, complexação e adsorção. Normalmente são metais pesados e vários deles são tóxicos, se encontrados nos solos em altas proporções. Alguns são imprescindíveis para os seres vivos e outros ainda não possuem utilização biológica identificada. Quando os elementos-traço são fundamentais, eles são identificados como micronutrientes, devido às proporções mínimas exigidas pelos seres vivos, como por exemplo o Mn, que por outro lado, é um elemento imprescindível para o controle ambiental devido sua grande susceptibilidade e solubilidade depender das variações de pH e “potencial redox do meio, em relação aos demais metais pesados” (MELLO; PEREZ in MELO; ALLEONI, 2009, p. 199-200).

Áreas cujos solos foram alterados por populações pretéritas, denominados Terra Preta (TP), Terra Preta Arqueológica (TPA), Terra Preta de Índio (TPI) ou solo antrópico, apresentam elevada fertilidade, devido aos altos teores de componentes e nutrientes como por exemplo o Mn, que é também, encontrado em sítios arqueológicos contendo TP. A grande concentração é um indício de que nessa região aconteceu enorme impacto humano causado pelo ser humano através de rejeitos de vegetais; rochas e minerais exteriorizados ou manejados no sítio; assim como, por exemplo, restos e partículas orgânicas, provenientes de animais, como “sangue, gordura, fezes, conchas e carapaças de quelônios e restos mortais (ossos e dentes humanos sepultados)” (SILVA, 2012, p. 19).

Zinco – Zn

Diferentemente do ferro, o zinco, elemento-traço, é encontrado normalmente em pequenas quantidades no solo. Nas amostras coletadas para este estudo, foram: 0,40; 1,40; 1,10; 0,40 e 0,60 mg/dm³ nos perfis superficiais, com pouca oscilação. Os resultados encontrados em todos os perfis/horizontes são: P1HA: 0,40; P1HB: 0,50; P1HC: 0,30, com oscilação. Para o perfil 2, P2HA: 1,40; P2HB: 0,20; P2HC: 0,20, com redução. Quanto ao perfil 3, com artefatos cerâmicos: 1,10; P3HB: 0,00; P3HC: 0,00, houve brusca redução. Para o perfil 4, os índices encontrados são: P4HA: 0,40; P4HB: 0,10; P4HC: 0,30, com oscilação semelhante ao perfil 1. E para o perfil 5: P5HA: 0,60; P5HB: 0,20; P5HC: 0,10 mg/dm³, com redução. Em áreas com vestígios humanos pretéritos, as fontes para o elemento zinco são encontradas através de tecidos vegetais, animais, urina e fezes humanas, significando importantes ocupações humanas e/ou por períodos de tempo muito longos (WOODS, 2009).

Tabela 03 – Análise Química de solos.

Identificação Amostra	SB	t	T	V	m	M.O	P-Rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	--cmolc/dm³--			---%---		Dag/kg	Mg/L	-----mg/dm³-----					
P1HA	0,43	1,23	5,73	7,47	65,04	1,68	23,10	0,40	65,80	9,20	2,53	0,10	2,10
P1HB	0,18	0,48	3,08	5,84	62,50	0,94	20,60	0,50	28,70	4,90	1,71	0,03	1,00
P1HC	0,14	0,14	1,74	7,81	0,00	0,45	7,00	0,30	17,20	2,40	0,90	0,15	0,70
P2HA	0,46	0,86	5,06	9,10	46,51	1,71	21,60	1,40	64,30	19,10	2,61	0,08	2,50
P2HB	0,09	0,19	2,29	3,98	52,63	0,94	16,10	0,20	21,40	2,30	1,17	0,11	0,80
P2HC	0,27	0,27	1,77	15,06	0,00	0,23	12,30	0,20	16,60	1,00	0,92	0,12	0,80
P3H com Cerâmica	0,09	1,69	12,19	0,78	94,67	4,16	7,10	1,10	19,60	12,10	2,45	0,17	0,30
P3HA	0,3	0,63	3,74	9,43	40,31	1,30	14,57	0,39	31,78	6,54	1,58	0,09	1,54
P3HB	0,06	0,26	2,16	2,76	76,92	0,90	14,60	0,00	22,30	1,50	1,16	0,03	0,40
P3HC	0,39	0,49	1,79	22,04	20,41	0,35	3,50	0,00	17,30	1,70	1,04	0,09	0,40
P4HA	0,42	1,12	4,72	8,87	62,50	2,13	19,90	0,40	63,90	12,90	2,51	0,06	1,70
P4HB	0,44	0,64	3,64	12,20	31,25	1,24	17,40	0,10	23,80	4,50	1,34	0,08	1,80
P4HC	0,28	0,38	2,08	13,65	26,32	0,72	9,50	0,30	16,20	4,70	1,02	0,07	2,40
P5HA	0,94	1,24	5,94	15,74	24,19	2,60	26,20	0,60	66,20	16,70	2,21	0,12	4,60
P5HB	0,14	0,24	2,24	6,15	41,67	1,09	16,60	0,20	16,40	3,20	1,24	0,11	1,50
P5HC	0,17	0,17	1,67	10,03	0,00	0,40	3,10	0,10	17,00	1,90	0,90	0,08	2,10

Fonte: Castro, G. 2025.

O zinco é ainda um elemento com característica marcante, encontrado nas TP, se sobressaindo como definição dos horizontes antrópicos, devido a sua pouca mobilidade. Por outro lado, seu potencial é reconhecido pela boa estabilidade em conjunto com colóides orgânicos expressivo nestes horizontes (SOUZA, 2011). O zinco proporciona importante fonte no crescimento, desenvolvimento e função de todas as células vivas, pois ele é um micronutriente fundamental para a realização de inúmeras enzimas e proteínas controladoras, contemplando a biossíntese, reparo do DNA e RNA (CAVALCANTI, 2003).

O Zn possui grande importância por ser um elemento amplamente disposto, mesmo que em pequenas quantidades, mas necessárias o suficiente, em grande parte dos solos e nas plantas. A deficiência em alguns solos é devido à sua quase ausência no material de origem e em outros, devido à reação desfavorável do próprio solo (TROEH; THOMPSON, 2007).

Quanto ao Zn nos solos, ainda em relação à deficiência, que é resultado da pouca solubilidade, pode acontecer com qualquer pH além de 6,0, resultando da celeridade que a adição na solução pode ser resultado por diferentes mecanismos. Em solos ácidos, normalmente, a deficiência significa um teor total de Zn muito reduzido. Isso pode acontecer em solos bastante arenosos nos quais a lixiviação já se

encarregou de retirar o pouco índice de Zn que se encontrava acessível (TROEH; THOMPSON, 2007).

Inúmeros pesquisadores constataram que elevadas acumulações de fósforo no solo podem diminuir a disponibilidade de zinco (TROEH; THOMPSON, 2007). Neste trabalho, notou-se que no perfil analisado, predominando o solo com textura argilosa e que contém TP, a concentração de Fósforo é 9,60 e Zinco é 1,10mg/dm³ respectivamente.

Já em relação às plantas, o micronutriente zinco compõe “cátions metálicos que precipitam em compostos de baixa solubilidade em pHs altos” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 235). A ausência do Zn impossibilita o crescimento das plantas em solos alcalinos.

Ferro – Fe

O ferro é um dos elementos químicos que apresenta altos índices de insolubilidade, especialmente em locais muito intemperizados, proporcionando formação de concreções ferruginosas nos perfis e assim expressando aumento significativo, por causa da lixiviação de demais elementos encontrados no perfil (ROCHA, 2011).

De acordo com os resultados analisados referentes a este trabalho, observa-se: P1HA: 65,80; P1HB: 28,70; P1HC: 17,20, com redução do horizonte mais superficial para o mais profundo. Para o perfil 2, P2HA: 64,30; P2HB: 21,40; P2HC: 16,60 com redução oscilação no perfil intermediário. No perfil 3, onde foram encontrados os artefatos cerâmicos: 19,60; P3HB: 22,30; P3HC: 17,30, com oscilação. Para o perfil 4, os índices são: P4HA: 63,90; P4HB: 23,80; P4HC: 16,20, com redução muito significativa. E para o perfil 5: P5HA: 66,20; P5HB: 16,40; P5HC: 17,00 mg/dm³, com oscilação e visivelmente não aguentam significativa elevação e pela sua alta mobilidade, o ferro não é usado como identificador de vestígios humanos pretéritos nos solos (WOODS, 2009).

Devido à sua importante capacidade de passar por mecanismos de oxidação e redução (férrico a ferroso) e à sua elevada quantidade encontrada na crosta, o ferro é definido como o elemento mais importante, de acordo com as condições geoquímicas. Dependendo das circunstâncias, pode ser estimulado por inúmeras formas “de hidrólise ou encontrado em solução por componentes de matéria orgânica, ou por ser

definido como óxido, oxihidróxido, carbonato, sulfeto, fosfato ou silicato” (SCOTT; PAIN, 2009, p. 135).

Os elementos pesados, como o ferro, possuem tendência a deslocar-se rumo ao centro da Terra e assim, constroem os blocos minerais. É encontrado em grande quantidade em rochas e solos. Como micronutriente, sua deficiência é mais frequente, devido à natureza de compostos muito insolúveis, que se concentram em solos elevadamente desgastados e é fundamental na composição dos solos vermelhos nas áreas tropicais (TROEH; THOMPSON, 2007).

A elevada quantidade de ferro inserida nas rochas ígneas está na forma férrea (Fe^{2+}), podendo ser também encontrado em áreas inundadas, e continuar nesta forma e originar os tons de cores cinza e azuladas que determinam umidade. Quando em solo frio, gera a deficiência de Fe por dificultar a solubilidade dos componentes. Os componentes férricos quando permanecem aglomerados o necessário em determinados locais e em alguns subsolos estruturam pequenas massas denominadas concreções de ferro. Em certas situações extremas, uma superfície ampla “do solo é cimentada juntamente por ferro precipitado (geralmente acompanhado por precipitados de alumínio e componentes de silicone)” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 439).

A adaptabilidade do ferro eleva ao passo que o pH reduz, pois os solos possuem mais Fe do que a quantidade que pode ser desperdiçada com a lixiviação. A elevada solubilidade pode admitir que demais elementos deste grupo possam ser lixiviados de solos extremamente ácidos e gerem deficiências em situações de pH reduzido (TROEH; THOMPSON, 2007).

“Quando se trata de rochas ígneas, o Fe está presente na forma ferroso” (SCOTT; PAIN, 2009, p. 135). A mineralogia dos rejeitos de minério de Fe é estruturalmente constituída por hematita e quartzo, que é um dos minerais comumente mais encontrado na natureza e o mineral não ferroso mais relacionado ao minério de ferro, podendo encontrar também, goethita e assim constituindo as rochas ígneas ácidas (granito, riolito), sedimentares detríticas (arenitos) e metamórficas (quartzitos, gnaisses, xistos). O Fe é abundante, dificilmente surge sozinho na natureza, sendo identificado nas fórmulas: óxidos, sulfetos e silicatos e em diversas proporções em várias rochas, principalmente nas rochas com abundância em micas e olivinas (BOSSI; VILLAR in PIRES, 2020, p. 204-206).

Para pesquisas de gênese e classificação de solos, são usados como indicadores imprescindíveis o teor e o estado de oxidação do ferro. A estruturação de crostas ferruginosas constantes no interior e abaixo de depósitos de ocupação e a análise química do elemento contribuem para a separação entre camadas de texturas e graus de compactação variados, como também para determinar parâmetros entre níveis de depósitos de ocupação (WOODS, 2009).

Boro – B

O boro apresenta índices relativamente baixos nos horizontes superficiais dos perfis estudados, exceto o horizonte que apresenta cerâmica com variância. Os índices são: P1HA: 0,10; P1HB: 0,03; P1HC: 0,15, com oscilação. Para o perfil 2, P2HA: 0,08; P2HB: 0,11; P2HC: 0,12 com tímida elevação no horizonte mais superficial para o mais profundo. No perfil 3, que contém artefatos cerâmicos: 0,17; P3HB: 0,03; P3HC: 0,09, com oscilação. Para o perfil 4, os índices são: P4HA: 0,06; P4HB: 0,08; P4HC: 0,07, com discreta oscilação. E para o perfil 5: P5HA: 0,12; P5HB: 0,11; P5HC: 0,08 mg/dm³.

O boro é um elemento que proporciona possíveis riscos à saúde humana, cuja concentração máxima é 2,4mg/L indicada pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 1998). A ingestão média é de 0,5mg/dia, com limite máximo de 20mg/dia. Índices de ingestão além destes percentuais causam intoxicações, náuseas, vômitos, dermatite, diarreia e a intoxicação crônica gera falta de apetite, náusea, perda de peso e sintomas prejudiciais e graves ao sistema reprodutivo masculino, além de reduzir a absorção intestinal de cálcio no ser humano (ARRIAZA et al., 2022).

Em relação à interação do boro com o meio ambiente, ele reduz o fluxo de íons na forma de decomposição orgânica, conservando os tecidos dos corpos sepultados em condições inalteráveis de desidratação ou mumificação espontânea. Impede, ainda, a reprodução de microorganismos que destroem o colágeno e conserva intocada a fonte óssea de amostras bioarqueológicas, possibilitando elaboração de várias pesquisas (ARRIAZA et al., 2022).

Enxofre – S

O enxofre é um dos elementos traço encontrado na natureza e em todos os perfis/horizontes. De acordo com as análises do estudo em questão, os índices para S, são: P1HA: 2,10; P1HB: 1,00 e P1HC: 0,70, apresentando redução dos horizontes superficiais para o mais profundo. Para P2HA: 2,50; P2HB: 0,80 e P2HC: 0,80. No P3, os índices são: horizonte com artefatos cerâmicos, 0,30; P3HB: 0,40 e P3HC: 0,40. Para P4HA: 1,70; P4HB: 1,80 e P4HC: 2,40, com elevação do perfil superficial para o mais profundo; e finalizando: P5HA: 4,60; P5HB: 1,50 e P5HC: 2,10, mg/dm³, com oscilação significativa.

A existência do enxofre no solo é devida aos minerais primários, especialmente o “sulfeto de ferro, ou ainda como resíduos de animais e vegetais” (ROCHA, 2011, p.142-143). Isso leva a acreditar que a origem do enxofre pode estar relacionada à matéria orgânica que é expressiva no sítio em análise. A maior concentração do S acontece especialmente nas áreas onde se encontram rochas quartzíticas, devido à associação aos componentes orgânicos mais localizados nos solos quartzíticos

No solo brasileiro ocorre carência de enxofre em várias regiões, mais especificamente nas áreas do Cerrado. A maneira mais eficiente e usada para repor o enxofre às plantas são os compostos: superfosfato simples e o sulfato de amônio. Estes compostos são usados separadamente ou como elementos integrantes de fertilizantes comercializados na indústria para a finalidade de elevar a acumulação dos compostos nas fórmulas e diminuir “os custos de produção, de transporte e de aplicação do fertilizante” para os produtores e para os usuários finais (HOROWITZ; MEURER, 2006, p.1).

Quanto ao equilíbrio químico do S em solos e sedimentos, o enxofre não é um elemento fácil e amplamente encontrado na Terra, cuja acumulação média na litosfera é 600mg Kg⁻¹. As reduzidas concentrações e os equilíbrios químicos relativos às combinações de enxofre em solos e sedimentos representam grande relevância na questão ambiental (MELLO; PEREZ in MELO; ALLEONI, 2009).

Ainda para estes autores, as fórmulas mais facilmente encontradas “nos solos são os sulfatos, os sulfetos e compostos orgânicos”, sendo que a evolução do enxofre orgânico está conectada com os índices de decomposição da matéria orgânica. Os componentes do enxofre estão dispostos na natureza sob diversas formas (reduzidas) e estados (intermediários) de oxidação (MELLO; PEREZ in MELO; ALLEONI, 2009, p. 211).

Cobre – Cu

O elemento cobre pode ser encontrado no solo como “cátion, podendo fazer parte do complexo de troca”. Quando disponível no solo, pode “ser avaliado por extração com água, ácido clorídrico, EDTA e ácido acético” (MONIZ, 1972, p. 205).

Se a ocorrência for em solos oriundos de rochas ígneas, normalmente “não são comuns deficiências de cobre” e, de modo geral, nos solos minerais, apenas ocorrem nos derivados de sedimentos ricos em carbonatos e silicatos”. As insuficiências de cobre ocorrem especialmente em “solos orgânicos” e, principalmente, nos recém “cultivados com elevado teor de humus”, mas também ocorreram “em solos arenosos com baixo teor de húmus” (MONIZ, 1972, p. 205).

A deficiência de Cu em Latossolos, como sintoma em várias regiões do Brasil, é relacionada à baixa concentração natural e às suas poucas “disponibilidades, os quais se encontram, predominantemente, nas formas oxídicas e residuais, não-disponíveis às plantas”. A adsorção pode ser, talvez, o mecanismo principal a ser acatado “para a compreensão da disponibilidade de Cu e Zn”, uma vez que permite possibilidades de “solubilidade e mobilidade desses elementos e a consequente disponibilidade para as plantas”. O método de “adsorção-dessorção” aparentemente é mais rápido que os mecanismos “de precipitação-dissolução, de modo que a adsorção na interface sólido-solução pode ser o fator dominante para regular a concentração de micronutrientes em solução” (NASCIMENTO; FONTES, 2004, p. 966).

Observa-se ainda que a adsorção de cobre “varia entre solos” podendo ser induzida por vários atributos, “tais como: pH, teor de matéria orgânica, composição mineralógica e textura” (NASCIMENTO; FONTES, 2004, p. 966). Como a deficiência de cobre destaca-se como uma das mais significativas em solos brasileiros, os processos de “adsorção desses micronutrientes para essas condições são importantes para previsão da disponibilidade” (NASCIMENTO; FONTES, 2004, p. 966).

Matéria orgânica – MO

Quanto aos percentuais de MO nos perfis estudados, os índices de concentração são: P1A: 1,68; P1B: 0,94; P1C: 0,45, com redução do perfil mais

superficial para o menos superficial. Para o perfil 2, P2A: 1,71; P2B: 0,94; P2C: 0,23 semelhante ao perfil 1. No perfil 3, que contém artefatos cerâmicos: 4,16; P3B: 0,90; P3C: 0,35, com redução muito expressiva. Para o perfil 4, os índices são: P4A: 2,13; P4B: 1,24; P4C: 0,72, com significativa redução. E para o perfil 5: P5A: 2,60; P5B: 1,09; P5C: 0,40 Dag/Kg, também com redução relevante.

A MO tem como objetivo complexar os cátions H^+ e Al^{+3} livres com compostos orgânicos aniônicos dos resíduos e adicionar bases (Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^+) que diminuem a acidez do solo e elevam o pH. Os baixos teores de acidez no solo podem indicar que a ocorrência dos ácidos orgânicos H^+ e Al^{+3} livres, ajudam a aumentar a CTC por meio do Ca, Mg e K através de resíduos orgânicos (SANTIAGO et al. 2018).

A porção inerte da MO, que é derivada da decomposição biológica e química de restos orgânicos, pode ser unida por dois tipos de composições: matéria orgânica em fase inicial de decomposição, onde os elementos de origem vegetal ainda podem ser reconhecidos. Pertencem às frações particuladas. Já o material em estágio adiantado de decomposição e que não permite mais identificação de vestígios do material de origem é conhecido como húmus, envolvendo as partes mais decompostas da MO. A fração viva da MO, biomassa microbiana, é constituída de bactérias, actinomicetos, fungos, algas, protozoários e nematoides. Esta biomassa é imprescindível nos mecanismos de decomposição de resíduos, uma vez que age na consolidação de “agregados do solo e na formação da matéria orgânica humificada, bem como representa fonte hábil de nutrientes às culturas” (DICK et al. in MELO; ALLEONI, 2009, p. 2).

A MO do solo pode modificar os componentes físicos e químicos do solo, contribuir como fonte de C orgânico e nutrientes para microrganismos; é o principal responsável “pela sorção de íons e de compostos orgânicos e inorgânicos”; e “capacidade de trocar cátions e ânions com a solução do solo” (ALLEONI et al. in MELO; ALLEONI, 2009, p. 105).

O índice de MO possibilita compreender a textura apresentada no solo e é um imprescindível critério para estudar e trabalhar a fertilidade, um acúmulo de MO, possibilita uma vantagem para ampliar o potencial de deter a água, permitindo equilíbrio das partículas e retenção do carbono, além de reduzir a vazão superficial da água e com isso, diminuindo a erosão (GUSMÃO SILVA et al., 2023).

Em solo de pastagem, por exemplo, a MO dispõe conforme sistema radicular nas camadas mais elevadas, onde também pode encontrá-la natural e em grande

quantidade. Possivelmente, a desigualdade entre a aglomeração de raízes entre as camadas seja mais elevada que o índice de matéria orgânica. A dissolução é alta nas camadas superficiais, pois é o depósito e acontece maior aeração. O índice de MO de qualquer solo está relacionado, em parte, com a forma que a MO é anexada anualmente e outra parte referente ao percentual da decomposição em um ano. O conteúdo da MO é constante quando estas duas situações são equilibradas, maior ou menor dependendo da interferência do húmus dentro do solo (TROEH; THOMPSON, 2007).

A matéria orgânica encontrada nos solos antrópicos sofre modificações se comparada com os demais solos adjacentes. É constituída e tem como fonte material orgânico vegetal decomposto (raízes e partes aéreas das plantas verdes, resíduos pós-colheita, pastagens, culturas aráveis, tanto na parte superior com inferior do solo). Associa-se a diversas frações de areia, argila e silte, apresenta características de ciclagem ou estabilidade e significativos índices de P e S (SOUZA, 2011).

O fogo/queima de material orgânico e o carvão atuam nos mecanismos do solo, contribuindo com aglutinação “de partículas de areia, argila e carvão (além de restos vegetais) que atingem grandes dimensões, essas grandes partículas dificultam o processo de lixiviação de MO nos solos de TP (REBELLATO, 2007, p. 44) e diminuiu o C orgânico, o período de deposição dos componentes depositados no solo devido à permanente flutuação no nível do lençol freático que, quando as águas inundam o horizonte antrópico, normalmente geram ausência de MO desses horizontes, especialmente nas partes de frações ácido húmico e orgânico (SOUZA, 2011).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

A medição do potencial de Hidrogênio (pH) – Hydrogenionic potential – é realizada eletronicamente por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão solo: líquido (água, KCl) e é o valor completo do “logaritmo decimal da concentração de íons de hidrogênio”, também usado como decisivo para “acidez de soluções (pH<7) ou da sua alcalinidade”. Denomina-se neutra uma solução que apresenta pH=7 (SGARBI, 2007, p. 553).

Para realizar a atividade de medição, em um recipiente plástico de 100 ml com identificação, coloca-se 10 ml de solo, acrescentam-se 25 ml de água ou KCl, misturam-se estes ingredientes com bastão de vidro e deixa-se repousar por uma

hora. Depois deste tempo, agita-se a mistura novamente com o bastão de vidro e introduzem-se “os eletrodos na suspensão homogeneizada e lê-se o pH” (ROCHA, 2011, p. 67).

O pH é a escala que mede a acidez e a alcalinidade do solo. Grande parte dos solos apresentam índice de pH entre 4 e 8. Praticamente todo solo que possui índice de pH acima de 8 apresenta “alta porcentagem de íons de Na^+ nos seus sítios-troca de cátions”. Por outro lado, grande parte do solo que possui índices de pH inferiores a 4 possui ácido sulfúrico (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 229). Isto não ocorreu no material analisado neste trabalho, uma vez que os índices de pH variam entre 4,6 a 6,4, com uma média de 5,27, e o SB, na amostra do perfil com cerâmica, apresenta os menores índices.

O pH do solo é imprescindível no curso da redução, uma vez que as reações de oxirredução acontecem com a utilização do H^+ . O pH também possui domínio sobre os “equilíbrios químicos de hidróxidos, carbonatos, sulfatos, fosfatos e silicatos no solo” (MEURER, 2010, p. 189).

A elevação do pH da solução do solo promove o aumento da carga negativa do solo, através da “deprotonação dos sítios de troca de minerais da fração argila” que possuem “carga variável (hematita, goethita, gibsitita e caulinita) e dos grupos funcionais carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica” (ALLEONI et al. in MELO; ALLEONI, 2009, p. 100).

O pH é mais elevado nas camadas superficiais do solo. A diferença entre os valores do pH quando em água ou em KCl permite informações sobre o índice de intemperismo e ajuda a indicar o controle das cargas elétricas no solo. Se o índice de ΔpH é negativo, indica predominância de argilas silicatadas, ao passo que se o valor for positivo, indica prevalência de óxidos de Fe e Al. Existem três metodologias para determinar o pH: solução de água desionizada; solução de KCl e solução de CaCl_2 . A última é a mais indicada para medir o pH de solos para uso agrícola (FALCÃO, 2009).

A acidez do solo limita a produção vegetal de maneira indireta. De acordo com a disponibilidade de elementos em níveis tóxicos, como por exemplo Al e Mn, a acidez pode ser estimulada pelo elevado índice de CO_2 oriundo das “chuvas ou da respiração dos micro-organismos, das raízes e pela decomposição da matéria orgânica”. A extração das bases consumidas pelas plantações e a lixiviação também proporcionam a elevação da acidez. Tais fatores interferem no índice de acidez dos solos e podem

ser encontrados nas práticas agrícolas usadas nas Terras Pretas de Índio – TPI, algumas variando em intensidade (FALCÃO, 2009, p. 2).

Tabela 04 – Percentuais de Alumínio e Ferro.

Perfil	Identificação das amostras	Al	Fe
1	P1A	0,80	65,80
	P1Bw	0,30	28,70
	P1C	0,00	17,20
2	P2A	0,40	64,30
	P2Bw	0,10	21,40
	P2C	0,00	16,60
3	P3 c cerâmica	1,60	19,60
	P3A	0,32	31,78
	P3Bw	0,20	22,30
	P3C	0,10	17,30
4	P4A	0,70	63,90
	P4Bw	0,20	23,80
	P4C	0,10	16,20
5	P5A	0,30	66,20
	P5Bw	0,10	16,40
	P5C	0,00	17,00

Fonte: Castro, G. 2025

Conforme quadro com relação ao que foi apresentado, neste trabalho, de acordo com os resultados, mesmo que o índice de Al não seja relativamente elevado, ele não apresenta problema de toxidez ao solo. Os valores de pH como determinantes indicam que para acidez de soluções ($\text{pH} < 7$): Sim, o solo é ácido. Para alcalinidade ($\text{pH} > 7$): o solo não é alcalino. O solo não apresenta neutralidade de pH, pois nos resultados não há valor de $\text{pH} = 7$.

Tabela 05 – CTC(t) – Capacidade de troca catiônica efetiva

Horizonte /Perfil	pH	SB cmolc/dm ³	CTC(t) Efetiva cmolc/dm ³	CTC (T) a pH 7,0 cmolc/dm ³	V Índice saturação bases - %	M Índice saturação alumínio - %
P1A	4,9	0,43	1,23	5,73	7,47	65,04
P1Bw	5,5	0,18	0,48	3,08	5,84	62,50
P1C	6,4	0,14	0,14	1,74	7,81	0,00
P2A	5,0	0,46	0,86	5,06	9,10	46,51
P2Bw	5,3	0,09	0,19	2,29	3,98	52,63
P2C	5,5	0,27	0,27	1,77	15,06	0,00
P3 com cerâmica	5,3	0,09	1,69	12,19	0,78	94,67
P3A	5,2	0,3	0,62	3,74	9,43	40,30
P3Bw	5,2	0,06	0,26	2,16	2,76	76,92
P3C	5,9	0,39	0,49	1,79	22,04	20,41
P4A	4,6	0,42	1,12	4,72	8,87	62,50
P4Bw	4,9	0,44	0,64	3,64	12,20	31,25
P4C	5,5	0,28	0,38	2,08	13,65	26,32
P5A	5,0	0,94	1,24	5,94	15,74	24,19
P5Bw	5,0	0,14	0,24	2,24	6,15	41,67
P5C	5,0	0,17	0,17	1,67	10,03	0,00

Fonte: Castro, G. 2025

“A CTC vem a ser a soma total de cátions trocáveis que um argilo-mineral ou que um solo pode adsorver”. Ela não oscila com o valor do pH da solução, sendo assim denominada permanente ou independentemente do potencial de hidrogênio. “É expressa em equivalente miligrama por 100g de material e é da ordem de 150, nas vermiculitas” (MONIZ, 1972, p. 38).

A troca de cátions baseia-se no “intercâmbio de cátions adsorvidos (cátions detidos pelo sistema) em superfícies carregadas e cátions na solução de solo”. O processo de troca de cátions é um elemento decisivo e “presente em toda a química do solo” (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 219-220).

O complexo sortivo se refere à aptidão do solo de guardar e soltar “íons e moléculas de nutrientes, água e demais componentes”. Isso é fundamental “para a fertilidade do solo e para o crescimento das plantas” e é responsável pela conexão

entre “partículas de argila, matéria orgânica e íons do solo” – é também denominado como “conjunto de partículas trocadoras de íons no solo” (MEURER, 2010, p. 115).

Cátions são íons positivos e a capacidade do solo para conservar esses cátions é denominada capacidade de troca catiônica (CTC). Os cátions são preservados pela argila, que é um material carregado negativamente e por partículas de matéria orgânica dispostas no solo pelas forças eletrostáticas, ou seja: “partículas negativas do solo atraem os cátions positivos”. Nas trocas, os cátions dos componentes do solo são precipitadamente trocáveis com outros e, em consequência, ficam disponíveis para as plantas. “Assim, a CTC de um solo representa a quantidade total de cátions trocáveis que o solo pode adsorver”, (CAMPOS et al., 2017, p. 241).

É a imprescindível particularidade denominada e apresentada pelo solo como capacidade de troca de cátions (CTC), com a função de revelar a quantidade de cátions que podem ser retidos pelo solo na configuração “de complexos de esfera-externa, representando indiretamente a quantidade de cargas negativas do solo” (MEURER, 2010, p. 115) e a “quantidade total de cátions trocáveis que o solo pode adsorver” (TEIXEIRA et al., 2017, p. 3).

A CTC (t), capacidade de troca de cátions efetiva, refere-se à CTC estabelecida ao “pH natural do solo e pode ser estimada somando-se as quantidades trocáveis dos cátions Mg^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} e Al^{3+} , os quais são normalmente determinados nas análises químicas do solo” (TEIXEIRA et al., 2017, p. 4).

Já a CTC (T), capacidade de troca de cátions total, é referente ao “valor máximo de CTC que o solo pode alcançar”, respeitando a acidez potencial (H^{+} + Al) e consideração todos os requisitos ideais, que é apresentado em cmolc/kg (centimoles de carga por quilograma de solo). O “valor T é o total de cargas negativas que o solo pode adsorver. Sendo que o CTC (T) é de extrema importância quando relacionado: a) à disponibilidade de armazenar nutrientes essenciais; b) balanceamento e regulação do pH, permitindo um ambiente mais estável para as plantas; e, c) quanto à eficiência em deter nutrientes e com isso diminuir as perdas por efeito lixiviação (TEIXEIRA et al., 2017, p. 5).

“Os íons H^{+} e Al^{3+} adsorvidos aos colóides” onde se revela carga negativa, representam a possível acidez do solo. “O Al^{3+} , ao ser deslocado por outro cátion, passa para a solução do solo. Aí se hidroliza, dando formação a hidrogênios”. Assim, a possível acidez do solo “depende de sua CTC, uma vez que, quanto mais elevada

ela for, maior será a quantidade de íons H^+ e Al^{3+} que poderão ser adsorvidos” (MONIZ, 1972, p. 150).

O perfil onde consta cerâmica apresentou clara visibilidade de decréscimo de T, de acordo com a profundidade do solo (P3H com cerâmica, neste estudo: 12,19; 2,16 e 1,79 $cmolc/dm^3$), o que é refletido pela perda da matéria orgânica x profundidade. A grande reação da MO, mesmo que em parte, originado pela combustão nos ambientes com TP e vestígios de cerâmica (CAMPOS, 2012).

Em todos os perfis estudados, observou-se uma forte constatação de redução de CTC de acordo com a profundidade do solo, ou seja, nos perfis inferiores, o que é uma situação resultante da perda de matéria orgânica devido à profundidade. A alta reação da matéria orgânica, em parte, deriva-se da queima proposital ou não de M.O nos ambientes com solos antrópicos, o que proporciona maior fertilidade ao solo, (CAMPOS, 2012).

O alto valor de CTC, no perfil com cerâmica (12,19 $cmolc/dm^3$), pode ser explicado pelo fato de que há uma grande concentração de cargas por unidade de carbono orgânico, cuja especificidade é o carvão resultante da queima de matéria orgânica como madeira em alta temperatura (FALCÃO, 2009).

SB – Soma de Bases Trocáveis

As bases são misturas líquidas e homogêneas de dois ou mais corpos aquosos “que contêm mais ânions OH^- do que cátions H^+ ”. Quanto mais elevado o número “de íons OH^- na solução, mais alcalina (básica)” ela se torna (TROEH; THOMPSON, 2007, p. 224). “A ligação iônica resulta da alteração de íons e, ou, moléculas iônicas cujos grupos funcionais apresentam cargas opostas” (MELO; ALLEONI, 2009, p. 202).

Os íons de moléculas encontrados na composição do solo podem ser fixados “nas superfícies das partículas da fase sólida e podem ser liberados da fase sólida para a solução do solo” (MEURER et al., 2010, p. 107). A adsorção (aglomeração de um composto “ou substância na interface entre a superfície sólida e a solução adjacente”) dos íons, na fase sólida mineral e orgânica, acontece por causa da “existência de cargas elétricas de superfície, positivas e negativas, que atraem ânions e cátions, respectivamente” (MEURER et al., 2010, p. 107-108).

Soma de Bases Trocáveis – Valor S – é o somatório dos teores das bases cálcio, magnésio, potássio e sódio, em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Os demais cátions (micronutrientes) podem ser desprezados para o cálculo.

Cálculo ⁷

$$\text{Valor S} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$$

Onde:

Valor S – soma de bases trocáveis, em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ – teor de cálcio, magnésio, sódio e potássio trocáveis no solo, respectivamente, em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Teixeira et al., 2017).

Ao observar os dados da tabela, nota-se que saturação de bases é baixa, devido à ausência do magnésio e das baixas concentrações de cálcio. Os valores só não foram menores devido aos valores mais elevados de potássio e sódio. Ressalta-se que os maiores valores estão no horizonte A

Índice/percentagem de saturação de bases = V.

O valor v ou v% indica a proporção da CTC do solo que é preenchida pelas bases trocáveis e é ainda usado para caracterizar solos com elevado potencial nutricional, saturação por bases maior ou igual a 50% ou, se com baixa fertilidade inferior a 50% e bastante ácido (TEIXEIRA et al., 2017). Neste estudo, no perfil com cerâmica a % encontrada foi 0,78; 2,76 e 22,04, respectivamente.

5.4 Análise Pedológica de Solo Agrícola Arqueológico na Região do Campo das Vertentes em Minas Gerais.

1. INTRODUÇÃO

Estudos da interpretação da paisagem em sítios arqueológicos visam decifrar e entender o passado dos povos que ali viveram. Os vestígios encontrados nos sítios, como restos de fauna, flora, fragmentos cerâmicos, materiais líticos, dentre outros, são indicadores de ocupação pretérita. Análise das propriedades físicas e químicas de solo TPI, baseado em amostragem, demonstram processos antropogênicos. Os sítios de TPI, em algumas regiões brasileiras, como na Amazônia, indicam que as

populações indígenas eram muito concentradas e, em diversas situações, sedentárias antes da vinda dos europeus, mesmo em áreas interflúvios, [10].

Esta pesquisa foi realizada no sítio localizado no município de Lagoa Dourada, em Minas Gerais, região localizada no Campo das Vertentes, no distrito conhecido como “Arame”, localizado a cerca de doze quilômetros do centro urbano. De acordo com suas especificidades contém vestígios de cerâmica, materiais líticos, entre outros [4].

Nesses sítios foram encontrados diversos fragmentos de cerâmica, além de uma camada de solos orgânica, podendo ser considerada Terra Preta de Índio. Diante do potencial desse sítio arqueológico, nota-se a importância dos aprofundamentos do estudo da cobertura pedológica e dos artefatos arqueológicos encontrados no local. Somente assim, haverá possibilidade de conscientização da importância cultural e da preservação do patrimônio [7].

O objetivo deste trabalho foi analisar micromorfológicamente um perfil de solo com grande relevância arqueológica, onde foram encontrados a TPI e os fragmentos cerâmicos. Apesar de ser um sítio relevante e de fácil acesso e reconhecido pela comunidade, essa localidade não possui muitos trabalhos de cunho arqueológico. O primeiro trabalho, foi realizado, com um olhar mais detalhado para os fragmentos cerâmicos [1]. Assim, a importância do trabalho se dá devido à necessidade da busca da história dos povos nativos, a partir da análise da cobertura pedológica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material analisado neste artigo são amostras de solo. Selecionou-se como unidade estratigráfica uma área localizada na região denominada Cataguá, em Lagoa Dourada (MG), para realizar análise micromorfológica, pedológica e de cerâmicas no sítio arqueológico.

Definida a área de estudo, fez-se a medição horizontal do perfil de solo, do ponto zero até a junção final do barranco com a estrada. Na sequência, a medição vertical do ponto zero, com espaçamento de 1 metro, até a junção final do barranco com a estrada.

Após a medição, iniciou-se a limpeza do barranco, para escavar e identificar a cor do solo; neste processo, fez-se a análise do perfil, classificou-se o solo e posteriormente fez-se a coleta do material (solo) para análise granulométricas, texturais e químicas no laboratório.

Para a análise micromorfológica, foram feitas coleta de amostras indeformadas do solo, usaram-se potes de plástico com 10 cm de comprimento, 10 cm de largura e 08 cm de altura, foram acondicionadas firmemente. Ao chegar ao laboratório, foram desembaladas e deixadas à sombra por 30 dias para secarem. Posteriormente, foi adicionada resina de poliéster às amostras para endurecerem e secarem por mais 30 dias. Então foram cortadas e confeccionadas as lâminas delgadas de rocha no laboratório do Instituto de Geociências (IGC) da UFMG.

2. 1 ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

O sítio está localizado na parte mais baixa de uma vertente, em um perfil de solo cortado por uma estrada rural, onde encontram-se residências habitadas. A paisagem onde se encontra o sítio arqueológico é constituída por uma vertente convexa com um segmento retilíneo uma alta declividade, sendo esse segmento interrompido pela abertura de uma estrada vicinal que dá acesso a propriedades rurais. Morfologicamente o sítio está na base do interflúvio dessa vertente, aproximando-se de uma superfície côncava até se interligar a um canal de drenagem.

De acordo com a morfologia do relevo, o solo encontrado é um latossolos evoluído. Esta classe de solos ocupa “as posições de topo até o terço médio das encostas suave-onduladas” [11]. Essa é a configuração da vertente estudada e o latossolo apresenta coloração vermelho/vermelho-amarelo, sobreposto a rochas de embasamento.

Do ponto de vista geológico, Lagoa Dourada (MG) está inserida em faixas de “rochas vulcanosedimentares tipo Greenstone”, cuja sequência é separada por vários “corpos intrusivos plutônicos”. Encontra-se a norte da lacuna da Serra do Lenheiro e “sudeste da sequência do Rio das Mortes, compreende o primeiro registro de idade sideriana (2349 $\pm$ 4Ma)” [6]. Além disso, é possível observar afloramentos da porção setentrional da Suíte Alto Maranhão, com rochas supracrustais, afloramento anfibólito (mica, quartzo e granito), “cortado por diques félsicos intemperizados”, que contém tonalitos (variedade de diorito quartzífero com biotita e anfibólio) e em cuja “análise em microsonda eletrônica abrangeu os seguintes minerais: plagioclásio, biotita, granada e magnetita” [5].

A drenagem é do tipo dendrítica entrecortando as vertentes policonvexas em rochas de embasamentos, sendo a cobertura vegetal restrita a mata ciliar, sendo um

canal de terceira ordem, segundo a classificação [12]. Ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra; considera-se que, quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem [10, 9].

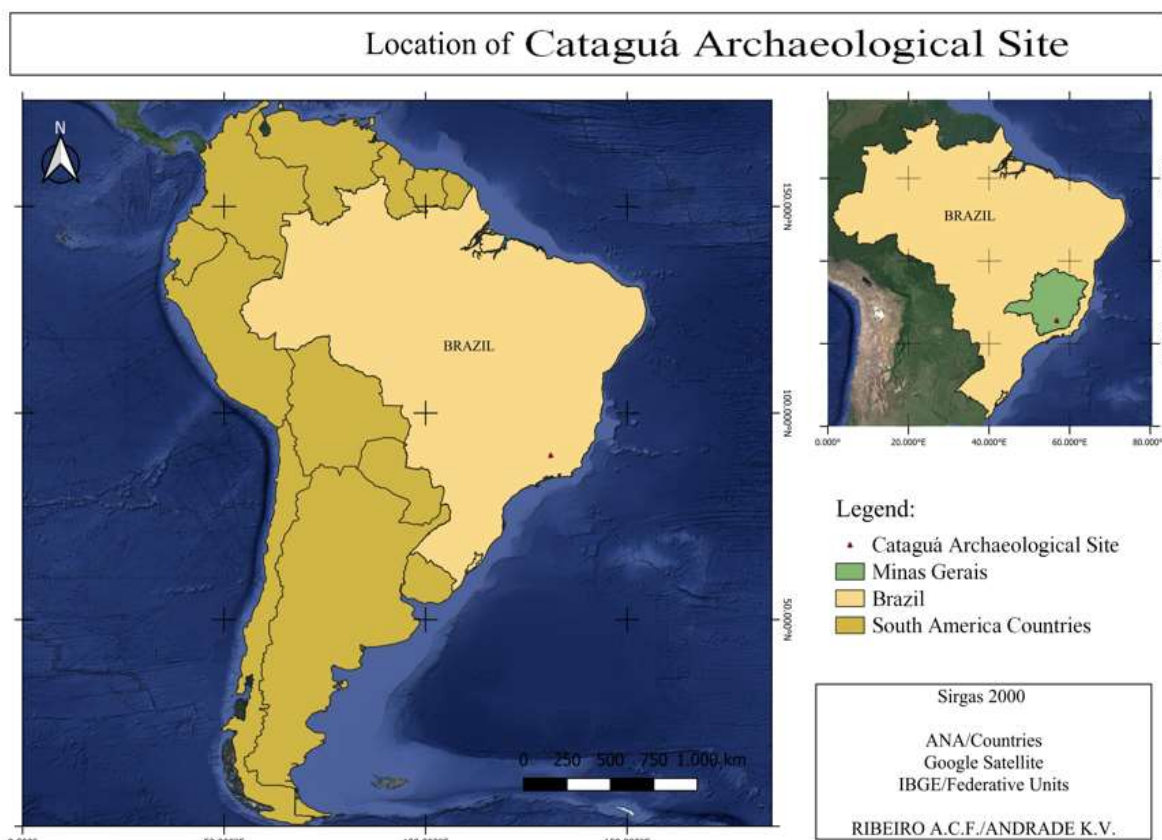


Figura 01 – Mapa de Localização. Fonte: Próprios autores (2024).

O local do estudo [2], apresenta pluviosidade média de 1.581,2 mm e temperatura de 18°C. A área possui cobertura vegetal de braquiária, sem cobertura arbórea arbustiva de bioma nativo, com predominância de eucalipto.

2.1.1 DESCRIÇÃO GRANULOMÉTRICA E DAS LÂMINAS DO SOLO

A análise física constata que o solo estudado é um Latossolo, pois a principal fração granulométrica é a argila e, em todos os horizontes, essa fração ficou acima dos 50 Dag/kg no horizonte A. Já as frações de silte (18, 15, 11, 20 Dag/Kg) que são as mais instáveis apresentaram os menores valores. A fração areia (31, 28, 36, 29 Dag/Kg), em alguns casos significativos, é resultante da alteração dos quartzos, isso classifica o solo como argiloso, típico dos latossolos bem evoluídos.

O horizonte antrópico onde foram encontrados resquícios de fragmentos cerâmicos, onde está a TPI, apresenta a maior concentração de argila: 57 Dag/kg. Isso é esperado devido ao maior teor de matéria orgânica como pode ser observado na tabela abaixo, se comparados com os outros horizontes. A fração silte é baixa: 15 Dag/Kg. A fração areia é 28 Dag/Kg. Para o horizonte BW 1 os valores são 11 e 36 e para o BW2 os valores são 20 e 29, respectivamente.

Tabela 06 análise granulométrica, matéria orgânica e pH.

Perfil	Identificação das amostras.	Argila	Silte	Areia	M.O.	pH	Espessura	Textura
		Dag/Kg						
Latossolo	Horizonte A	51	18	31	1,30	5,2	0,44	argilosa
	H Horizonte Orgânico Antrópico com presença de cerâmica.	57	15	28	4,16	5,3	0,45 a 0,55	argilosa
	HBw1	53	11	36	0,90	5,2	0,55 a 1,45	argilosa
	HBw2	51	20	29	0,35	5,9	1,45 a 2+	argilosa

Fonte: Próprios autores (2024).

Em relação ao pH, são muito semelhantes todos os horizontes, com um aumento um pouco mais significativo para os horizontes BW2, que pode ser explicado por ter a menor concentração de matéria orgânica e por vezes, podendo ser encontrados alguns minerais em menor estágio de transformação, fato que eleva o pH. Ressalta-se o valor significativo para o teor de matéria orgânica no horizonte antrópico com valor de 4,16, quando compara com os demais horizontes. (ver tab 1).

2.1.2 DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA DAS LÂMINAS DO SOLO

A análise microscópica da lâmina constatou, no horizonte B, uma microestrutura granular, que está restrita às zonas bioturbadas.

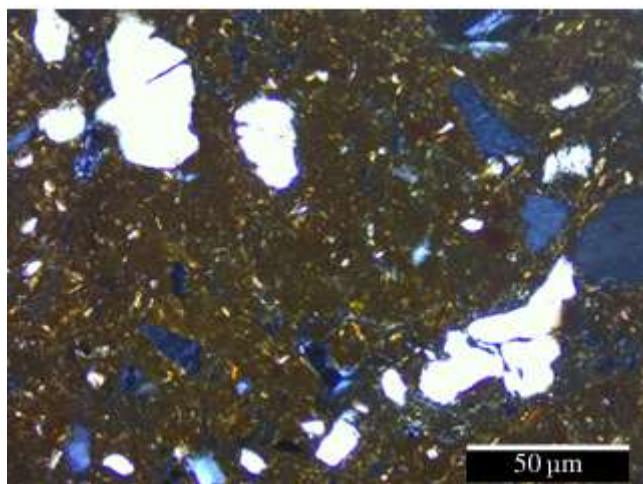


Figura 02: Lâmina delgada do horizonte BW1. Fonte: os autores (2024).

Logo, onde há feições de preenchimento solto contínuo (pedotúbulo), tem-se os micros agregados. No restante da lâmina, encontra-se ainda uma estrutura mais maciça, que se pode descrever pela trama, que é porfírica, parece poros retos, curvos, então, o que se tem é um conjunto de micro agregados meio coalescidos. Por ser uma estrutura que está muito junta, pode gerar dúvida, mas é uma estrutura latossólica. Observa-se que a porosidade está limitada pelos planos curvos de algumas áreas desses micros agregados que existiram. A situação leva a imaginar se houve pressão mecânica que levou a isso, pois o trabalho manual sobre este solo, causado por agentes, não teria causado tal situação. Ressalta-se que esse perfil está na margem da estrada.

De acordo com as lâminas, vê-se uma estrutura porosa, com o preenchimento de microagregados, que é uma estrutura de bioturbação que continua no decorrer da análise e com microagregado, ou seja, parece que os organismos reocuparam, recolonizaram esse material, mas ele continua com um aspecto meio maciço, fissural.

Quanto aos constituintes, apresentam muito quartzo, que é anguloso, subangular, com tamanho oscilando entre areia fina e grossa, mas com predominância para areia grossa e média. Em relação à micromassa, de cor meio avermelhada, vermelho amarelado, pode-se dizer que há muitos fragmentos, alguns pequeninos fragmentos de carvão em seu interior. Há também material orgânico constituído por matéria orgânica amorfa embebida, apresentando até zonas (zoneamentos meio lineares, típicos de, por exemplo, quando se pega uma estrutura de cupim e as coalesce).

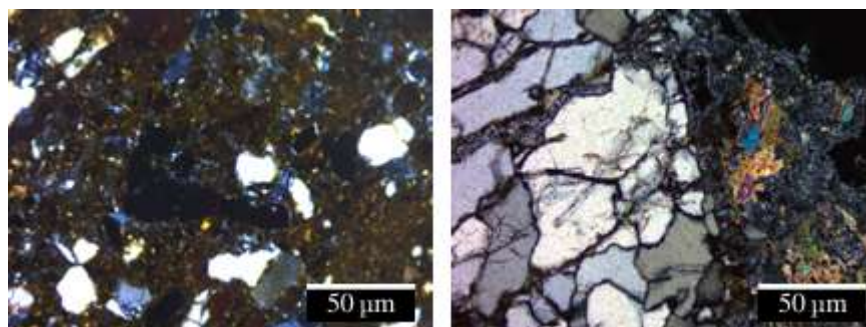


Figura 03: Lâminas delgadas do perfil indicando os fragmentos de quartzo. Fonte: os autores (2024).

Considera-se ainda a possibilidade de ter havido um processo de bauxitização de alguma rocha ígnea e depois que ele virou solo. Normalmente, a bauxita não é vista em fragmento assim, ela aparece e é vista em fragmentos maiores, que aqui é um cascalho bauxítico, o que leva a imaginar que se tenha uma fase pré-laterítica antes de se ter a pedogênese.

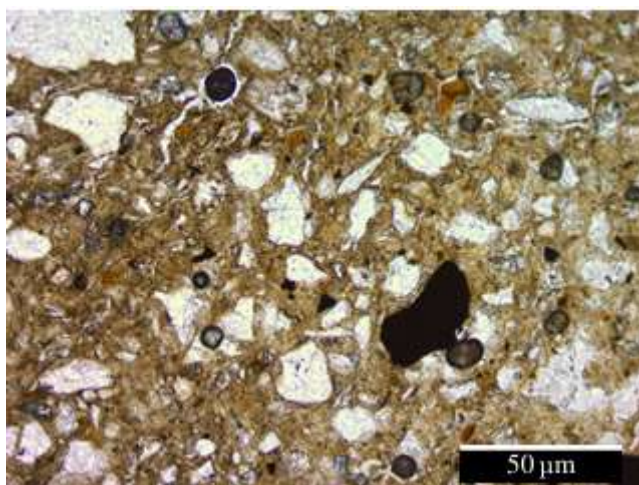


Figura 04: Lâmina delgada do perfil com possível bauxitização. Fonte: os autores (2024).

Por sua vez, no horizonte A antrópico, visualizam-se materiais amarelos, alaranjados, claros, que são fragmentos de osso, que proporcionam elevados índices de P disponível no solo, podendo ser devido a ossos de animais e peixes que foram quimicamente modificados no ambiente da TPI, [8]. Apresenta também muito carvão fragmentado, arredondado, significando que esse material teve acréscimo de fogueira, mas foi todo mexido. O quartzo também está fragmentado. É possível ver, também, bolas vermelhas que são materiais rubificados de fogueira, confirmando que houve muita fogueira e esse material foi mexido. Isso gerou uma série de preparos desse solo.

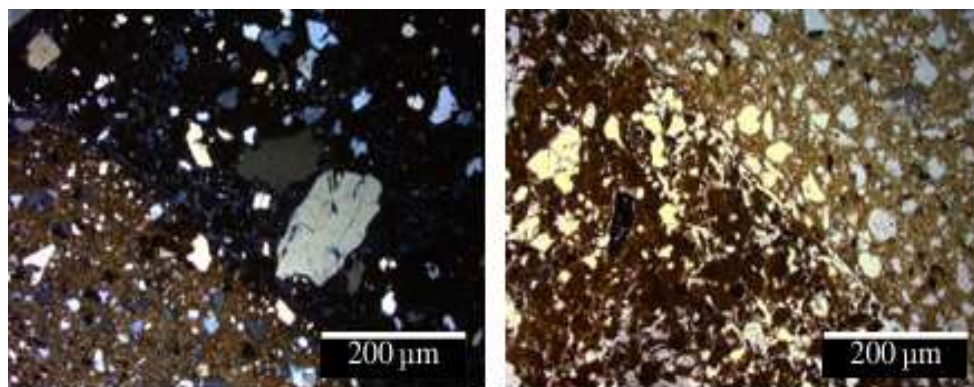


Figura 05: Lâminas delgadas indicando M.O com fragmento de ossos Fonte: os autores (2024).

As imagens apresentam ainda duas cores: de um lado amarelo e, do outro lado, uma cor mais escura, que é a micromassa brunada, típica dessa terra preta. É possível ainda verificar minerais, tipicamente primários que não acontecem no solo, os minerais bem coloridos em tom de rosa, feldspatos.

Este estudo analisou um perfil de solo contendo artefatos cerâmicos e considerações sobre a TPI e sua representatividade para a produção e práticas agrícolas dos povos pretéritos e suas atividades, com a técnica específica que puderam ser observadas pela microscopia. Algumas reflexões sobre o mecanismo de avanço àquela época nos fazem questionar e buscar respostas sobre qual o motivo os levara a produzir a TPI, como era a forma de produção e ainda sobre os resultados sobre seu uso na agricultura.

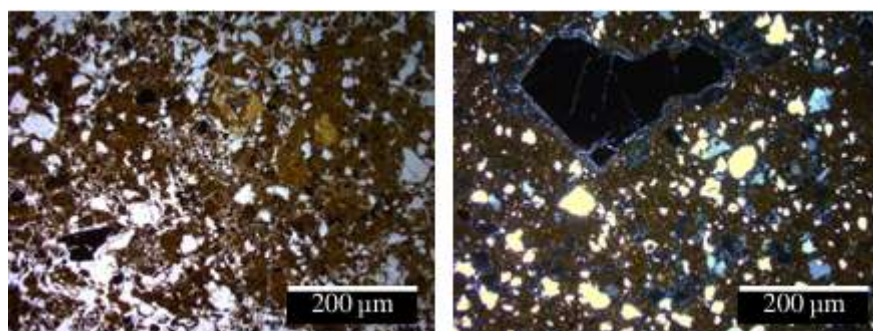


Figura 06: Lâminas delgadas do perfil com fragmentos de carvão. Fonte: os autores (2024).

3. COMENTÁRIOS E DISCUSSÕES

Com a descrição das análises do solo, granulométrica e das lâminas delgadas, define-se então um típico Latossolo que pode ter sofrido algum tipo de perturbação, e não que tenha sido compactado, mas deixa a impressão de que foi adensado.

Através das lâminas, percebe-se outra curiosidade: parece um horizonte BC, repetindo a estrutura microagregada dentro de zonas de perturbação, com clara estrutura em blocos. Podem-se observar blocos muito bem separados por poros planares retos e curvos.

Quanto ao horizonte A, contendo fragmentos de bauxita, sugerindo, assim, que esse solo foi uma couraça aluminosa antes, podendo ter passado por uma fase, tem-se um horizonte microagregado com algumas zonas adensadas. Sobretudo quando se vê e confirma com as partículas maiores de carvão, que este solo tem carvão, denominando-se solo A antrópico, com manchas pretas lineares no meio da micromassa vermelho amarelada, o que é típico de quando se tem coalescência de M.O, característica clássica de horizonte A com indicação de antropogênese e apresenta como material principal, o carvão.

Já em relação à micromassa e aos constituintes grossos, são os mesmos, porém, nos surpreende com a presença de bauxita e deixa a interrogação: essas rochas podem ter sido bauxitizadas antes de virar solo? Os fragmentos de bauxita em processo de desintegração são visíveis, onde pode-se ver os *boxworks*, as estruturas que a gibbsita está fazendo, brilhando, apresenta brilho vítreo com linhas finas. É possível visualizar ainda que a rocha está toda pseudomorfizada, as zonas de fraturas, planos de clivagem dos feldspatos estão todos bauxitizados, o que leva a imaginar que esse solo pode ser de origem associada a uma bauxita. Anteriormente, pode ter sido uma laterita e posteriormente, transformou-se em solo.

No panorama geral das lâminas, há a comprovação de solo antrópico, com mudança considerável dos constituintes. Na microestrutura, parece ter ocorrido algum tipo de perturbação da base do solo subjacente (pessoas caminhando, revolvendo, adensamento da base do horizonte Bw, enquanto estavam formando o horizonte A antrópico revolvendo, enterrando materiais, confirma a presença de cerâmica de material distinto daquele utilizado dentro do processo de produção da TPI). Esse solo parece ter uma relação com a bauxita, então ele deve ser um solo com caráter aluminoso, deve ter produzido uma recilificação da bauxita que produziu este Latossolo. Muito provavelmente, essa TPI melhorou muito as condições de produção

do solo, como as condições químicas e físicas desse solo, ou seja, sinalização para melhoria de condições.

Os estudos de TPI demonstram os variados usos, períodos de estadia de populações pretéritas “e a quantidade e qualidade dos resíduos orgânicos descartados e a atuação de processos biogeoquímicos e pedogenéticos pós-ocupacionais” [3].

4. CONCLUSÃO

Hoje, a tecnologia permite inúmeras possibilidades para elevar a produção de alimentos grande preocupação no mundo devido ao aumento da população mundial – porém há que se analisar questões como a sustentabilidade, qualidade dos alimentos, custo-benefício para os pequenos e médios produtores e especialmente a não agressão ao solo. Acredita-se que o uso da TPI pelos povos nativos pode ser uma das respostas para nós, em relação às formas de redução de grandes impactos ao meio ambiente, fertilidade do solo, aumento da produção agrícola e à saúde do planeta.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa possibilitou ter um maior entendimento dos povos originários na região do Campo das Vertentes, visto que, no sítio analisado, foi possível encontrar peças cerâmicas – restos de utensílios – vinculadas à tradição ceramista Aratu-Sapucaí. Porém, elas também apresentam o engobo vermelho, curiosamente todas em peças oxidadas, com tipo de queima da pasta dos materiais cerâmicos. Isso aponta para uma variedade característica de técnicas de fabricação, com uma proporção considerável de núcleos com superfície interna reduzida e externa oxidada, cuja destinação de uso específico permite concluir que se trata de um grupo com tais características. As análises de solo mostraram uma TPI, produzida em decorrência da ocupação local, muito semelhante aos solos amazônicos, indicando que apesar da distância geográfica os povos originários tinham os mesmos procedimentos. Por fim, a micromorfologia foi fundamental nos estudos pois, através dessa técnica, foi possível observar fragmentos de ossos, carvão, entre outros, não deixando dúvida da utilização do sítio para as práticas.

É também imprescindível dizer que a ocupação humana atual na região, as pessoas devem ser instruídas para contribuir com a preservação do sítio, como forma de preservação e até mesmo como turismo sustentável que possa gerar trabalho e renda para a comunidade local. Não podemos deixar de destacar a ajuda imprescindível da comunidade, que não mediu esforços para a realização desta pesquisa.

A preservação dos sítios arqueológicos, a história e a cultura dos povos originários, mesmo sendo populações com culturas materiais e humanas distintas podem apresentar grandes similaridades como observado no estudo das Terras Arqueológicas. Os ensinamentos deixados por estes povos podem nos dar as respostas para soluções e manejo dos solos em diversas áreas na atualidade.

7. REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de Natureza no Brasil – Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ADAMY, A. **Geodiversidade do estado do Acre**. Porto Velho: CPRM, 2015.

AFRIN, H. **A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques**. International Journal of Transportation Engineering and Technology, v. 3, n. 2, p. 19-24, 2017.

ANGELUCCI, D. **Geoarchaeology and micromorphology of Abric de la Cativera** (Catalonia, Spain). CATENA, v. 54, n. 3, p. 573-601, 2003.

ANGONESE, D. S. **Minas Nativa: Dinâmicas Do Povoamento Indígena Em Prados**. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E ACADÊMICA DA UFSJ, 18., 2020, São João del-Rei: UFSJ, 2020.

ARAUJO, A. G. de M. **Destruído pelo arado? Arqueologia de superfície e as armadilhas do senso comum**. Revista de Arqueologia, São Paulo: SAB, v. 14-15, p. 07-28, 2001-2002.

ARKAIOS. **Relatório Final de Escavação**, 2004.

ARRIAZA, B. et al. **Sobreingesta de Boro durante la época precolombina en las poblaciones de Arica: implicâncias biológicas y culturales**. Estudios Atacameños: Arqueología y antropología surandinas, v. 68, e5047, 2022.

BARDEN, L.; MCGOWN, A.; COLLINS, K. **The collapse mechanism in partly saturated soil**. Engineering Geology, v. 7, p. 49-60, 1973.

BENITES, V. de M. **Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço**. Floresta e Ambiente, v. 10, n. 1, p. 76-85, 2003.

BOSSI, E. T.; VILLAR, L. F. S. **Caracterização química e mineralógica de rejeitos de minério de ferro de diferentes percentagens de finos**. In: PIRES, P. F. (Org.). Engenharia e Geotecnia – Princípios Fundamentais. 3. ed. Piracanjuba-GO: Editora Conhecimento Livre, 2020. v. III, p. 196-210.

BRANDT. **Relatório Final de Escavação**. 2004. p. 3-50.

BRITO, F.; ROLIM, M.; PEDROSA, E. **Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, (Supl.), p. 52-56, 2005.

BROWN, A. G. **Geoarchaeology, the four dimensional (4D) fluvial matrix and climatic causality**. Geomorphology, v. 101, p. 278–297, 2008.

CAMPOS, M. C. C. **Caracterização e classificação de Terra Preta arqueológica na região do Médio Rio Madeira**. Bragantia, v. 70, n. 3, p. 598-609, 2011.

CAMPOS, M. C. C. et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

CANTI, M.; HUISMAN, D. J. **Scientific advances in geoarchaeology during the last twenty years**. Journal of Archaeological Science, v. 56, p. 96-108, 2015.

CASTRO, F. **A análise química como auxiliar na determinação de origem de fragmentos cerâmicos arqueológicos**. Olaria, v. 2, p. 125-130, 1998. Disponível em: <https://www.uminho.pt/>. Acesso em: 1 out. 2024.

CASTRO, G. de. **Interpretação da paisagem arqueológica através das análises pedogeomorfológicas, micromorfológicas e de artefatos cerâmicos**. 2025. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2025.

CASTRO, G. de et al. **Panorama Arqueológico no Campo das Vertentes: Aspectos Cerâmicos dos Sítios Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha e Catauá**. Caderno de Geografia, v. 34, n. 77, p. 661, 2024.

CASTRO, S. S. de. **Sistemas de transformação pedológica em Marília, SP: B Latossólicos e B texturais**. 1989. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

CASTRO, S. S. de. **Micromorfologia de solos: bases para descrição de lâminas delgadas**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2008.

CASTRO, S. S. de et al. **Micromorfologia do solo: bases e aplicações**. In: Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p. 107-164.

CASTRO, S. S. de, & Cooper, M. (2019). **Fundamentos de micromorfologia de solos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

CAVALCANTI, A. D. **Monitoramento da contaminação por elementos traço em ostras comercializadas em Recife, Pernambuco, Brasil**. Cadernos de Saúde Pública, v. 19, n. 5, p. 1545-1551, 2003.

CENTENO, J. A. et al. **Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos**. Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v. 4, n. 1, p. 31-37, 2017.

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. [S. l.]: [s. n.], [2024]. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 1 out. 2024.

CORRÊA, G. R. et al. **Relação solo-ambiente em área degradada por voçoroca no Triângulo Mineiro, Minas Gerais**. Revista Brasileira De Geomorfologia, v. 24, n. 3, 2023.

COSTA, M. L. da et al. **The ceramic artifacts in archaeological black earth (terra preta) from Lower Amazon Region, Brazil: chemistry and geochemical evolution**. Acta Amazonica, v. 34, n. 3, p. 375-386, 2004.

COSTA CAMPOS, M. et al. **Caracterização e classificação de terras pretas arqueológicas na Região do Médio Rio Madeira**. Bragantia, v. 70, n. 3, p. 598-609, 2011.

CURADO, J. F. **Estudo e caracterização física de cerâmicas indígenas brasileiras**. 2012. Tese (Doutorado em Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CURI, N. et al. **Vocabulário de Ciência do Solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993.

DELFORGE, A. **O gerenciamento do patrimônio arqueológico no estado de Minas Gerais utilizando-se sistema de informações espaciais (SIG)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

DICK, D. P. et al. . In: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Org.). **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: SBCS, 2009. v. 1.

D'LÉRY, J. **Viagens a Terra do Brasil**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, 2007.

DUNNELL, R. The Notion Site. In: ROSSIGNOL, J.; WANDSNIDER, L. (Ed.). **Space, Time and Archaeological Landscapes**. New York: Plenum Press, 1992.

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

ENÉAS, P. E. de O.; NORONHA, I. de O. **Resgate arqueológico dos sítios Evangelista e Igrejinha, em Prados/MG**. Cadernos do LEPAARQ (UFPEL), p. 251-269, 2020.

ESPINDOLA, C. R. **Retrospectiva crítica sobre a pedologia: um repasse bibliográfico**. Campinas: Editora UNICAMP, 2008.

FALCÃO, N. et al. **A fertilidade dos solos de Terra Preta de índio da Amazônia Central**. Acta Amazonica, v. 36, n. 4, p. 401-406, 2006.

FALCÃO, N. et al. **A fertilidade dos solos de Terra Preta de índio da Amazônia Central**. In: TEIXEIRA, W. G. et al. (Org.). As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: Embrapa, 2009.

FANNING, P. et al. **A new geoarchaeology of Aboriginal artefact deposits in western NSW, Australia: establishing spatial and temporal geomorphic controls on the surface archaeological record**. Geomorphology, v. 101, n. 3, p. 524-532, 2008.

FERNANDES, N. F.; PEIFER, D.; VAL, P. **Modelos Numéricos de Evolução do Relevo (LEMs) e sua importância para estudos de evolução da paisagem**. In: JÚNIOR, O. A. C. et al. (Org.). Revisões de literatura da geomorfologia brasileira. Brasília: Universidade de Brasília, 2022. cap. 35. Disponível em: <https://www.almedina.net/ebooks-almedinanet>.

FERREIRA, M.; FERNANDES, B.; CURI, N. **Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 23, p. 507-514, 1999.

FRAZÃO, E. B. **Alteração de Rochas como critério de seleção de agregados**. 2. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia Ambiental, 2012.

FRAZÃO, F. et al. **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa, 2009.

FUCKS, E. (Org.). **Cuaternario y geomorfología de Argentina**. La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata, 2017.

GANDAVO, P. de M. **Tratado da terra do Brasil; História da Província de Santa Cruz**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1980.

GOLDBERG, P.; ALDEIAS, V. **Why does (archaeological) micromorphology have such little traction in (geo)archaeology?** Archaeological and Anthropological Sciences, v. 10, p. 269–278, 2018.

GOLDBERG, P.; HOLLIDAY, V.; FERRING, C. (Org.). **Earth Sciences and Archaeology**. Nova York: Springer, 2001.

GOMES, J. B. V. et al. **Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, n. 1, p. 137-153, 2004.

GROHMANN, F. . In: MONIZ, A. C. **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, 1972.

HARRIS, E. C. **Princípios de estratigrafia arqueológica**. Barcelona: Editora Crítica, 1991.

HOLLIDAY, V. **Geoarchaeology: An International Journal, Vol. 2, No. 4, 317-329**, 1987. Geoarchaeology: An International Journal, v. 2, n. 4, p. 317-329, 1987.

HOLLIDAY, V. **Geoarchaeology and Geochronology of the Miami (Clovis) Site, Southern High Plains of Texas**. Quaternary Research, v. 41, n. 2, p. 234-244, 1994.

HOLLIDAY, V. **Geoarchaeology and the search for the first Americans**. CATENA, v. 78, n. 3, p. 310-322, 2009.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. **Oxidação do enxofre elementar em solos tropicais**. Ciência Rural, v. 36, n. 3, p. 822-828, 2006.

HOSN, M. N. A. **Estudos Arqueométricos de Solos de Terra Preta de Índio (TPI) e a Modificação Antropogênica no Oriente Amazônico**. 2022. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2022.

IBGE. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JÚNIOR, O. A. C. et al. (Org.). **Revisões de literatura da geomorfologia brasileira**. Brasília: Universidade de Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.almedina.net/ebooks-almedinanet>.

KERN, D. C. **Caracterização pedológica de solos com Terra Preta arqueológica na região de Oriximina – Pará**. 1988. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

KIRILLOVA, N. P. et al. Color Diagnostics of Soil Horizons (by the Example of Soils from Moscow Region). **Eurasian Soil Science**, v. 51, p. 1348–1356, 2018.

LEPSCH, I. F.. In: MONIZ, A. C. **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, 1972.

LIER, Q. J. van. **Física do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010.

LIMA SALES, C. **Arqueologia e história indígena em Lagoa Dourada, Minas Gerais, Brasil – primeiros passos**. Faces de Clío, v. 8, n. 16, p. 139-167, 2023.

MACHADO, M. de R. et al. **Associação entre observações macroscópicas e análises laboratoriais no estudo genético de solos do quadrilátero ferrífero, MG**. Caminhos de geografia, v. 16, n. 54, p. 78–91, 2015.

MAGALHÃES, A. C. N. . In: MONIZ, A. C. **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, 1972.

MARTINS, L. A. **Apectos de Campo, Petrográficos, Química Mineral, Litogeoquímica, Geocronologia U-Pb e Geoquímica Isotópica Sm-Nd de Tonalitos Paleoproterozóicos da Porção Setentrional da Suíte Alto Maranhão, Minas Gerais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

MELLO, J. W. V.; PEREZ, D. V. . In: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Org.). **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: SBCS, 2009. v. 1.

MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Org.). **Química e mineralogia do solo**. 2 v. Viçosa: SBCS, 2009.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. 4. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010.

MONIZ, A. C. **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, 1972.

MORLEY, M. **The geoarchaeology of hominin dispersals to and from tropical Southeast Asia: A review and prognosis**. Journal of Archaeological Science, v. 77, p. 78-93, 2017.

MUNSELL. Color Company. **Munsell Color Soil Charts**. Baltimore, Md: USA, 1954.

NASCIMENTO, A.; LUNA, S. **Procedimentos para a análise da cerâmica arqueológica**. CLIO Série Arqueológica, v. 10, p. 101-133, 1994.

NASCIMENTO, C.; FONTES, R. **Correlação entre características de latossolos e parâmetros de equações de adsorção de cobre e zinco**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 965-971, 2004.

NASCIMENTO-DIAS, B.; ANJOS, V. **Aplicação da espectroscopia Raman na identificação de olivinas em meteoritos**. Revista de Técnicas Experimentais e Instrumentação, v. 4, n. 2, p. 21-28, 2021.

NOWATZKI, C. H. **Noções de Geoarqueologia**. Barra Velha: Edição do autor, 2019.

OLIVEIRA, C. A. de. **A cerâmica pré-histórica do Brasil: avaliação e proposta**. CLIO, v. 1, n. 7, p. 69-79, 1991.

OLIVEIRA, D. E. de; ASSIS, D. C. de; FERREIRA, C. C. M. **Dinâmica climática regional em municípios da Zona da Mata, Campo das Vertentes e Sul e Sudoeste de Minas Gerais: As ondas de calor e frio**. Revista Brasileira de

Climatologia, v. 14, Edição Especial/Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 290-310, 2018.

PEÑA, J. L. et al. Cartografías de reconstrucción paleoambiental y riesgo geomorfológico del Holoceno superior en el valle del río Huerva (Depresión del Ebro). In: PEÑA, J. L. et al. (Org.). **Geografía Física de Aragón**. Zaragoza: Universidad de Zaragoza e Instituto Fernando el Católico, p. 303-314.

PEDROZO, G. A. **História Indígena no Campo das Vertentes: Uma análise arqueológica da ocupação pré-colonial às margens do rio Grande (Ribeirão Vermelho, MG)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2024.

PEDROZO, G. A. **Arqueologia da paisagem e suas perspectivas**. Revista Territorium Terram, v. 6, n. 9, 2023.

PEDROZO, G. A. **Por uma arqueologia em Lavras**. Revista do Patrimônio Cultural de Lavras, Ano 1, n. 1, 2020.

PEDROZO, G. A.; REZENDE, L. P. **Ocupação Aratu-Sapucaí nas áreas do atual município de Lavras, Minas Gerais**. Revista do Patrimônio Cultural de Lavras, Ano 1, n. 1, 2020.

PEDROZO, G. A.; ROCHA, L. C. **Arqueologia Jê no rio Grande: Contribuições e Perspectivas da Geoarqueologia para a interpretação de vestígios**. In: SEMINÁRIO DE TEORIA ARQUEOLÓGICA CONTEMPORÂNEA, 3., 2022.

PEREIRA, S. J.; RODRIGUES, S. C. **Erosão por vaçorocas: Estudo da arte**. In: JÚNIOR, O. A. C. et al. (Org.). Revisões de literatura da geomorfologia brasileira. Brasília: Universidade de Brasília, 2022. cap. 18. Disponível em: <https://www.almedina.net/ebooks-almedinanet>.

PEREIRA, R. M.; ÁVILA, A. C. **Distribuição e Aspectos Metalogenéticos das Ocorrências de Scheelita no Pré-Cambriano do Estado de Minas Gerais, Brasil**. Geonomos, n. 4, v. 2, p. 69-80, 1996.

PEREIRA, T. T. C. et al. **A mineralogia dos solos tropicais: estado da arte e relação com o uso e manejo**. Geonomos, v. 28, n. 1, p. 1-14, 2020.

PROUS, A. **Arqueologia brasileira: a pré-história e os verdadeiros colonizadores**. Archaeo, 2019.

PROUS, A.; RODET, M. (Org.). **Arqueologia Do Vale Do Rio Peruaçu E Adjacências – Minas Gerais Tomo I**. Belo Horizonte: UFMG, 2009. v. XIX.

QUEIROZ, M. M. A. et al. **Mineralogia e química dos sedimentos de fundo do médio e baixo Madeira e de seus principais tributários – Amazonas – Brasil**. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672011000300008. Acesso em: 8 dez. 2023.

REBELLATO, L. **Interpretando a variabilidade cerâmica e as assinaturas químicas e físicas do solo no Sítio Arqueológico Hatahara – AM.** 2007. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

REGELINK, I. et al. **Linkages between aggregate formation, porosity and soil chemical properties.** *Geoderma*, v. 247–248, p. 24-37, 2015.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** 6. ed. Lavras: Editora UFLA, 2014.

RESENDE, M. L. C. et al. **A Pré-História Na Estrada Real.** *Revista do Arquivo Público Mineiro*, Belo Horizonte: Rona Editora Ltda, Ano XLVI, n. 2, 2010.

RESENDE, M. L. C. et al. **Estrada Real: Um “Lugar De Memória” Dos Povos Indígenas.** *Tempos Gerais - Revista de Ciências Sociais e História*, n. 5, 2014.

ROBRAHN-GONZÁLEZ, É. M. **Teoria e métodos na análise cerâmica em arqueologia.** *Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia*, v. 8, p. 287-294, 1998.

ROCHA, L. C. **Caracterização Pedológica em duas Vertentes na Bacia do Córrego do Quebra, Gouveia/MG.** 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ROCHA, L. C. **Desnudação geoquímica na evolução da Serra do Espinhaço Meridional – MG – Brasil.** 2011. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ROCHA, L. C. **Análise micromorfológica e a utilização do GPR no entendimento da pedodiversidade.** *Caderno de Geografia*, v. 28, Número Especial 1, p. 84-108, 2018.

RONCHI, D. et al. **Multispectral UAV Data and GPR Survey for Archeological Anomaly Detection Supporting 3D Reconstruction.** *Sensors*, v. 23, n. 2769, 2023.

SALES, C. L. **Arqueologia e história indígena em Lagoa Dourada.** *Faces de Clio*, v. 8, n. 16, p. 139-167, 2022.

SANTACREU, D. A. **Materiality, techniques and society in pottery production: the technological study of archaeological ceramics through paste analysis.** Walter de Gruyter GmbH & CoKG, 2014.

SANTIAGO, F. S. **Atributos do solo em sistemas de cultivo irrigado agroecológico e convencional no Semiárido do Rio Grande do Norte.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 13, n. 2, p. 176-185, 2018.

SANTOS, R. D. dos et al. **Manual de Descrição e coleta de solo no campo.** 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. **Micromorphology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia**. Australian Journal of Soil Research, v. 42, n. 4, p. 401-409, 2004.

SCHROEDER, Diedrich. **Solos: fatos e conceitos**. Tradução de A. S. Lopes. Originalmente publicado como Boden Kunde K. in Stichworten, 1969. Suíça: International Potash Institute, SHEPARD Institution, 2017. ISBN 978-3-905887-25-9..

SCOTT, E. et al. (Org.). **Encyclopedia of Quaternary Science**. 2. ed. Elsevier, 2013.

SCOTT, K. M.; PAIN, C. F. **Regolith science**. Collingwood: CSIRO, 2009.

SGARBI, G. N. C. **Petrografia macroscópica das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

SHEPARD, A. O. **Ceramics for the Archaeologist**. Washington, DC: Carnegie Institution of Washington, 1980.

SILVA, G. et al. **Análise da variabilidade espacial da fertilidade do solo em Morro do Chapéu – BA**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 20., 2023, Florianópolis. INPE, 2023.

SILVA, M. M. C. da. **Mineralogia e química de solo e fragmentos cerâmicos de sítios arqueológicos em Salobo, Carajás-PA**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

SIMÕES, P. M. L. et al. **Uso de atributos pedológicos na compreensão da gênese de superfícies geomorfológicas escalonadas da Borda Oeste do Planalto do Espinhaço Meridional/Minas Gerais – Brasil**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, n. 2, p. 381-398, 2020.

SIQUEIRA, H. E. et al. **Análise Morfométrica e Definição do Potencial de Uso do Solo da Microbacia do Rio Veríssimo, Veríssimo – MG**. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 15, p. 2236-2246, 2012.

SMITH, N. J. H. **Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia**. Annals of the Association of American Geographers, v. 70, n. 40, p. 553-566, 1980.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Bioma Cerrado: Latossolos**. [S. l.]: [s. n.], 2021.

SOUZA, K. W. de. **Gênese, mineralogia, micromorfologia e formas de fósforo em arqueo-antropossolos da várzea do Rio Amazonas**. 2011. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

STADEN, H. **Duas Viagens ao Brasil**. LPM, 2021.

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

STOOPS, G. et al. (Org.). **Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths**. Amsterdã: Elsevier, 2018.

STRAHLER, A. N. **Dynamic basis Geomorfology**. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p. 923 – 938, 1952.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, [s.d.].

SULLIVAN, A. P. **Inference and evidence in archaeology: a discussion of the conceptual problems**. Advances in Archaeological Method and Theory, v. 1, p. 183-222, 1978.

TAVARES, S. R. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2008.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Complexo Sortivo do Solo (Soma de Bases Trocáveis, CTC Efetiva, CTC Total, Percentagem de Saturação por Bases)**. In: TEIXEIRA, P. C. et al. (Org.). Manual de Métodos de Análise de Solo. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6. ed. Tradução de Durval Dourado Neto e Manuella Nóbrega Dourado. São Paulo: Organização Andrei Ltda., 2007.

TROUFFLARD, J. **Uma abordagem interdisciplinar do sítio arqueológico Cedro, baixo Amazonas**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas, v. 14, n. 2, p. 553-580, 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI (UFSJ); PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Estudos técnicos introdutórios para a proposição de uma Unidade de Conservação na região da Serra do Lenheiro**, São João del-Rei, MG: relatório final. São João del-Rei: UFSJ, 2023.

VILLAGRAN, M. **32453001 miolo.indd**. [S. l.]: [s. n.], 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 23 jul. 2022.

WATERS, M.; KUEHN, D. **The Geoarchaeology of Place: The Effect of Geological Processes on the Preservation and Interpretation of the Archaeological Record**. American Antiquity, v. 61, n. 3, p. 483-497, 1996.

WILKINSON, T. J. **Soil erosion and valley fills in the Yemen highlands and southern Turkey: Integrating settlement, geoarchaeology, and climate change**. Geoarchaeology, v. 20, n. 2, p. 169-192, 2005.

WILLEY, G. R.; PHILLIPS, P. **Method and theory in American archaeology**. University of Alabama Press, 1958 [2001].

WILSON, L. **The role of geoarchaeology in extending our perspective.** Geological Society, v. 352, p. 1-9, 2011.

WOODS, W. I. et al. (Org.). **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Manaus: Embrapa, 2009.

8. ANEXOS

PANORAMA ARQUEOLÓGICO NO CAMPO DAS VERTENTES: ASPECTOS CERÂMICOS DOS SÍTIOS MONTE ALEGRE, EVANGELISTA, IGREJINHA E CATAUÁ

Archaeological Overview in the Campo das Vertentes: Ceramic Aspects of the Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha, and Catauá Sites

Glêdes de Castro

Mestranda em Geografia, Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

gledescastro@ufs.edu.br

Leonardo Cristian Rocha

Doutor em Geografia Física, Universidade de Minas Gerais.

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil

rochageo@ufs.edu.br

Gabriel Arriel Pedrozo

Doutorando em Geografia Física, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

gabrielarqueo@hotmail.com

Alexandre Henrique Delforge

Doutor em Arqueologia, Universidade de São Paulo.

Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

delforge@ufs.com.edu.br

Recebido: 10/04/2024

Aceito: 10/05/2024

Resumo

Este artigo investiga e discute a presença de materiais cerâmicos no Campo das Vertentes, Minas Gerais, em particular aqueles provenientes dos quatro sítios arqueológicos: Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha e Catauá; com base nas coleções desses artefatos, atribuídos às tradições Aratu-Sapucaí e Tupiguarani, desenvolveu-se nesta pesquisa uma análise que visa compreender as distinções e semelhanças dos tipos cerâmicos dentro desta localidade, viabilizando o entendimento da identidade, cultura, tecnologia e existência de possíveis rotas de populacionais e trocas tecnológicas que ocorrem neste espaço geográfico.

Palavras-chave: Cerâmica, Campo das Vertentes, Aratu-Sapucaí, Tupiguarani.

Abstract

This article investigates and discusses the presence of ceramic materials in the Campo das Vertentes, Minas Gerais, particularly those from the four archaeological sites: Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha, and Catauá. Based on collections of these artefacts, attributed to the Aratu-Sapucaí and Tupiguarani traditions, this research develops an analysis aimed at understanding the distinctions and similarities of ceramic types within this locality, facilitating the understanding of identity, culture, technology, and the existence of possible population routes and technological exchanges within this geographical space.

Keywords: Ceramic, Campo das Vertentes, Aratu-Sapucaí, Tupiguarani.

1. INTRODUÇÃO

Investigações de cunho arqueológico no Campo das Vertentes, mesorregião do Sul de Minas Gerais, tem se intensificado nas últimas décadas (Brandt, 2004; Akaios, 2004; Resende; Torres, 2006; Resende *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2014; Angonese, 2020; Enéas; Noronha, 2020; Pedrozo; Rezende, 2020; Pedrozo; Rocha, 2022; Sales, 2022; Pedrozo; Serralheiro, 2023; Castro, 2024; Pedrozo, 2024, entre outros), ainda assim, boa parte da localidade permanece inexplorada e carecendo de investigações. Segundo Delforge (2010), apenas 2% dos sítios arqueológicos em Minas Gerais são conhecidos, o que é agravado quando se leva em consideração passado humano de longuíssima data no estado, com a presença de grupos de caçadores-coletores desde o Holoceno Inicial.

Mesmo que a presença humana em Minas Gerais possua evidências antequíssimas, a maioria dos sítios arqueológicos pré-coloniais do Campo das Vertentes, inclusive os que serão aqui analisados, são de um passado mais “recente”. Na Arqueologia, a concatenação cronológica destas ocupações ameríndias trata-se de algo ainda em intensa discussão. Periodizações clássicas como as de Willey and Phillips (2001), onde estabelece: Lítico ou Paleoíndio dentro do Pleistoceno Superior e interação humana com megafauna; Arcaico (Archaic Stage) já no Holoceno, onde havia intensiva coleta e especialização em caça e pesca; Formativo (4.000-3.000 anos A.P.), sedentarismo, agricultura, tecelagem e dententores de cerâmica; e aquelas não presentes no Clássico com urbanização e arquitetura monumental e a Pós-Clássico com a formação de impérios militares, tratam-se de etapas cronológicas demasiadas heterogenias e com diversas complicações uma vez aplicadas por todo continente americano.

Além dos dois autores americanos, há outras como a da arqueóloga francesa Annette Laming-Emperaire (1973) de “caçadores” (caçador-coletor) e “produtores” (horticultores e agricultores) também estivera sujeito a complicações. Ou mesmo estabelecimentos mais recentes, como de Prous (2019) Arcaico Antigo/Médio/Recente, ainda assim não são de ampla utilização por todos os arqueólogos no Brasil. Seja como for, o contexto aqui analisado, no Campo das Vertentes apresenta grafismos-rupestres (com datações diretas difíceis de serem estimadas) e cujas tradições do grafismo são de um período anterior às populações ceramistas e horticultoras associadas aos demais sítios arqueológicos da localidade, havendo um certo hiato temporal ou gap entre estes dois conjuntos arqueológicos dentro da história profunda da região.

Particularmente, os sítios Monte Alegre possuem datações diretas (termoluminescência) de 800 A.P. (Brandt, 2004); Evangelista com 425 anos AP (370+55) e Igrejinha 410 anos AP (500-90) também por meio de termoluminescência (Enéas e Noronha, 2020), e Catauá, de forma indireta através da tradição cerâmica ~1300-300 A.P.

A espacialização destes sítios arqueológicos (Figura 1) ocorre de maneira sempre associada a rios ou corpos de águas (pequenos canais como riachos e ribeirões), topos ou meia vertentes, raramente presentes em localidades baixas. Trata-se de um conjunto de vestígios de antigas ocupações espaciais humanas, que se manifestou de forma intensiva, evidenciado pela antiga produção de solo antrópico (Terra Preta) presentes no produto pedológico dos sítios (Arkaivos, 2004; Pedrozo; Resende, 2020; Pedrozo; Rocha 2022; Castro, 2024). Aspecto comum de sítios arqueológicos de aldeias ceramistas no Brasil Central (Prous, 2006; 2019).

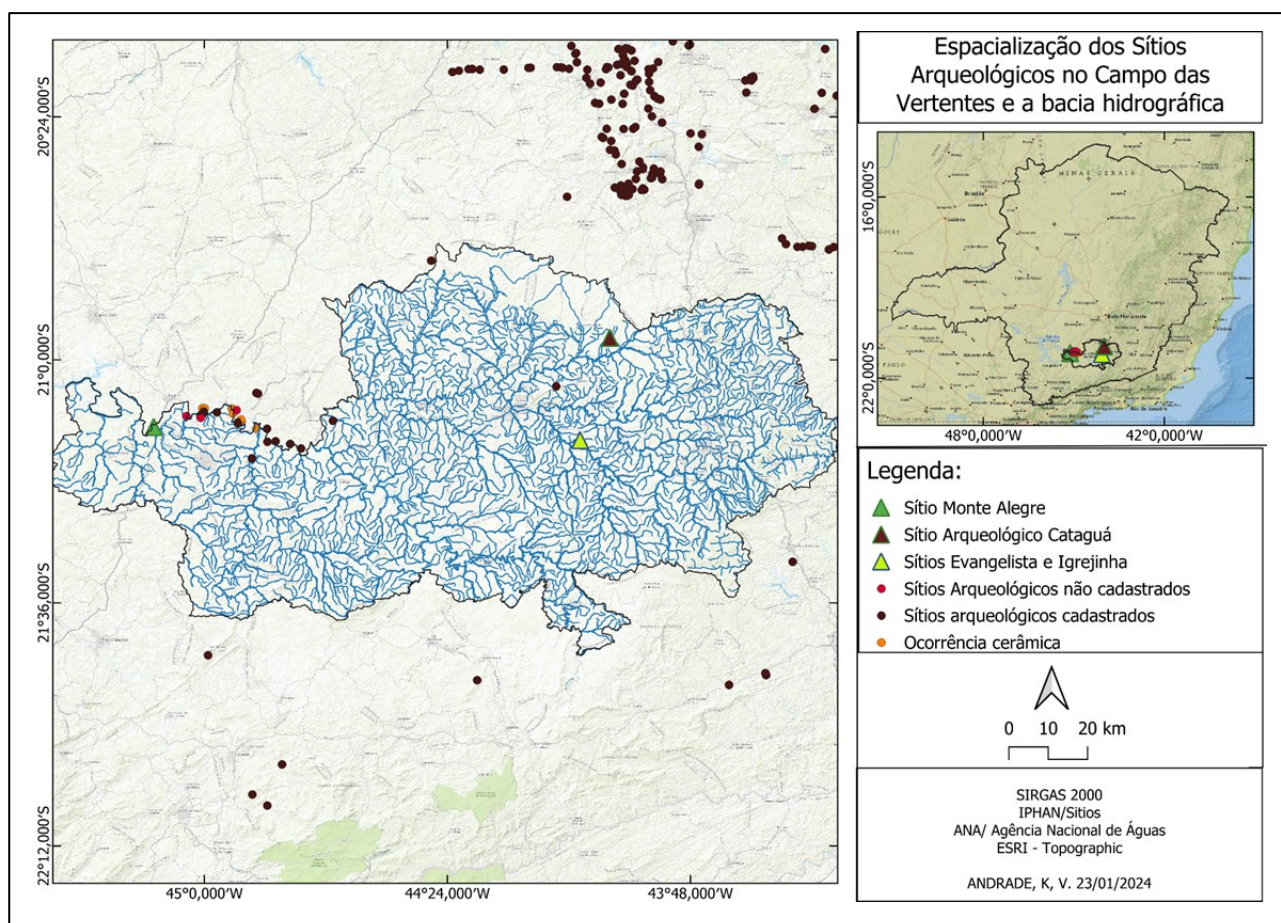


Figura 1 – Espacialização dos sítios arqueológicos no Campo das Vertentes e sua relação com a Bacia Hidrográfica. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2024).

Apresentado este panorama, o presente artigo busca discutir a presença de materiais cerâmicos no Campo das Vertentes, Minas Geras, em particular aqueles provenientes de quatro sítios arqueológicos Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha e Catauá. Com base nas coleções desses artefatos, atribuídos as tradições Aratu-Sapucai e Tupiguarani, desenvolveu-se nesta pesquisa uma análise que visa compreender as distinções e semelhanças dos tipos cerâmicos dentro desta localidade, viabilizando o entendimento da identidade, cultura, tecnologia e as possíveis rotas de comércio que discorreram neste espaço geográfico.

2. DEMAIS SEÇÕES UMA BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

Segundo Daniel Santacreu (2014) análises arqueométricas possuem limitações quando apenas focam nos próprios objetos arqueológicos e desconsideram o ambiente contextual de origem de tais peças. A descontextualização da peça trata-se de uma defasagem não apenas em nível de informação, mas na própria percepção e entendimento do panorama arqueológico estudado. Em termos físicos, um sítio arqueológico trata-se de uma concentração de artefatos (Dunnell, 1992), em muitos casos submerso por diversos horizontes (ou camadas em contextos sedimentares) de produto pedológico, os quais não são apenas o solo que meramente encobre os artefatos, e sim parte da história e formação de um sítio, que infere numa sequência de “perda” e “ganho” de informações (Sullivan, 1978). Logo, um olhar atento para aspectos contextuais, quer seja de características geomorfológicas, espaciais, vegetação e uso da localidade trata-se de elementos contributivos para a compreensão dos materiais cerâmicos.

A localização dos sítios arqueológicos apresenta características que ao mesmo tempo convergem e divergem. Naturalmente, mesmo dado a distância destes pontos no mapa, a ocupação indígena seguiu critérios-chaves para a sua subsistência, como recursos hídricos, porém, aspectos de cunho simbólico e suas significações e leituras da paisagem são, infelizmente, omissas ao registro arqueológico e praticamente impossíveis de serem apuradas apenas com o registro ceramológico, restando uma descrição física dos elementos do entorno.

Como o próprio nome refere, as vertentes são as características significativas na topografia da mesorregião dos Campo das Vertentes. Além deste aspecto basal, o terreno em que se encontram os sítios arqueológicos Monte Alegre e Catauá caracteriza-se por possuir um relevo acidentado, embrenhados entre os conjuntos de sucessivos de colinas,

com os dois sítios Evangelista e Igrejinha residindo em uma área de baixa declividade (Enéas; Noronha, 2020). As altitudes médias dos sítios arqueológicos, variam, a medida que se encontram em referência a montante do rio Grande, o gradiente de elevação, naturalmente, torna a altitude maior, fazendo com que a hipsometria oscilando entre ~700-990m (Figura 2).

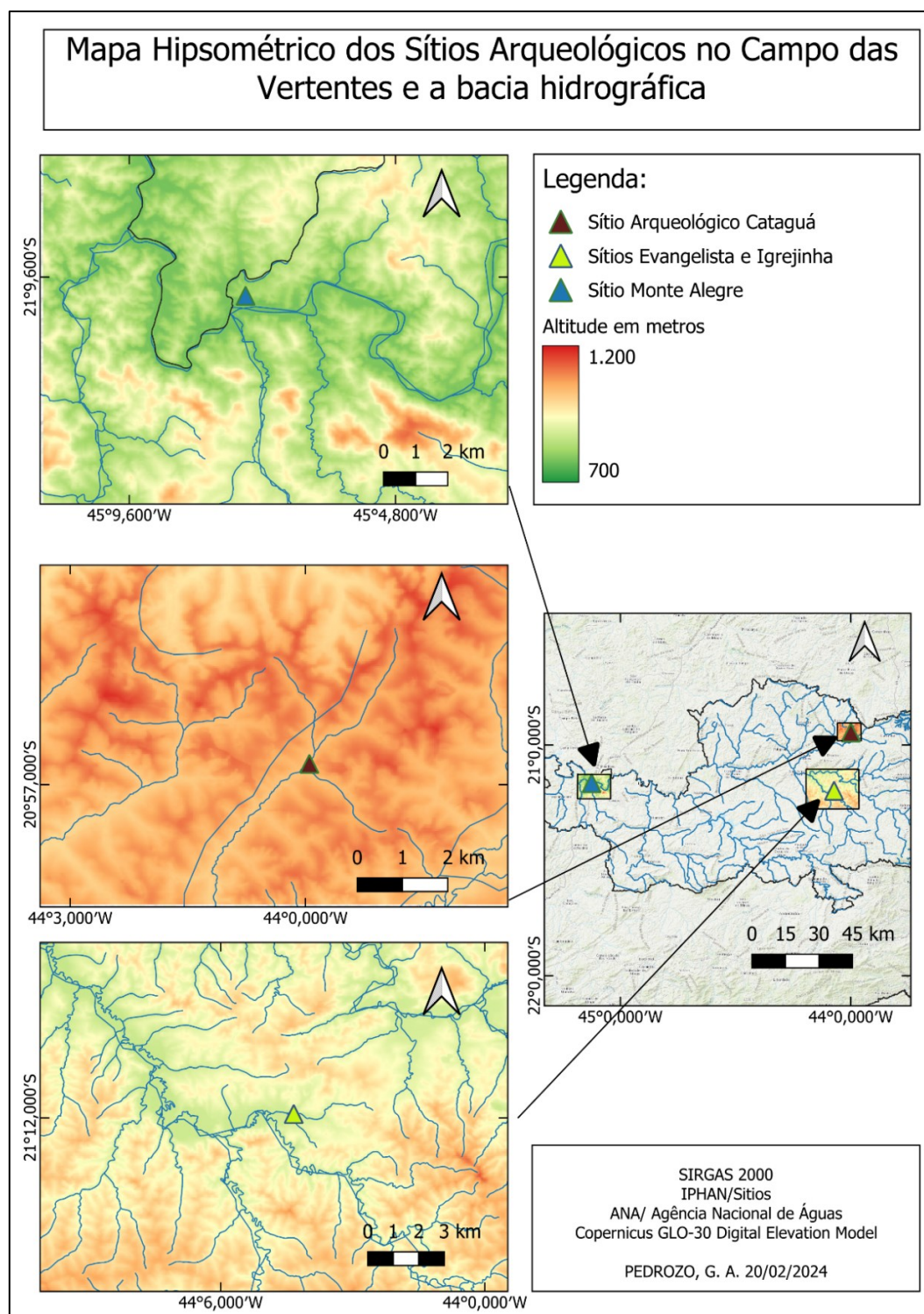


Figura 2 – Hipsometria dos sítios Arqueológicos no Campo das Vertentes e a bacia Hidrográfica. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2024).

Quanto aos aspectos fitogeográficos, preponderam sobretudo por derivados de cerrado e representantes de matas ciliares das redondezas. A cobertura vegetal predominante é vegetação rasteira esparsa, inconsistente devido a inclusão de espécie de gramínea forrageira introduzida para solos de baixa. Verifica-se também o plantio de eucaliptos, provavelmente para manutenção dos tapumes. Há ainda a pouca vegetação típica do cerrado, com árvores meio retorcidas.

A hidrografia, como mencionado anteriormente, é um elemento importante. Em um levantamento de todos os sítios arqueológicos cadastrados no IPAHN no estado de Minas Gerais em 2010, Delforge (2010, p.93), constata que “na amostragem de 860 sítios analisados, 448 ou 51,6%, estão em um raio de 3000m dos rios principais sendo que 297 ou 34% situam se nos primeiros 1000 metros de distância”. Com a distância média dos sítios arqueológicos em relação ao rio Grande no estado mineiro sendo de 1,62 km² (Delforge, 2010). Especificamente no Campo das Vertentes, todos os sítios arqueológicos se encontram dentro da área abrangente da Bacia Hidrográfica do rio Grande, a qual, num passado pretérito, hipoteticamente proveu alimento, transporte e recursos de irrigação e argila. O sítio Monte Alegre localiza-se à 400m das margens a jusante no rio Grande em relação aos demais. Enquanto o conjunto arqueológico dos sítios Evangelistas e Igrejinha encontram-se nas intermediações do Rio das Mortes, um dos principais afluentes do rio Grande na mesorregião. Já o sítio Catauá possui um pequeno curso d'água, no fundo de uma vertente, do qual está relacionado também a hidrografia do rio Grande, como pequeno afluente.

A paisagem antropogênica mais recente é marcada pela presença da cultura de eucalipto, café, feijão e batatas nas circunvizinhanças dos sítios arqueológicos. O contexto do manejo do solo é dado sobretudo pela utilização de arado, o que causa alto grau de fragmentação dos sítios arqueológicos ao mesmo tempo que evidencia as peças em superfície no terreno (Araujo, 2002), algo constatado no sítio Monte Alegre (Brandt, 2004) e outros da redondeza dele (Arkaios, 2004; Pedrozo; Resende, 2020); com o mesmo ocorrendo em Evangelista e Igrejinha, porém havendo a sobreposição de eucalipto no momento (Enéas; Noronha, 2020). Enquanto ao sítio Catauá, a presença humana recente deixara marcas mais intensas, com a construção de uma pequena estrada e a edificação de casas nas suas intermediações.

A paleopaisagem que tais populações possuíam na época, detinha como o principal elemento o rio. Em detrimento do Norte de Minas Gerais, a região Sul do estado apresenta características geográficas favoráveis que poderiam proporcionar cobiça para

as antigas populações ceramistas. A bacia hidrográfica do rio Grande apresenta boa fertilidade do solo para o cultivo e sobretudo é favorável à pesca, uma fonte de alimento essencial para estes ameríndios (Prous, 2019), algo que também foi visto e descrito pelos europeus nos períodos iniciais da colônia (Gandavo, 1980; D'Lery, 2007; Staten, 2021).

A presença da variação ou de continuidade do estilo e técnica cerâmica, podem apontar para possíveis contextos de ocupação da localidade, conflituosos ou não, para movimentos de populações e para a cronologia de ocupação em razão de possível competição por recursos e da alta mobilidade facilitada pelos corpos de água, como rios e córregos, viabilizando a penetração e contato com grupos exógenos através de vias fluviais importantes e diversas.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL CERÂMICO

Uma das evidências mais marcantes destes tipos de sítios arqueológicos são os materiais cerâmicos remanescentes. Diferente da sociedade ocidental industrializada, os indígenas que habitavam no passado o território que viria a ser o Brasil possuíam uma série de objetos efêmeros. Suas habitações, arcos, canoas entre tantas outras coisas pereceram na natureza, restando quatro tipos de evidências duráveis destas antigas ocupações humanas no Campo das Vertentes: o instrumento lítico (feito em rocha), os restos de utensílios em cerâmica, o grafismo rupestre e o solo antrópico (que fora produzido em decorrência da ocupação no local). Neste sentido, as investigações arqueológicas na localidade trabalham, normalmente, ao menos com uma destas evidências – com exceção, do grafismo rupestre que reside em outra possível temporalidade e localização em relação a estas populações ceramistas.

No presente caso, a cerâmica, por se tratar de um material quase indestrutível, que mesmo em fragmentos, ainda é possível de se localizar no terreno, somando a sua relativa abundância foram o principal objeto de análise em pesquisas arqueológicas na região (Brandt, 2004, Akaios, 2004; Enéas; Noronha, 2020; Pedrozo; Rezende, 2020, Pedrozo, 2024) e a considerando como patrimônio de uma História Indígena Antiga no Campo das Vertentes (Pedrozo; Serralheiro, 2023). Por estes motivos no sítio arqueológico Monte Alegre foi encontrada e escavada uma coleção de 5144 fragmentos cerâmicos, no Evangelista com 1267 e Igrejinha com 2584, e Catauá ainda não escavado no momento, mas com diversas prospecções na área e redondeza apontando para o rico acervo de artefatos (Sales, 2022).

A caracterização das peças arqueológicas no sítio arqueológico Monte Alegre segue alguns parâmetros já apresentados em pesquisas anteriores do tema (Brandt, 2004; Pedrozo, 2024). Os artefatos possuem traços que os vinculam a Tradição ceramista Aratu-Sapucaí, ao mesmo tempo que haja elementos de outras tradições, tais como a Tupiguarani e UNA. Além destes pontos gerais, quanto ao trabalho externo dos materiais cerâmicos não foi constatado qualquer elemento de engobo, diferente dos outros três sítios. As espessuras, em média geral de todo o sítio, apresentam as mais elevadas da região (vide figura 3), o que, hipoteticamente, apontam para vasilhas maiores, recorrentes em uso de alimentação destes povos (Pedrozo, 2024) além de material osteológico – ossos – vinculados a mamíferos de médio porte (Brandt, 2004), configurando um região do sítio Monte Alegre como um provável local de preparo de alimentos ou de enterramento (urnas funerárias). Indicando um uso intenso do lugar por essas populações, em ambas as hipóteses, quer seja de em relação a moradia, quer seja em local de enterramento o que indica se tratar de um ponto com alto teor simbólico para tais povos pretéritos.

Os tipos de queima (Figura 3), apresentam uma preponderância da redução da pasta, que significa que fora produzida em uma atmosfera rica em C trazendo a tonalidade negra para a secção do caco (62% do total), ao mesmo tempo que em seguida apresenta significativa presença do tipo de queima com o núcleo negro (Coração Negro) (17% do total). Além destes, a queima oxidada, com atmosfera rica em O, resultando em uma totalização mais clara da secção peça (14% do total), atribuindo uma cor avermelhada. Em seguida, em números totais dos tipos de queima, são a superfície interna reduzida e oxidada lateral externa (6% do total) e depois a presença de peças com a configuração de reduzida externamente/oxidada internamente (1% do total).

Os sítios arqueológicos Evangelista e Igrejinha, nas intermediações de Prados, possuem uma configuração de seu material cerâmico relativamente semelhante, em razão de suas diminutas distâncias de pouco mais de uma centena de metros em declive. Suas peças cerâmicas, também são vinculadas, em ambos os sítios, pertencentes a tradição cerâmica Aratu-Sapucaí (Enéas; Noronha, 2020). Os artefatos cerâmicos do sítio Evangelista seguiram o mesmo padrão de Monte Alegre em relação ao montante geral das peças. O tipo de peças com a queima mais presente foi a reduzida, com 879 fragmentos (69%); seguido em segunda posição, tal como Monte Alegre, pelas peças oxidadas com 222 fragmentos (18%); e havendo 113 fragmentos com o núcleo reduzido (8,9%); seguidos por 45 de redução interna e oxidada externa (3,5%) e apenas 8

fragmentos com (0,6%) de reduzida externamente/oxidada internamente (Enéas; Noronha, 2020).

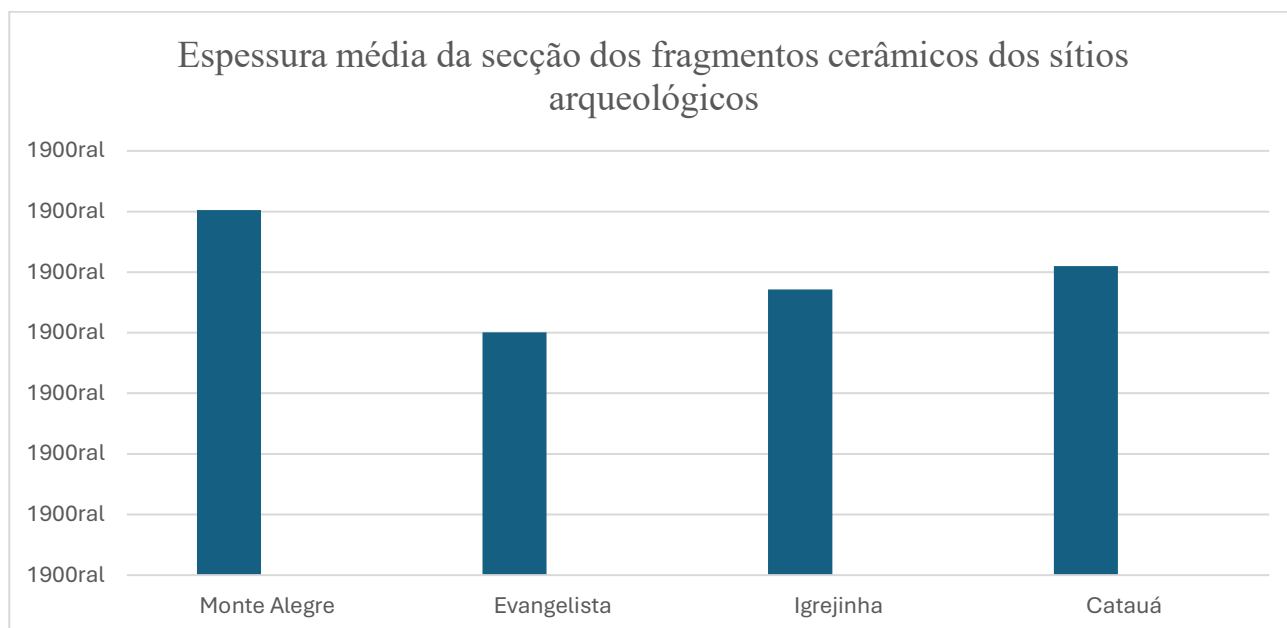


Figura 3 – Gráfico de espessura média da secção dos fragmentos cerâmicos dos sítios arqueológicos.

Fonte: Pedrozo (2024); Enéas e Noronha (2020).

Já o sítio Igrejinha distingue, em sua tipologia de queima. A mais preponderante continua com as peças com núcleos reduzidos 1599 fragmentos (62%); e diferente de Monte Alegre e Evangelista, peças com a queima em Coração Negro, isto é, núcleos reduzidos, assumem a segunda posição no montante, com 431 fragmentos (17%); e em terceiro, 354 fragmentos (14%) com a secção oxidada; apresentando em porções menos significativas a redução interna e oxidada externa com 178 (6%) dos fragmentos totais e núcleo superfície interna clara 21 fragmentos (1%) (Enéas; Noronha, 2020).

Por último, o sítio Catauá, apresenta peças também vinculadas à tradição ceramista Aratu-Sapucai, porém, também apresentando o engobo vermelho, totalizando 10,7% do total de artefatos analisados, curiosamente todas em peças oxidadas. Apesar desta particularidade, as cerâmicas com o núcleo reduzido em razão da queima, foram apenas a metade (50%), em todos os outros casos (6,4,9% Monte Alegre; 61,9% Igrejinha; 68,3% Evangelista) estiveram na casa dos 60%. Além deste ponto curioso, nem as peças oxidadas ou com o núcleo reduzido estiveram em segunda posição no montante, foi justamente as peças com redução interna e oxidada externa 33,9%, só depois seguidos por 11,3% oxidadas e 4,8% de coração negro, não havendo qualquer peça com a redução interna e oxidada externa.

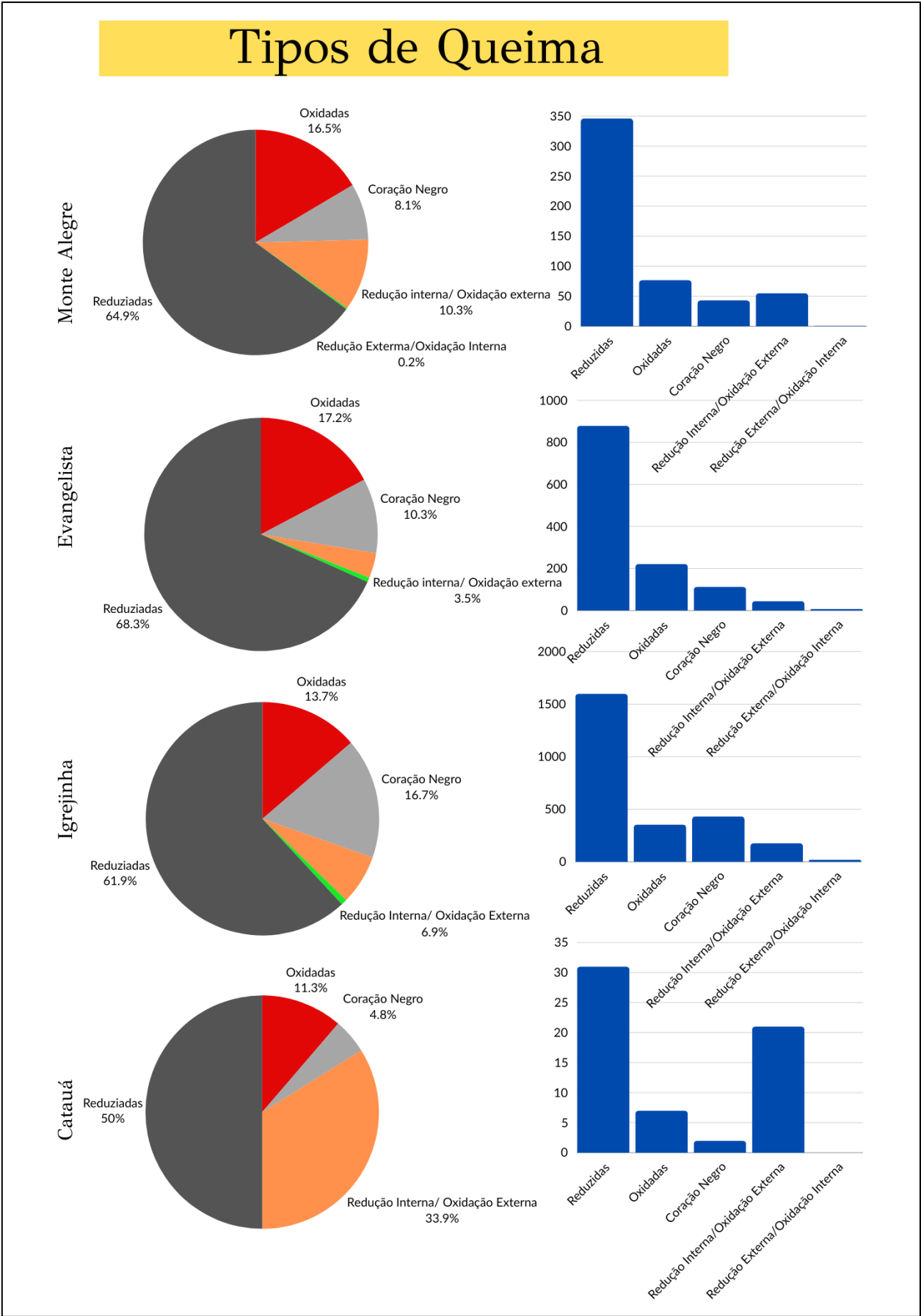


Figura 4 – Panorama dos tipos queimas nos quatro sítios arqueológicos
Fonte: Pedrozo (2024); Enéas; Noronha (2020).

Tabela 1: Características gerais dos contextos arqueológicos.

Elementos	Monte Alegre	Evangelista	Igrejinha	Catauá
Datação Direta	1200-800 A.P.	370 A.P. ±55 335 A.P. ±55	670 A.P ±110 500 A.P ±90	(?)
Distância em relação aos rios e corpos de água	335,5m	1.121,8m	1.296,7m	119,7m
Navegabilidade das águas próximas	Sim	Sim	Sim	Não
Altitude	~700m	~800m	~900m	~1200m
Posição no relevo	Topo de Vertente	Meia Vertente	Meia Vertente	Meia Vertente
Vegetação original	Mata Ripária	Mata Ripária	Mata Ripária	Mata Ripária (?)
Tipo de solo	Cambisoló(?)	Latossolo (?)	Latossolo (?)	Latossolo
Profundidade máxima do sítio arqueológico	45 cm	40 cm	90 – 100 cm	(?)
Contexto de uso	Aragem/ Agropecuária	Aragem/Mineraç ão	Aragem/Mineraçã o	Aragem/Estrada
Solo antrópico	Sim	(?)	(?)	Sim

Fonte: Autores, 2024.

4. ANÁLISE

É perceptível, que em cada sítio arqueológico existe uma variação própria de diferentes tipos de queima da pasta dos materiais cerâmicos, o que aponta para uma diversidade intrínseca de técnicas de fabrico e destinação de uso. Porém, a diferença entre sítios arqueológicos, naturalmente, é mais significativa, como nas técnicas que recorrem (em Catauá não há peças com laterais externas oxidadas). Além deste aspecto, os sítios possuem oscilações nas proporções dos tipos de queima. Um exemplo é o sítio Igrejinha que possui uma proporção maior de queimas com núcleos escuros – Coração Negro – em relação aos outros sítios, enquanto o sítio Catauá tem uma proporção considerável de núcleos com superfície interna reduzida e externa oxidada. Apesar da amostragem menor contabilizada para este sítio, a diferença na proporção da técnica de queima encontrada indica, no mínimo, uma função diferente para um local do sítio e se confirmada para o restante do sítio em uma amostragem maior, indicará uma significativa diferença cultural a ser investigada.

A fim de aprofundar os números apresentados, e explorar a correlação entre cada sítio arqueológico em termos dos tipos de queima dos materiais cerâmicos, foi calculado a correlação das porcentagens de cada tipo de queima em pares de sítios. Para tal análise, foi recorrido a Correlação de Pearson, trazendo os seguintes resultados.

Tabela 2:– Apuração estatística das diferenças de queimas em porcentagem dos sítios arqueológicos.

Sítios Arqueológicos: E- Evagelista; I - Igrejinha; C- Catauá; MA-Monte Alegre					
Núcleo claro (Oxidado):			Núcleo escuro (Reduzido):		
E-I:	0.985		E-I:	-0.739	
E-MA:	0.999		E-MA:	-0.889	
E-C:	-0.747		E-C:	0.965	
I-MA:	0.997		I-MA:	-0.977	
I-C:	-0.812		I-C:	0.978	
MA-C:	-0.711		MA-C:	0.950	
Núcleo centro escuro (Coração Negro):			Núcleo superfície interna escura:		
E-I:	0.983		E-I:	0.876	
E-MA:	0.982		E-MA:	0.971	
E-C:	-0.996		E-C:	-0.644	
I-MA:	0.998		I-MA:	0.807	
I-C:	-0.999		I-C:	-0.856	
MA-C:	-0.998		MA-C:	-0.664	
Núcleo superfície interna clara:					
E-I:	0.864				
E-MA:	0.981				
E-C:	-0.828				
I-MA:	0.856				
I-C:	-0.830				
MA-C:	-0.929				

Fonte: (Pedrozo, 2024; Enéas e Noronha, 2020).

Além de tais números, é possível perceber as oscilações maiores dos tipos de queimas e determinar quais sítios arqueológicos são mais semelhantes ou diferentes.

Sendo as oscilações maiores: Núcleo claro: Oscilação de 18.4% (Sítio C: 11.3% - Sítio MA: 16.5%); Núcleo escuro: Oscilação de 49% (Sítio E: 69% - Sítio C: 50%); Núcleo centro escuro: Oscilação de 13.1% (Sítio C: 4.8% - Sítio I: 17%); Núcleo superfície interna escura: Oscilação de 30.4% (Sítio E: 3.5% - Sítio C: 33.9%); Núcleo superfície interna clara: Oscilação de 1.3% (Sítio E: 0.6% - Sítio I: 1%).

Já os sítios mais semelhantes apresentam-se: E-MA: Correlação alta para todos os tipos de queima (Pearson > 0.97); I-MA: Correlação alta para todos os tipos de queima (Pearson > 0.80).

E sítios arqueológicos mais diferentes sendo os: E-C: Correlação baixa para a maioria dos tipos de queima (Pearson < -0.75); I-C: Correlação baixa para a maioria dos tipos de queima (Pearson < -0.82); MA-C: Correlação baixa para a maioria dos tipos de queima (Pearson < -0.66).

Em suma, tais resultados indicam que os sítios mais semelhantes em termos de queima de seus núcleos da pasta cerâmica são Evangelista e Monte Alegre, ao mesmo tempo que, curiosamente, o sítio arqueológico mais diferente apenas foi um, cujos números foram expressivamente diferentes, que é o sítio Catauá. As oscilações maiores ocorreram sobretudo nos tipos de queima de pasta oxidada e a pasta com redução interna e oxidação externa.

Estas oscilações e diferenças indicam alterações na produção de peças cerâmicas, escolhas dos ceramistas com preferências de estilo e funcionalidade dentro de tal grupo cultural. Questões de ambiente nas localidades dos sítios arqueológicos, como disponibilidade de determinados tipos de argila ou mesmo de antiplástico, implicam nas escolhas dos antigos artesãos. Ou tais oscilações, podem ser resultados da relação e contato com grupos exóginos, o que vai de encontro com os traços cerâmicos constatados em Monte Alegre que indicam vinculações com a tradição cerâmica Tupiguarani e UNA.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se encerra aqui mesmo com a ausência de informações conclusivas. Com a ausência de sistematização dos dados há impossibilidade de estabelecer uma apuração de forma mais concreta, em razão da carência de dados (qualitativa e quantitativamente) da localidade, São raras as pesquisas e informações referentes à mesorregião do Campo das Vertentes, o que torna esforços, como os empreendidos no artigo importantes mesmo que restritos ao estabelecimento de hipóteses.

É perceptível por meio da cronologia dos sítios arqueológicos e as suas disposições no mapa que aparentam, a primeiro instante, um processo de ocupação destes povos ceramistas que avançam do Leste para Oeste (Figura 1), Rio Grande à montante, subindo e se espalhando pelas ramificações do rio. Contudo, como mencionado acima, o número de sítios datados é demasiadamente diminuto frente aos escassos sítios conhecidos,

havendo uma necessidade de mais empreendimentos de pesquisa para se averiguar tais especulações.

Seja como for, é perceptível a presença do sítio arqueológico ceramista mais antigo, com maior quantidade de artefatos coletado, além da produção de solo antrópico – que reitera a intensidade da ocupação humana no local. O que leva a supor que os sítios mais a oeste, como Catauá – que mantem o tipo de cerâmica, apesar das suas particularidades – seja um produto de uma ocupação mais tardia.

Existe na redondeza, variações e escolhas técnicas próprias que podem refletir escolhas sociais e culturais dos antigos artesões que confeccionaram estes vasilhames. O caráter tecnológico adotado por um determinado grupo ou povo, em distintos contextos, é objeto de averiguação por parte da arqueologia para mudanças culturais e identitárias (Shepard, 1980; Oliveira, 1991; Santacreu, 2014; Delforge, 2017; Pedrozo, 2023).

Explorar alterações e escolhas tecnológicas, sobretudo de objetos corriqueiros como potes cerâmicos que refletem o dia-a-dia destes antigos povos possibilitam pensar sobre as mudanças, organização social e até trocas. Também vale salientar, que tais mudanças podem apontar para adaptações dos antigos ceramistas às necessidades e demandas que o ambiente físico lhes impunha (Shepard, 1980). Logo, talvez os ceramistas em Catauá recorreram mais ao uso de cerâmicas com redução interna dado ao consumo de pinhão, pelo fato de que a localidade possui uma altitude considerável e o manejo de araucárias, favorecido. Cerâmicas com partes internas reduzidas favorecem a conservação de umidade e, por conseguinte, a preservação de sementes como o pinhão. (Delforge, 2017).

Em suma, caso se confirme, houve mudanças culturais significativas. Os sítios arqueológicos pré-coloniais dentro do Campo das Vertentes possuem em suas cerâmicas tipos de queimas já distintos com aqueles presentes no Sul de Minas Gerais, também vinculados à mesma Tradição, isto é, o mesmo grupo taxonômico, é o caso da presença de pastas oxidadas, algo ausente nas porções meridionais do Estado (Delforge, 2017). E como apresentado nesta análise, existe também uma variação internamente, não apenas dentro da própria localidade, mas também dentro da própria bacia hidrográfica. Esta pesquisa, mesmo prospectiva aponta para vários caminhos possíveis e um panorama geral dos sítios cerâmicos pré-coloniais no Campo das Vertentes.

REFERÊNCIAS

ANGONESE, D.S. Minas Nativa: Dinâmicas do Povoamento Indígena em Prados. In: Congresso de Produção Científica e Acadêmica da UFSJ, 18, 2020. **Anais...** São João del-Rei: UFSJ, 2020.

ARKAIOS. **Relatório Final de Escavação**, 2004.

ARAUJO, A.G. de M. Destruído pelo arado? Arqueologia de superfície e as armadilhas do senso comum. **Revista de Arqueologia**, São Paulo: SAB, v.14-15, p.07-28, 2001-2002.

BRANDT. **Relatório Final de Escavação**, 2004. p. 3-50.

CASTRO, G. **Interpretação da paisagem arqueológica através das análises pedogeomorfológicas, micromorfológicas e de artefatos cerâmicos**. 2024. 180 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2024.

DELFORGE, A. **O gerenciamento do patrimônio arqueológico no estado de Minas Gerais utilizando-se sistema de informações espaciais (SIG)**. 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

DELFORGE, A. H. **O sítio arqueológico Cerâmica Preta: estudo das técnicas e da cadeia operatória da cerâmica queimada em ambiente redutivo dos povos pré-coloniais praticantes da tradição cerâmica Aratu-Sapucai**. 2017. 188 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

D'LÉRY, J. **Viagens à Terra do Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia, 2007.

DUNNELL, R. The Notion Site. In: ROSSIGNOL, J.; WANDSNIDER, L. (eds.). **Space, Time and Archaeological Landscapes**. New York: Plenum Press, 1992.

EMPERAIRE, A. Approche Méthodique des Cultures Préhistoriques Amérindiennes. In: LEROI-GOURHAN, A. **L'Homme, Hier et Aujourd'hui**: recueil d'études en hommage à André Leroi-Gourhan. Paris: Cujas, 1973.

ENÉAS, P. E. de O.; NORONHA, I. de O. Resgate arqueológico dos sítios Evangelista e Igrejinha, em Prados/MG. **Cadernos do LEPAARQ (UFPEL)**, p. 251-269, 2020.

GANDAVO, P. de M. **Tratado da terra do Brasil**: História da Província de Santa Cruz. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1980.

OLIVEIRA, C. A. de. A cerâmica pré-histórica do Brasil: avaliação e proposta. **CLIO**, v.1, n.7, p. 69-79, Recife: UFPE, 1991.

PEDROZO, G. A. Fictile et Urbs: um estudo da Cerâmica Campânica e suas interações em Carthago Nova. In: FLEMING, M. I. D. A.; PORTO, V. C. **10 anos de LARP**: trajetórias e perspectivas. São Paulo: Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo – USP, 2023.

PEDROZO, G. A. **História Indígena no Campo das Vertentes: Uma análise arqueológica da ocupação pré-colonial às margens do rio Grande (Ribeirão Vermelho, MG)**. 2024. 153 f. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei. No prelo. 2024.

PEDROZO, G.A.; REZENDE, L.P. Ocupação Aratu-Sapucaí nas áreas do atual município de Lavras, Minas Gerais. **Revista do Patrimônio Cultural de Lavras**, Lavras, v.I, n.1, 2020.

PEDROZO, G.A.; ROCHA, L.C. Arqueologia Jê no rio Grande: Contribuições e Perspectivas da Geoarqueologia para a interpretação de vestígios. In: 3º Seminário de Teoria Arqueológica Contemporânea e 3º Seminário de Pesquisa dos Discentes da Pós-Graduação. **Cadernos de Resumo III SETA**, 2022.

PEDROZO, G.A.; SERRALHEIRO, L.C. Educação e o patrimônio indígena no Campo das Vertentes. **Revista Territorium Terram**, v. 6, n. 8, 2023.

PROUS, A. **O Brasil antes dos brasileiros: a pré-história do nosso país**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

PROUS, A. **Arqueologia brasileira: a pré-história e os verdadeiros colonizadores**. Archaeo, 2019.

RESENDE, M.L. et al. A Pré-História Na Estrada Real. **Revista do Arquivo Público Mineiro**, Belo Horizonte, v.XLVI, n. 2, 2010.

RESENDE, M.L.C. et al. Estrada Real: Um “Lugar De Memória” Dos Povos Indígenas. **Tempos Gerais - Revista de Ciências Sociais e História**, n. 5, 2014.

SALES, C.L. Arqueologia e história indígena em Lagoa Dourada, Minas Gerais, Brasil: primeiros passos. **Faces de Clio**, v. 8, n. 16, p. 139-167, 2022.

SANTACREU, D. A. **Materiality, techniques and society in pottery production: the technological study of archaeological ceramics through paste analysis**. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, 2014.

SHEPARD, A. O. **Ceramics for the Archaeologist**. Washington, DC: Carnegie Institution of Washington, 1980.

STADEN, H. **Duas Viagens ao Brasil**. Porto Alegre: LPM, 2021.

SULLIVAN, A. P. Inference and evidence in archaeology: a discussion of the conceptual problems. **Advances in Archaeological Method and Theory**, v. 1, p. 183-222, 1978.

WILLEY, G. R.; PHILLIPS, P. **Method and theory in American archaeology**. Tuscaloosa: University of Alabama Press, 2001.

Recebido: 10/04/2024

Aceito: 10/05/2024

Chapter 35

Pedological Analysis of Archaeological Agricultural Soil in the Campo Das Vertentes Region, Minas Gerais



Glêdes de Castro[✉], Leonardo Cristian Rocha[✉], and Fábio Soares Oliveira[✉]

Abstract This research analyzed the physical, chemical, and micromorphological characteristics of Terra Preta de Índio (TPI), indicating highly fertile soils. However, there is a lack of consensus regarding its origin. Most studies suggest that TPI formation results from the accumulation of organic matter (OM) and burning in ancient human settlements, creating soils rich in OM. This study aims to analyze a soil profile with an organic TPI horizon containing ceramic artifacts. The research seeks to understand indigenous land management practices, shedding light on their way of life, social structures, landscape management across various soil types, and their relationship with agricultural productivity. A pedological analysis and description of an archaeological soil profile were carried out. After studying the profile, soil samples were collected for granulometric, textural, chemical, and organic matter analyses, along with undisturbed samples for micromorphological studies. The results revealed clay soils classified as Latosols with an anthropic organic layer of TPI. Microscopy and thin-section interpretation showed the presence of charcoal fragments, ceramics, and other materials. TPI exhibited high phosphorus levels (9.60 mg/dm^3) and a high cation exchange capacity (CEC), typical of anthropic archaeological soils. These findings suggest a well-developed ancient agricultural society in the Campo das Vertentes region.

Keywords Anthropic · Ceramics · Soil · Terra Preta de Índio

G. de Castro (✉) · L. C. Rocha

Department of Geosciences, Federal University of São João del-Rei, São João del-Rei, MG, Brazil
e-mail: gledescastro@ufsj.edu.br

L. C. Rocha

e-mail: rochageo@ufsj.edu.br

F. S. Oliveira

Department of Geosciences, Federal University of Minas Gerais, Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brazil

35.1 Introduction

Studies on landscape interpretation in archaeological sites aim to decipher and understand the past of the peoples who lived there. The findings at these sites, such as remnants of fauna, flora, ceramic fragments, occupation.

The findings at these sites, such as remnants of fauna, flora, ceramic fragments, lithic materials, and others, serve as indicators of past occupation. The analysis of physical and chemical Properties TPI soils, based on sampling, demonstrate anthropogenic processes. TPI sites in some Brazilian regions, such as the Amazon, indicate that Indigenous populations were highly concentrated and, in many cases, sedentary before the arrival of Europeans, even in interfluvial areas [10].

This research was conducted at a site located in the municipality of Lagoa Dourada, Minas Gerais, in the Campo das Vertentes region, within a district known as “Arame,” about twelve kilometers from the urban center. According to its characteristics, the site contains traces of ceramics, lithic materials, among others [4].

Various ceramic fragments were found at these sites, along with an organic soil layer, which can be considered Terra Preta de Índio (Amazonian Dark Earth). Given the potential of this archaeological site, the importance of further studying the soil cover and the archaeological artifacts found in the area becomes evident. Only through these efforts will it be possible to raise awareness about the cultural significance and the need to preserve this heritage [7].

The aim of this study was to analyze micromorphologically a soil profile of great archaeological relevance, where TPI and ceramic fragments were found. Despite the site's importance, easy access, and recognition by the community, there have been few archaeological studies conducted there. The first study took a more detailed approach to analyzing the ceramic fragments [1]. Thus, the significance of this research lies in the need to uncover the history of native peoples through the analysis of soil cover.

35.2 Materials and Methods

The material analyzed in this study consists of soil samples. An area located in the Cataguá region, in Lagoa Dourada (MG), was selected as the stratigraphic unit for micromorphological, pedological, and ceramic analysis at the archaeological site.

Once the study area was defined, a horizontal measurement of the soil profile was carried out from the zero point to the final junction of the slope with the road. Next, a vertical measurement was conducted from the zero point, with 1-meter spacing, up to the final junction of the slope with the road.

After the measurements, the slope was cleaned to excavate and identify the soil color. During this process, the profile was analyzed, the soil was classified, and

samples were collected for granulometric, textural, and chemical analyses in the laboratory.

For the micromorphological analysis, undisturbed soil samples were collected using plastic containers measuring 10 cm in length, 10 cm in width, and 8 cm in height, which were securely packed. Upon arrival at the laboratory, the samples were unpacked and left in the shade for 30 days to dry. Polyester resin was then added to the samples to harden them, followed by another 30 days of drying. The samples were then cut and prepared as thin sections at the rock preparation laboratory of the Institute of Geosciences (IGC) at UFMG.

35.2.1 Study Area and Sampling

The site is located at the lowest part of a slope, in a soil profile cut by a rural road, where inhabited houses are found. The landscape where the archaeological site is located consists of a convex slope with a straight segment and a high degree of inclination, which is interrupted by the opening of a local road providing access to rural properties. Morphologically, the site is situated at the base of the interfluvial area of the slope, approaching a concave surface until it connects to a drainage channel.

According to the relief morphology, the soil found is an evolved latosol. This soil class occupies “the top positions to the middle third of the gently undulating slopes” [11]. This is the configuration of the studied slope, and the latosol has a red/red-yellow color, overlaying bedrock.

From a geological perspective, Lagoa Dourada (MG) is located within bands of “volcanosedimentary rocks of the Greenstone type,” whose sequence is separated by various “plutonic intrusive bodies.” It is located to the north of the Serra do Lenheiro gap and “southeast of the Rio das Mortes sequence, representing the first record of siderian age (2349+/-4Ma)” [6]. Additionally, it is possible to observe outcrops from the northern portion of the Alto Maranhão Suite, with supracrustal rocks, amphibolite outcrops (mica, quartz, and granite), “cut by weathered felsic dykes,” which contain tonalites (a variety of quartziferous diorite with biotite and amphibole) and in which “microscale electron probe analysis covered the following minerals: plagioclase, biotite, garnet, and magnetite” [5]. The drainage is dendritic, cutting through the polyconvex slopes in bedrock, and the vegetation cover is limited to riparian forest, with a third-order channel, according to classification [12]. Orders lower than or equal to 4 are common in small watersheds and reflect the direct effects of land use; it is considered that the more branched the network, the more efficient the drainage system will be [9, 10].

The study area [2] has an average rainfall of 1,581.2 mm and a temperature of 18 °C. The area is covered by brachiaria grass, with no tree or shrub cover from the native biome, and is predominantly planted with eucalyptus.

35.2.1.1 Granulometric Description and Soil Slides

The physical analysis confirms that the soil studied is a Latossol, as the main granulometric fraction is clay, and in all horizons, this fraction exceeded 50 Dag/kg in horizon A. The silt fractions (18, 15, 11, 20 Dag/Kg), which are the most unstable, presented the lowest values. The sand fraction (31, 28, 36, 29 Dag/Kg) in some significant cases results from the alteration of quartz, classifying the soil as clayey, typical of well-developed latossols.

The anthropic horizon, where ceramic fragment remnants and TPI were found, shows the highest concentration of clay: 57 Dag/kg. This is expected due to the higher organic matter content, as can be seen in the table below, when compared to the other horizons. The silt fraction is low: 15 Dag/Kg. The sand fraction is 28 Dag/Kg. For the BW1 horizon, the values are 11 and 36, and for the BW2 horizon, the values are 20 and 29, respectively.

Please note that the first line of text that follows a heading is not indented, whereas the first lines of all subsequent paragraphs are.

In relation to pH, all horizons are very similar, with a slightly more significant increase in the BW2 horizons, which can be explained by its lower organic matter concentration and the occasional presence of some minerals in a lower stage of transformation, a factor that raises the pH. It is worth noting the significant value for organic matter content in the anthropic horizon, with a value of 4.16, when compared to the other horizons (see Table 35.1).

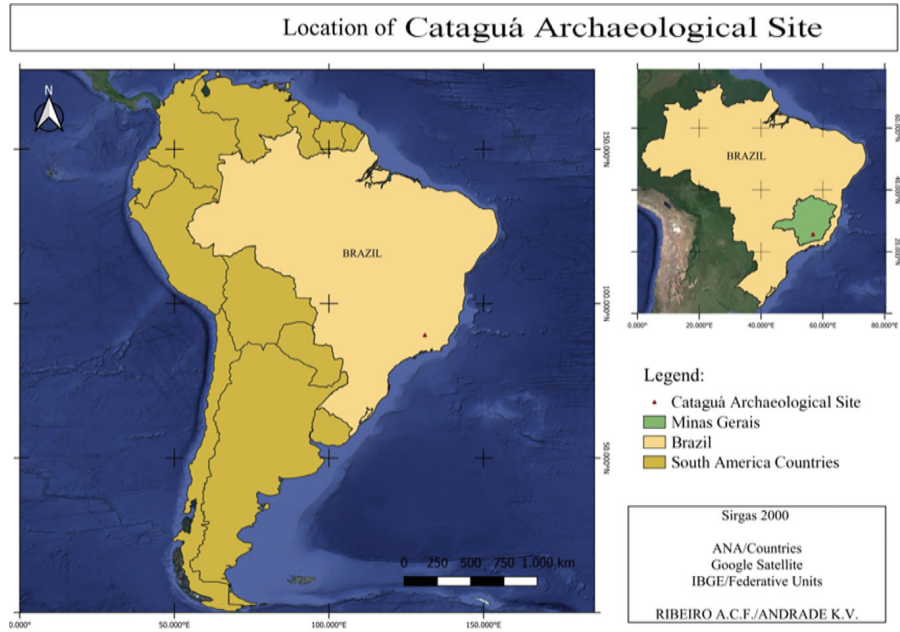


Fig. 35.1 Location map. Source Authors (2024)

Table 35.1 Granulometric analysis, organic matter, and pH. Source: Authors (2024)

Profile ID	Sample ID	Clay	Silt Dag/kg	Sand	MO	pH	Thickness	Texture
Oxisol	Horizon A	51	18	31	1.30	5.2	0.44	Clayey
	H Antropic Org. Horizon presence of ceramics	57	15	28	4.16	5.3	0.44–0.55	Clayey
	HBw1	53	11	36	0.90	5.2	0.55–1.45	Clayey
	HBw2	51	20	29	0.35	5.9	1.45–2	Clayey

35.2.1.2 Micromorphological Description of Soil Slides

The microscopic analysis of the slide revealed, in horizon B, a granular microstructure, which is restricted to bioturbated zones.

Therefore, where there are features of continuous loose filling (pedotubule), micros aggregates are present. In the rest of the slide, a more massive structure is observed, which can be described by a porphyric texture, appearing as straight and curved pores. What we have is a set of partially coalesced micro aggregates. Because this structure is very compact, it may raise doubts, but it is a latossolic structure. It is observed that the porosity is limited by the curved planes in some areas of these micro aggregates that once existed. This situation leads one to wonder if there was mechanical pressure that caused this, as manual work on this soil, caused by agents, would not have resulted in such a condition. It is important to note that this profile is located at the edge of the road.

According to the slides, a porous structure is observed, with the filling of micro aggregates, which is a bioturbation structure that continues throughout the analysis, showing micro aggregates. This suggests that organisms reoccupied and recolonized this material, but it still retains a somewhat massive, fissural appearance.

As for the constituents, there is a significant amount of quartz, which is angular to subangular, with sizes ranging from fine to coarse sand, but with a predominance of coarse and medium sand. Regarding the micromass, which has a reddish to yellowish-red color, it can be said that there are many fragments, including some tiny charcoal fragments inside. There is also organic material consisting of amorphous organic matter embedded, with even zones (linear zoning, typical of structures like termite mounds when they coalesce).

It is also considered the possibility that there was a bauxitization process of some igneous rock, which later turned into soil. Normally, bauxite is not seen in such small fragments; it usually appears in larger fragments, which in this case is bauxitic gravel. This suggests the possibility of a pre-lateritic phase before pedogenesis occurred.

In turn, in the anthropic horizon A, yellow, orange, and light-colored materials are observed, which are bone fragments, providing high levels of available phosphorus in the soil, possibly due to animal and fish bones that were chemically modified in the TPI environment [8]. It also contains a lot of fragmented, rounded charcoal, indicating that this material underwent fire exposure but was thoroughly mixed. The

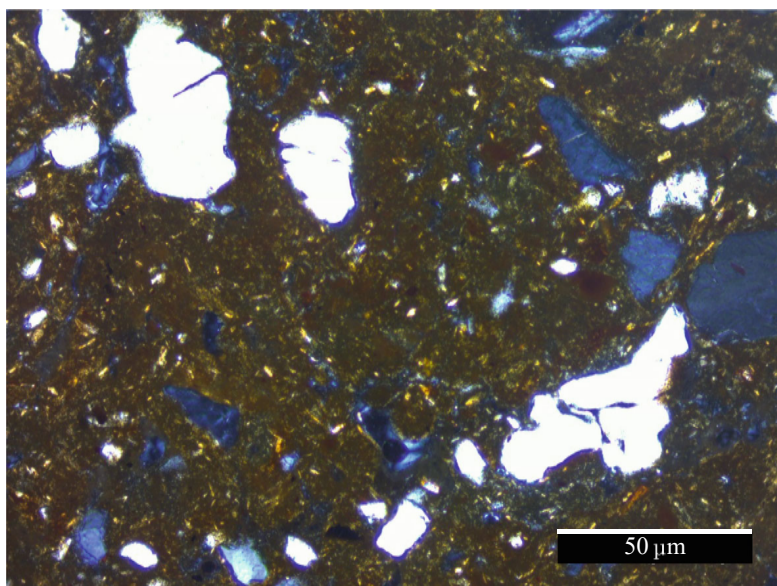


Fig. 35.2 Thin section of horizon BW1. *Source* The authors (2024)

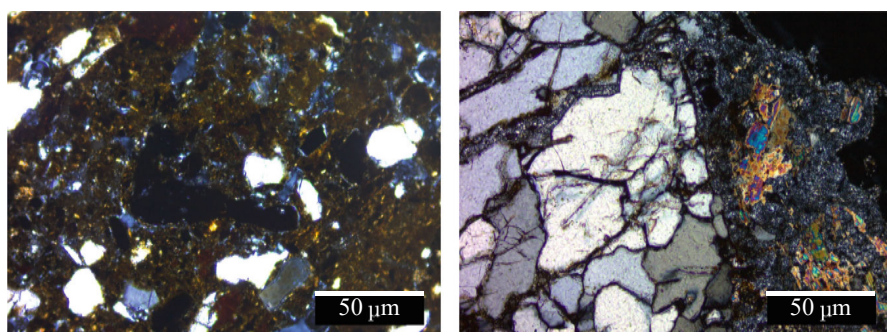


Fig. 35.3 Thin sections of the profile showing the quartz fragments. *Source* The authors (2024)

quartz is also fragmented. Additionally, red balls are visible, which are fire-modified materials, confirming that there was significant fire activity and that this material was mixed. This resulted in a series of soil preparations.

The images also display two colors: one side is yellow, and the other side shows a darker color, which is the browned micromass, typical of this terra preta. It is also possible to identify primary minerals, typically those not found in the soil, such as well-colored pink-toned feldspar minerals.

This study analyzed a soil profile containing ceramic artifacts and considerations about TPI and its representativeness for the production and agricultural practices of ancient peoples and their activities, using the specific technique that could be

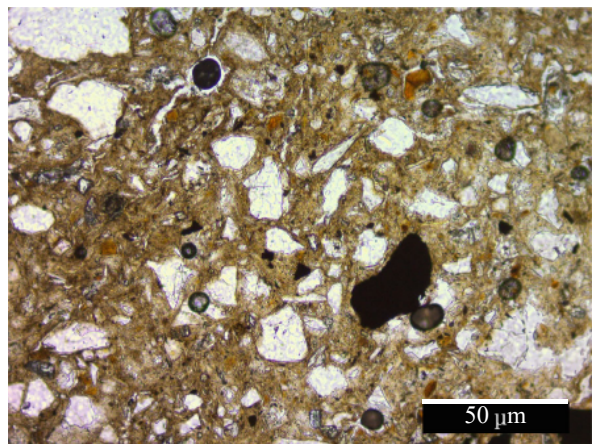


Fig. 35.4 Thin section of the profile with possible bauxitization. *Source* The authors (2024)

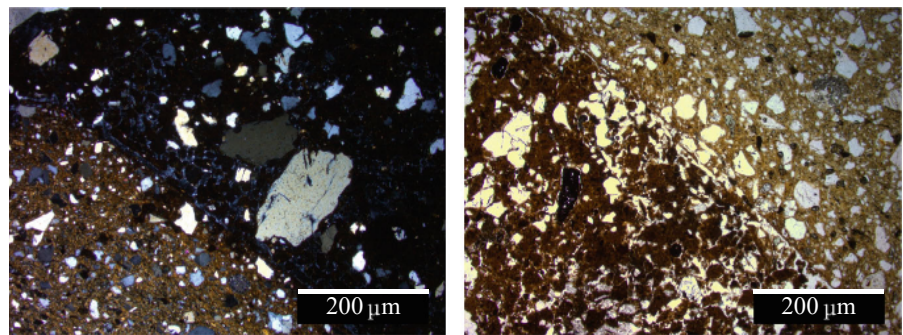


Fig. 35.5 Thin sections showing organic matter with bone fragments. (*Source* The authors (2024))

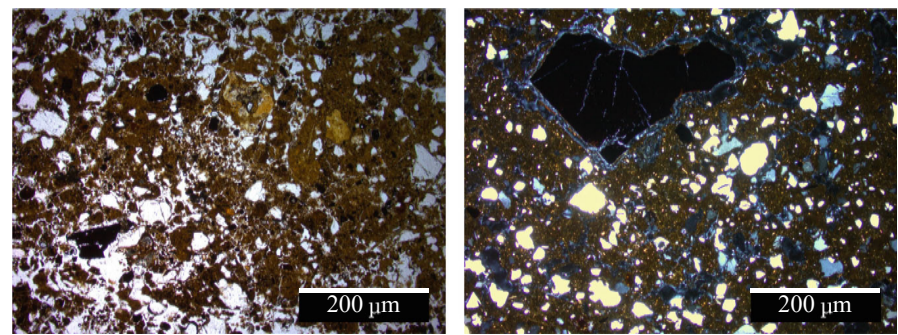


Fig. 35.6 Thin sections of the profile with charcoal fragments. (*Source* The authors (2024))

observed through microscopy. Some reflections on the mechanisms of progress during that time lead us to question and seek answers regarding the reasons that led them to produce TPI, how it was produced, and also the results of its use in agriculture.

35.3 Comments and Discussions

With the description of the soil analyses, granulometric analysis, and thin sections, a typical Latossolo is defined, which may have undergone some kind of disturbance. It was not compacted, but it gives the impression that it was densified. Through the thin sections, another curiosity is observed: it appears to be a BC horizon, repeating the microaggregated structure within disturbed zones, with a clear block structure. Well-separated blocks can be observed, with planar pores that are both straight and curved.

As for horizon A, containing bauxite fragments, it suggests that this soil was an aluminous crust before, possibly having gone through a phase. It is a microaggregated horizon with some densified zones. This is especially confirmed when larger charcoal particles are seen, indicating that this soil contains charcoal, known as the anthropic horizon A, with black linear spots within the yellowish-red micromass, which is typical of coalescence of organic matter, a classic characteristic of horizon A with evidence of anthropogenesis, with charcoal being the main material.

Regarding the micromass and coarse constituents, they are the same, but we are surprised by the presence of bauxite, raising the question: could these rocks have been bauxitized before turning into soil? The disintegrating bauxite fragments are visible, showing boxworks, structures formed by gibbsite, with a vitreous luster and fine lines. It is also possible to observe that the rock is fully pseudomorphized, with fracture zones and cleavage planes of the feldspars all bauxitized, leading to the hypothesis that this soil may have an origin associated with bauxite. Previously, it may have been laterite and later transformed into soil.

In the general view of the thin sections, the evidence of anthropic soil is clear, with a significant change in the constituents. In the microstructure, it seems there was some kind of disturbance at the base of the underlying soil (people walking, disturbing, densifying the base of the Bw horizon, while forming the anthropic horizon A by stirring and burying materials). This confirms the presence of ceramics made from materials distinct from those used in the TPI production process. This soil seems to have a relationship with bauxite, so it should be an aluminous soil, likely undergoing a recilification process of bauxite, which formed this Latossolo. Most likely, this TPI greatly improved the conditions for soil production, including the chemical and physical conditions of the soil, signaling an improvement in conditions.

TPI studies demonstrate the varied uses, the periods of settlement by ancient populations, and the quantity and quality of organic waste discarded, as well as the role of biogeochemical and pedogenetic processes post-occupation [3].

35.4 Conclusion

Today, technology offers numerous possibilities to increase food production, a major concern worldwide due to the growing global population. However, it is necessary to analyze issues such as sustainability, food quality, cost-benefit for small and medium producers, and especially the non-aggression to the soil. It is believed that the use of TPI by native peoples may be one of the answers for us, regarding ways to reduce major environmental impacts, improve soil fertility, increase agricultural production, and promote the health of the planet.

References

1. Castro, G., Rocha, L.C., Pedrozo, G.A., Delforge, A.H.: Archaeological overview in Campo das Vertentes: ceramic aspects of the Monte Alegre, Evangelista, Igrejinha, and Catauá Sites. *Caderno de Geografia* **77**(34), 661–676 (2024)
2. Köppen Climatic Classification for Brazilian municipalities. <https://koppenbrasil.github.io>
3. Hosn, M.N.A.: Archaeometric Studies of Terra Preta de Índio (TPI) Soils and Anthropogenic Modification in the Eastern Amazon.: Master's Dissertation in Society, Environment, and Quality of Life. Federal University of Western Pará, Santarém/PA (2022)
4. Lima Sales, C.: Archaeology and indigenous history in Lagoa Dourada, Minas Gerais, Brazil—First Steps. *Faces de Clío* **8**(16), 139–167 (2023)
5. Martins, L.A.: Field aspects, petrographic chemistry, mineral geochemistry, U-Pb geochronology, and Sm-Nd isotopic geochemistry of paleoproterozoic Tonalites from the Northern Portion of the Alto Maranhão Suite, Minas Gerais. Master's Dissertation in Natural Sciences. Federal University of Ouro Preto (2008)
6. Pereira, R.M., Ávila, A.C.: Distribution and Metalogenetic Aspects of Scheelite Occurrences in the Pre-Cambrian of the State of Minas Gerais. Brazil. *Geonomos* **4**(2), 69–80 (1996)
7. Resende, M., et al.: *Pedology: Foundation for the Distinction of Environments*, 6th edn. UFLA Publishing, Lavras/MG (2014)
8. Schaefer, C., et al.: Micromorphology and electron microprobe analysis of phosphorus and potassium forms of an Indian Black Earth (IBE) Anthrosol from Western Amazonia. *Australian J. Soil Res.* **42**(4), 401–409 (2004)
9. Siqueira, H.E., et al.: Morphometric Analysis and Definition of Soil Use Potential in the Microbasin of the Rio Veríssimo. Veríssimo - MG. *Enciclopédia Biosfera* **8**(15), 2236–2246 (2012)
10. Smith, N.: Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* **70**(40), 553–566 (1980)
11. Sousa, D.M.G., Lobato, E.: Latossolos, Cerrado Biome (2021)
12. Strahler, A.N.: Dynamic basis of geomorphology. *Geol. Soc. Am. Bull.* **63**, 923–938 (1952)