



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOLOGIA

DANIELE OLIVEIRA DA SILVA LIMA

**GEOARQUEOLOGIA NAS PRAIAS DE MUNDAÚ E FLECHEIRAS: UM ESTUDO
DA CERÂMICA E SUA COMPATIBILIDADE COM FONTES DE ARGILA**

FORTALEZA

2024

DANIELE OLIVEIRA DA SILVA LIMA

GEOARQUEOLOGIA NAS PRAIAS DE MUNDAÚ E FLECHEIRAS: UM ESTUDO
DA CERÂMICA E SUA COMPATIBILIDADE COM FONTES DE ARGILA

Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Geologia. Área de concentração: Geologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Ulisses Vieira Veríssimo.

Coorientadora: Profa. Dra. Marcélia Marques do Nascimento.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L697g Lima, Daniele Oliveira da Silva.

Geoarqueologia nas praias de Mundaú e Flecheiras : Um estudo da cerâmica e sua compatibilidade com fontes de argila / Daniele Oliveira da Silva Lima. – 2024.

110 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo.

Coorientação: Profa. Dra. Marcélia Marques do Nascimento.

1. Áreas de captação. 2. Argilominerais. 3. Cerâmica. I. Título.

CDD 551

DANIELE OLIVEIRA DA SILVA LIMA

GEOARQUEOLOGIA NAS PRAIAS DE MUNDAÚ E FLECHEIRAS: UM ESTUDO
DA CERÂMICA E SUA COMPATIBILIDADE COM FONTES DE ARGILA

Dissertação apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Geologia. Área de concentração: Geologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Cesar Ulisses Vieira Veríssimo.

Coorientadora: Profa. Dra. Marcélia Marques do Nascimento

Aprovado em: 30/08/2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. André Pierre Prous (Membro externo)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Prof. Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin (Membro externo)
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus orientadores, cujo suporte e direcionamento foram essenciais à concretização deste trabalho. Agradeço também aos meus amigos Chrissandro Marques, Wesley Nojosa e Samuel, que me acompanharam nesta jornada, oferecendo ajuda na realização e interpretação das análises laboratoriais. Aos meus colegas Iago Rebouças, Thiago Evangelista e Victor Saulo Moreira, agradeço pelas discussões enriquecedoras e pelas conversas descontraídas, as quais tornaram este processo mais leve e agradável.

Minha gratidão ao Josué Crispim, que recebeu nossa equipe em Icapuí, permitiu o acesso à coleção arqueológica local e nos guiou até dois sítios arqueológicos. Agradeço também à equipe do Museu Câmara Cascudo, que cedeu acesso aos documentos e às coleções arqueológicas do museu.

Sou especialmente grata ao Laboratório de Arqueologia e Semiótica – LARSE, da Universidade Estadual do Ceará – UECE, pela disponibilização dos fragmentos cerâmicos utilizados nas análises arqueométricas; ao Laboratório de Geotécnica e Prospecção – LAGETEC e ao Laboratório de Microscopia Eletrônica – LME do Departamento de Geologia – DEGEO da Universidade Federal do Ceará – UFC, onde foram realizadas as análises e a caracterização dos materiais cerâmicos da pesquisa; e ao Prof. Dr. Rômulo Simões Angelica, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, que dedicou seu tempo e expertise à condução e à interpretação das análises de Difração de Raios-X. Agradeço também ao Dr. Jefferson Lima pela elaboração dos mapas e perfis, essenciais à visualização clara dos dados espaciais apresentados; e ao Prof. Dr. André Prous, ao Prof. Dr. Julio Rubin e à Profa. Dra. Rosiclér Silva, pelas discussões enriquecedoras ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Suas contribuições foram indispensáveis ao avanço deste trabalho.

Reconheço, ainda, o importante apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, que viabilizou este estudo. Sem esse suporte, não teria sido possível realizar as etapas de campo e as análises arqueométricas.

RESUMO

Este estudo buscou analisar os fragmentos cerâmicos arqueológicos das praias de Mundaú e Flecheiras, no município de Trairi-CE, recolhidos durante as obras dos complexos eólicos locais e armazenados no Laboratório de Arqueologia e Semiótica do Ceará – LARSE, em Quixadá-CE. A pesquisa revisitou a coleção com foco em atributos específicos e caracterização detalhada de suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas. A área de estudo abrange o município de Trairi e áreas adjacentes dos municípios de Itapipoca, Paraipaba e Paracuru, com destaque às principais redes de drenagem. A geologia regional compreende rochas pré-cambrianas e sedimentos plio-pleistocênicos, além de depósitos quaternários. A relação entre homem e paisagem é dinâmica e complexa, exigindo uma análise abrangente que inclui aspectos físicos/ambientais e ideológicos/culturais. Métodos interdisciplinares, como a Arqueometria, que utiliza análises físico-químicas e mineralógicas, são fundamentais para a investigação arqueológica, as quais, a partir de uma abordagem geoarqueológica, permitiram entender a proveniência das cerâmicas e a interação entre nichos ecológicos e comunidades humanas. Foram aplicadas técnicas investigativas, como Microscopia Eletrônica por Varredura – MEV e Difração de Raios-X – DRX, a fim de caracterizar a composição e as técnicas de produção das cerâmicas. As análises de Termoluminescência – TL e Luminescência Opticamente Estimulada – LOE ajudaram a determinar a idade dos materiais. Ensaios geotécnicos, como granulometria e densidade, foram realizados para avaliar as propriedades físicas das amostras de argila encontradas na região de estudo. O estudo revelou que a escolha da matéria-prima para a produção de cerâmica não se limita à proximidade das fontes, mas envolve considerações culturais e funcionais. A diversidade de cerâmicas encontradas na região de Trairi reflete a complexidade das práticas de produção e a importância de entender os aspectos culturais na interpretação dos vestígios arqueológicos.

Palavras-chave: áreas de captação; argilominerais; cerâmica.

ABSTRACT

This study analyzes archaeological ceramic sherds recovered from the beaches of Mundaú and Flecheiras, municipality of Trairi (Ceará, Brazil), during the construction of local wind-farm complexes and now curated at the Archaeology and Semiotics Laboratory of Ceará (LARSE) in Quixadá. The collection was revisited with a focus on specific attributes and a detailed characterization of its physical, chemical, and mineralogical properties. The study area comprises Trairi and adjoining sectors of the municipalities of Itapipoca, Paraipaba, and Paracuru, with special attention to the principal drainage networks. Regional geology includes Precambrian rocks and Plio-Pleistocene sediments, in addition to Quaternary deposits. The relationship between humans and landscape is dynamic and complex, requiring a comprehensive analysis that integrates physical/environmental and ideological/cultural dimensions. Interdisciplinary approaches such as Archaeometry – employing physico-chemical and mineralogical techniques – are therefore indispensable. Within a geoarchaeological framework, these methods facilitated the assessment of ceramic provenance and the interaction between ecological niches and human communities. Investigative techniques such as Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-ray Diffraction (XRD) were used to determine the composition and manufacturing techniques of the ceramics. Thermoluminescence (TL) and Optically Stimulated Luminescence (OSL) analyses aided in establishing the age of the materials. Geotechnical tests, including particle-size analysis and density measurements, were carried out to evaluate the physical properties of clay samples from the study region. The findings reveal that raw-material selection for ceramic production was influenced not only by source proximity but also by cultural and functional considerations. The diversity of ceramics recovered in Trairi reflects the complexity of production practices and underscores the importance of cultural factors in interpreting archaeological remains.

Keywords: catchment áreas; clay minerals; ceramics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão do litoral cearense em setores.....	18
Figura 2 – Área de estudo	20
Figura 3 – Litologia da área de pesquisa.....	21
Figura 4 – Mapa Etno-Histórico do Brasil e Regiões Adjacentes, documentadas para o Estado do Ceará	28
Figura 5 – Algumas das características associadas à cerâmica na Fase Papeba	31
Figura 6 – Sítios e artefatos de Icapuí (CE). A: Sítio Praia dos Pilões; B: Cerâmica Tupiguarani com engobo e decoração pintada; C: Cerâmica Papeba com perfurações simples; D: Detalhe de fragmento de cerâmica Papeba	36
Figura 7 – Datações para a cerâmica Papeba na região Nordeste	38
Figura 8 – Datações para a cerâmica Tupiguarani no litoral cearense	42
Figura 9 – Localização dos sítios do Complexo Mundaú	43
Figura 10 – Esquema ilustrativo do fenômeno de difração de raios-X	53
Figura 11 – Resposta TL (a) e LOE (b) relativas em função da temperatura de pré-aquecimento. Curvas sigmoidais foram ajustadas aos dados	55
Figura 12 – Realização dos ensaios de granulometria e sedimentação	57
Figura 13 – Realização do ensaio para a determinação do teor de umidade.....	58
Figura 14 – Realização do ensaio de densidade real.....	59
Figura 15 – Realização dos ensaios de limite de plasticidade	60
Figura 16 – Conjunto cerâmico estudado – Papeba	61
Figura 17 – A: Seção delgada do fragmento cerâmico FXII_2142, ilustrando os locais relacionados às fotomicrografias B, C, D e E. Em B e D: Grãos derivados de porções graníticas (pegmatóides) constituídas por quartzo (Qz), plagioclásio (Pl) e feldspato potássico (Kf), ao lado de grãos menores de quartzo e feldspato em matriz (pasta cerâmica) marrom avermelhada; nas fotomicrografias B e D: luz transmitida nicóis paralelos; e nas fotomicrografia C e E: luz transmitida com nicóis cruzados.....	63
Figura 18 – A: Seção delgada do fragmento cerâmico FXI_2099-2, ilustrando os locais relacionados às fotomicrografias B, C, D e E. Em B: grãos de	

quartzo (Qz) e plagioclásio (Pl) de tamanhos e formas variadas junto à matriz argilosa avermelhada; C: cristal de anfibólio (Anf) e de feldspato potássico (Kf) ao lado de grãos menores de quartzo (Qz); D e E: grãos de quartzo (Qz) e plagioclásio (Pl) de tamanhos e formas variadas junto a lentes e níveis descontínuos silicosos. Em todas as seções desta lâmina gerada a partir de corte transversal ao fragmento cerâmico são observadas feições lenticulares que sugerem fluxo em estado de maior plasticidade compostas por uma fase silicosa (Qtz2); C e D: fotomicrografias tomadas com luz transmitida e nicóis paralelos; fotomicrografias B e E: luz transmitida com nicóis paralelos.....	64
Figura 19 – Solubilidade da sílica e alumina em função do pH	66
Figura 20 – Resultados DRX – Cerâmica Papeba	66
Figura 21 – DRX – Identificação de Labradorita.....	67
Figura 22 – DRX – Identificação de piroxênios	68
Figura 23 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de setores de cristais de feldspatos plagioclásios na peça 2142.....	69
Figura 24 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de setores de cristais de feldspatos plagioclásios na peça 2142.....	69
Figura 25 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de setores de cristais de feldspatos plagioclásios na peça 2099.....	70
Figura 26 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de lentes silicosas na matriz da peça 2099, apresentando teores variados de alumínio, silício, potássio, cálcio e ferro	70
Figura 27 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de lentes silicosas na matriz da peça 2099, apresentando teores variados de alumínio, silício, potássio, cálcio e ferro	71
Figura 28 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química pontual de lentes silicosas na borda de grão de	

- quartzo da peça 2099. Observar teores elevados de CO₂ e SiO₂, e baixos de Al₂O₃ (2,4%), CaO (0,48)% e FeO (0,67%)71
- Figura 29 – Conjunto cerâmico estudado – Tupiguarani72
- Figura 30 – A: Seção delgada ilustrando os locais relacionados às fotomicrografias B, C e D. B: Detalhe da pasta, grãos de quartzo (Qz) e bolas de argila vermelha e preta. C: Bola de argila preta com provável presença de matéria orgânica e grãos de quartzo (Qz), com bordas subarredondadas a arredondadas. D: Bola de argila ocre-amarelada contendo grãos de quartzo (Qz) e cristal de plagioclásio (Pl). Fotomicrografias D1 e D2: luz transmitida nicóis paralelos, e com luz transmitida nicóis cruzados, respectivamente74
- Figura 31 – A: Seção delgada, ilustrando os locais relacionados as fotomicrografias B, C, D e E. Em B, C e D: detalhe das bolas de argila ocre-amareladas a vermelho-amarronadas contendo inúmeros grãos de quartzo (Qz) de tamanhos variados e bordas predominantemente sub-arredondadas a arredondadas. Em E, cristais de plagioclásio (Pl) e quartzo sub-anguloso no interior de bola de argila ocre-amarelada. Fotomicrografias em microscópio petrográfico com luz transmitida e nicóis paralelos75
- Figura 32 – Resultados DRX – Cerâmica Tupiguarani77
- Figura 33 – Difratoograma com destaque para a elevação do background característico de material amorfo77
- Figura 34 – Imagem obtida com Microscópio Eletrônico de Varredura com indicação das áreas analisadas na matriz da cerâmica Tupi (Amostra MDVI_1492_9). B – Espectros e resultados das microanálises químicas obtidas por espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS). Tempo de aquisição: 30 s, Voltagem de aceleração 15 kV, Método de quantificação: Estequiometria (normalizado). Elemento combinado: Oxigênio. Número de ânions: 8,079
- Figura 35 – Imagem obtida com Microscópio Eletrônico de Varredura com indicação das áreas analisadas nas bolas de argila presentes na cerâmica Tupi (Amostra MDVI_1492_9). B - Espectros e resultados das microanálises químicas obtidas por espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS). Tempo de aquisição: 30 s, Voltagem de

aceleração 15 kV, Método de quantificação: Estequiometria (normalizado). Elemento combinado: Oxigênio. Número de ânions: 8,0.	80
Figura 36 – Mapa geológico, com localização dos sítios arqueológicos, pontos amostrados e pontos observados	81
Figura 37 – Ganisses com aspecto bandado no distrito de Córrego Fundo, município de Trairi.....	82
Figura 38 – A: Leito e margem do rio Mundaú; B: Gnaisse em estado avançado de intemperismo químico	83
Figura 39 – Curva granulométrica – amostra rio Mundaú	83
Figura 40 – Lagoa situada à esquerda do rio Mundaú	84
Figura 41 – Curva granulométrica – lagoa próxima ao rio Mundaú	84
Figura 42 – Frações de areia média e grossa, observadas para a amostra 08 – rio Mundaú	85
Figura 43 – Coleta de amostra na margem esquerda do rio Trairi	86
Figura 44 – Jazida atualmente explorada por ceramistas industriais na planície de inundação do rio Curu	86
Figura 45 – Curva granulométrica – amostra rio Curu	87
Figura 46 – Córrego Estrela	88
Figura 47 – Resultados DRX – amostras de argila	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Determinação da densidade aparente, porosidade e absorção de água para as amostras Papeba	62
Tabela 2 –	Determinação da densidade aparente, porosidade e absorção de água para as amostras Papeba	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR	Áreas de Captação de Recursos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DEGEO	Departamento de Geologia
DRX	Difração de Raios-X
EDS	Espectroscopia de elétrons dispersivos de energia
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Arqueológico Nacional
LAGETEC	Laboratório de Geotécnica e Prospecção
LARSE	Laboratório de Arqueologia e Semiótica
LEGaL	Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência
LL	Limite de Liquidez
LME	Laboratório de Microscopia Eletrônica
LOE	Luminescência Opticamente Estimulada
LP	Limite de Plasticidade
MEV	Microscopia Eletrônica por Varredura
NL	Sem Limite de Liquidez
PRONAPA	Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas
TL	Termoluminescência
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPA	Universidade Federal do Pará
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	CONTEXTO GEOAMBIENTAL	18
2.1	Delimitação da área de pesquisa	19
2.2	Geologia e geomorfologia regional	20
2.3	Uso do solo	25
3	CONTEXTO CULTURAL: UMA SÍNTESE DAS OCUPAÇÕES CERAMISTAS NA REGIÃO NORDESTE	27
3.1	Dados etnográficos: o que dizem os portugueses e os franceses?	27
3.2	O registro arqueológico: o que dizem os “cacos”?	29
3.2.1	<i>Cerâmica Papeba: uma incógnita na ocupação litorânea do Nordeste brasileiro</i>	29
3.2.2	<i>Cerâmica Tupiguarani: ocorrências no litoral cearense</i>	39
3.3	Um olhar especial para o município de Trairi: considerações acerca da análise cerâmica e introdução à pesquisa proposta	42
4	REFERENCIAL TEÓRICO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
4.1	Geoarqueologia	46
4.2	Arqueometria: possibilidades e limitações	49
4.2.1	<i>Procedimentos aplicados aos conjuntos cerâmicos</i>	50
4.2.1.1	<i>Petrografia</i>	50
4.2.1.2	<i>Densidade, porosidade e absorção de água</i>	51
4.2.1.3	<i>Microscopia Eletrônica por Varredura – MEV</i>	52
4.2.1.4	<i>Difração de raios-X – DRX</i>	52
4.2.1.5	<i>Termoluminescência – TL e Luminescência Opticamente Estimulada – LOE</i>	54
4.2.2	<i>Procedimentos aplicados às amostras de argilas</i>	55
4.2.2.1	<i>Análise Granulométrica por Peneiramento e Sedimentação</i>	56
4.2.2.2	<i>Determinação do Teor de Umidade</i>	57
4.2.2.3	<i>Densidade Real dos Grãos</i>	58
4.2.2.4	<i>Determinação dos Limites de Consistência (LL e LP)</i>	59
5	RESULTADOS	61

5.1	Caracterização da cerâmica Papeba.....	61
5.2	Caracterização da cerâmica Tupiguarani.....	72
5.3	Caracterização das possíveis fontes de argila	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
	REFERÊNCIAS.....	94
	ANEXO A – DOCUMENTAÇÃO DAS DATAÇÕES	103

1 INTRODUÇÃO

As primeiras informações sobre as culturas dos povos pré-coloniais na região nordeste brasileiro remontam ao século XVIII, tornando-se mais sistemáticas a partir das décadas de 1940 e 1950. Na segunda metade do século XX, com o Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas – PRONAPA, desenvolvido principalmente nos estados da Bahia e do Rio grande do Norte, a pesquisa na região nordeste tomou novos rumos, ou seja, se tornou mais científica.

No estado do Ceará, as pesquisas sistemáticas se iniciaram com o Projeto Litoral, desenvolvido entre 1995 e 1997¹, objetivando localizar, identificar e estudar vestígios ao longo da costa cearense (Cazzeta, 1997) a partir da descoberta, durante a abertura de uma cisterna na área urbana do município de Trairi, de vasilhames cerâmicos inteiros, ou pouco fragmentados, por parte da população.

Inicialmente, foram identificados dois sítios cerâmicos com funções possivelmente complementares, o primeiro composto por vasilhames sobrepostos, encontrado pelos moradores, representando uma área de atividades específicas, provavelmente associada à/ao estocagem/armazenamento de grãos (Sítio Aldeia de Trairi); e o segundo constituído por uma grande área de concentração (Sítio Boa Esperança) com remanescentes de uma ocupação duradoura cujo sistema e assentamento se assemelha ao dos grupos Tupi (Nobre, 2013).

Derivado do anterior, propôs-se o Projeto Arqueológico Tremembé ao município de Itarema, com o objetivo de “caracterizar o perfil dos grupos étnicos pré-históricos que habitaram os atuais ambientes dunares no litoral norte do Ceará [...] [e] localizar crono-espacialmente os sítios arqueológicos pré-históricos nos ambientes dunares” (Nascimento; Luna; Gomes, 2000 p. 203). No entanto, no decorrer do levantamento bibliográfico desta dissertação, não foi identificado qualquer publicação sobre essa pesquisa e os respectivos resultados.

Essas pesquisas iniciais, juntamente com pesquisas posteriores associadas principalmente à Arqueologia Preventiva², resultaram em grandes coleções arqueológicas que têm sido revisitadas com enfoques pontuais. Isso tem

¹ Projeto com financiamento do Instituto do Patrimônio Histórico e Arqueológico Nacional – IPHAN.

² Projetos desenvolvidos no âmbito do licenciamento ambiental, cumprindo a legislação vigente que impõe a obrigatoriedade de estudos de impacto e garantem a adoção de medidas de proteção ao patrimônio arqueológico da região por meio de prospecção, resgate, estudo e divulgação do potencial dessas áreas.

gerado importantes trabalhos no âmbito acadêmico, como o de Souza (2011) em Fortaleza; o de Soares (2012) e de Viana (2018) em Jericoacoara; o de Morales (2012) em Aracati; o de Nobre (2013) e de Dourado (2015) em Trairi.

Os estudos arqueológicos no Ceará ainda são incipientes, mas houve um aumento significativo nas últimas duas décadas, o que propiciou novos avanços sobre o conhecimento acerca da ocupação do território. Grande parte desses estudos abordam problemáticas relacionadas às ocupações por grupos ceramistas, permitindo traçar um panorama das ocupações ceramistas no estado.

O estudo das tradições cerâmicas na região revela a complexidade tecnológica e a diversidade cultural presentes nos estágios iniciais de ocupação do território. A cerâmica Papeba, caracterizada como a cerâmica pré-colonial mais antiga do estado e de alcance regional, tem sido encontrada predominantemente no litoral, enquanto a cerâmica Tupiguarani, com provável origem amazônica e amplamente distribuída territorialmente, ocorre no litoral, nas serras úmidas no sertão do estado. Já a cerâmica Aratu, típica de regiões semiáridas e possivelmente originária do centro do País, foi identificada em regiões serranas.

Como reflexo do processo de dominação e colonização, é observam-se mudanças na cultura material a partir da produção e do uso dos artefatos cerâmicos. A criação de núcleos populacionais, conhecidos como aldeamentos, agrupavam distintos grupos com o objetivo de catequização ou de utilização de mão de obra, e resultou em um processo de aculturação no qual a cultura material reflete a adoção ou a imposição de novas práticas, ainda que a natureza dessas ações seja dificilmente constatada.

Embora muitos estudos se concentrem em outros aspectos da cerâmica ou no modo de vida desses grupos, há um consenso quanto à importância das análises de proveniência de matéria-prima para fundamentar inferências sobre o uso dos recursos naturais. É nesse contexto que se insere a proposta deste trabalho, que visa destacar a relevância das análises de proveniência como ferramenta fundamental à compreensão dos processos culturais e econômicos envolvidos na produção e na utilização da cerâmica por esses grupos.

Os estudos econômicos aplicados às comunidades pré-coloniais frequentemente utilizam modelos de subsistência para associar o potencial econômico do território à análise das áreas de captação de recursos. Esse método é crucial para investigar a origem das matérias-primas utilizadas para a confecção das cerâmicas,

identificar os locais de coleta da argila utilizada na sua produção e entender a interação dinâmica entre um nicho ecológico e uma comunidade humana.

As áreas mais visadas por esses grupos para a captação eram as margens de rios, de lagos, de lagoas e de lagunas nas quais os sedimentos finos depositados ao longo das margens constituíam fontes comuns de argila, e as planícies aluviais formadas por sedimentos depositados, oriundos de inundações periódicas de rios. As bacias de sedimentação também eram fontes importantes de argila, nas quais se acumulavam sedimentos finos ao longo do tempo, resultantes de processos geológicos e/ou climáticos.

É provável que um grupo utilizasse mais de uma fonte de argila, misturando-as para obter as propriedades desejadas. Essa prática permitiria o ajuste das características dos materiais, como plasticidade, resistência ou durabilidade, de acordo com as necessidades específicas de produção de seus artefatos.

Embora a dinâmica intensa dos depósitos sedimentares dificulte a identificação precisa das fontes de proveniência, principalmente em ambientes litorâneos, a abordagem geoarqueológica permite avaliar a compatibilidade dos materiais utilizados. Essa avaliação se baseia na composição da cultura material e no contexto em que os vestígios culturais estão inseridos.

Diferentes grupos humanos, ao ocupar o mesmo espaço, impõem modos distintos de exploração, o que exige uma análise detalhada dos condicionantes ambientais, dos aspectos culturais e das informações cronológicas. Para compreender como esses grupos utilizam os recursos naturais, é fundamental identificar os fatores físicos e culturais que influenciam a formação, a disponibilidade e o manejo desses recursos, além das influências individuais e coletivas na produção e no uso dos artefatos cerâmicos.

Princípios econômicos indicam que quanto maior a distância de um assentamento para a realização de uma atividade econômica, maior é o gasto de energia, dessa forma, as sociedades pré-históricas, pode-se supor, adotavam estratégias de localização que minimizavam a distância e maximizavam o rendimento energético. A relação entre ambiente e sistema cultural mostra que um ambiente pode ser visto como uma limitação para um grupo e uma oportunidade para outro, e o manejo da paisagem inclui não apenas elementos adaptativos e de subsistência, mas também aspectos cognitivos, estratégicos, políticos e ideológicos, criando uma rede de significação complexa e infinita.

O objetivo geral deste estudo é analisar e interpretar os fragmentos cerâmicos arqueológicos procedentes de escavações nas praias de Mundaú e Flecheiras, e acondicionados no Laboratório de Arqueologia e Semiótica do Ceará – LARSE, da Universidade Estadual do Ceará – UECE, no município de Quixadá – CE. A coleção é composta por fragmentos cerâmicos provenientes de coletas sistemáticas realizadas durante as obras de instalação dos complexos eólicos Mundaú, Trairi e Guajiru entre os anos de 2011 e 2018.

A análise da coleção buscou caracterizar a composição química e mineralógica da argila (pasta) e os antiplástico acrescidos, assim como das rochas e dos minerais coletados na região, sob uma perspectiva geoarqueológica, considerando aspectos materiais, como composição elementar, e imateriais, como práticas culturais e sociais expressas na cultura material.

Para tal, aborda-se as condicionalidades ambientais e discute-se os fatores sociais a partir dos dados levantados quanto aos grupos ceramistas com base nos estudos arqueológicos já desenvolvidos. As datações absolutas obtidas contribuíram para estabelecer e verificar a sincronidade dos contextos arqueológicos.

Dada a proximidade dos sítios e o modo similar de implantação na paisagem, os diferentes sítios arqueológicos representam um contexto espacial unificado. Sendo assim, busca-se investigar como teria ocorrido esse processo de apropriação dos recursos naturais pelos grupos ceramistas Papeba e Tupiguarani que ocuparam essa região, e se o modo de apropriação foi o mesmo, similar ou distinto.

2 CONTEXTO GEOAMBIENTAL

A zona costeira³ do estado do Ceará compreende 37 municípios. Com o propósito de implementar medidas de gerenciamento costeiro, o Governo do Estado do Ceará instituiu, por meio da Lei nº 13.796, de 2006, a subdivisão do litoral cearense em quatro setores, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Divisão do litoral cearense em setores



Fonte: SEMA (2023).

A Costa Oeste (Setor III), a qual abrange os municípios de Itaipipoca, Trairi, Paraipaba e Paracuru, foi inicialmente selecionada para a aplicação dos procedimentos metodológicos. Considerando a possibilidade de navegação, o relevo de transição moderada e, especialmente, a presença de elementos inicialmente observados que deveriam ser encontrados fora da área dunar, optou-se por adotar uma área mais ampla para investigar as características geológicas e as possibilidades oferecidas por esse entorno mais amplo do sítio.

³ De acordo com o art. 2º da Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006, “entende-se por zona costeira: o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima que se estende por doze milhas náuticas, medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial, e uma faixa terrestre, compreendida pelos limites dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira, defrontantes e não-defrontantes com o mar, caracterizados nos termos da legislação federal” (Ceará, 2006, n.p.).

2.1 Delimitação da área de pesquisa

A área designada para o estudo é delimitada pelo rio Mundaú, que estabelece a fronteira entre os municípios de Itapipoca e Trairi, a oeste, e pelo rio Curu, cuja desembocadura se localiza na divisa entre Paracuru e Paraipaba, a leste (Figura 2). Esta região tem como limite, a sudeste, a serra de Uruburetama, onde estão localizadas as nascentes dos rios que deságuam no litoral e constitui parte importante da geologia local. Ao total, a área de estudos possui aproximadamente 180.000ha.

Figura 2 – Área de estudo



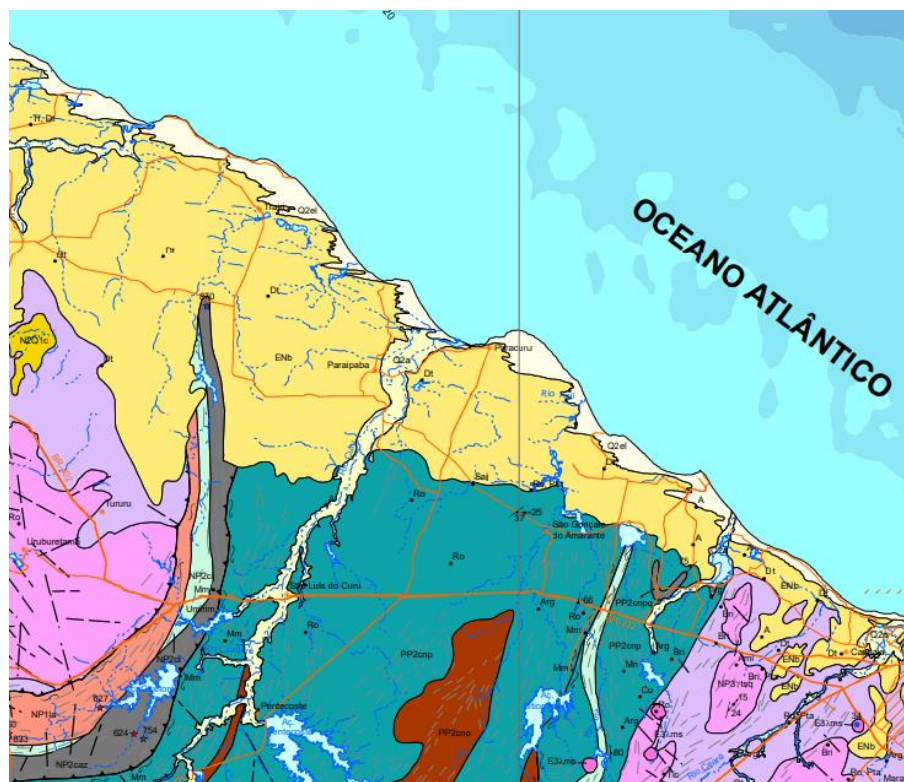
Fonte: Autoria própria (2024).

2.2 Geologia e geomorfologia regional

Com base no Mapa Geológico do Estado do Ceará (Pinéo, 2020), o embasamento cristalino da área de pesquisa é representado por gnaisses, migmatitos e granitos, com destaque aos gnaisses paleoproterozóicos do Complexo Canindé do Ceará (PP2cnp), e aos gnaisses mais jovens do Grupo Ceará (NP2 – Formações

Itataia, Independência e Arneiroz), cuja idade é atribuída ao neoproterozóico. Ambas as unidades ocupam as áreas planas, topograficamente mais baixas do embasamento, situadas a leste das rochas migmatíticas da Unidade Lagoa Caiçara (NP1la) e dos granitóides do Complexo Tamboril Santa-Quitéria (NP3) que configuram a serra de Uruburetama (Figura 3).

Figura 3 – Litologia da área de pesquisa



Fonte: adaptado de Pinéo (2020).

O maciço ou serra de Uruburetama, cujos níveis altimétricos médios variam entre 500 e 800 metros, com elevações que superam os 1.000m de altitude, delimita a área de pesquisa a oeste. Essa serra abriga nascentes de rios que fluem em direção ao litoral, atravessando Trairi (Lima; Cordeiro; Bastos, 2015). No contexto hidrológico, o maciço é o mais importante centro dispersor de drenagem da região centro-norte do Ceará, dando origem a três sistemas fluviais de caráter exorréico: os rios Curu, Aracatiaçu e Mundaú (Mina *et al.*, 2015).

Localizado a oeste da área de pesquisa, a região de Itapipoca tem grande importância paleontológica devido à sua diversificada paleofauna quaternária, que inclui várias espécies de grandes herbívoros e carnívoros, similar a outros depósitos do Nordeste do Brasil. Estudos indicam que a alta diversidade de fósseis em Itapipoca

pode ser atribuída a condições ambientais favoráveis e boas condições de fossilização.

Os afloramentos rochosos locais, chamados de lajeados ou lajedos, testemunham processos erosivos que resultaram na formação de feições que ajudaram a preservar esses fósseis. A predominância de formas herbívoras e a ausência de animais de habitats úmidos sugerem que a área era uma savana durante o final do Pleistoceno e o início do Holoceno, comparável ao cerrado atual.

A região também possui relevância arqueológica, abrigando sítios com manifestações rupestres, artefatos cerâmicos e líticos (lâminas de machados polidas), além de vestígios humanos. Esses achados evidenciam o significativo potencial da área para pesquisas arqueológicas pela possível interação dos grupos humanos com a fauna extinta, que pode ter impulsionado excursões para o litoral (Ximenes, 2003).

As formações sedimentares do Cenozóico são representadas por sedimentos plio-pleistocênicos, que englobam tanto depósitos neógenos quanto quaternários. Destaca-se dentro dessas formações a Formação Barreiras, típica do Neógeno, caracterizada localmente por sedimentos eólicos-colúviais. Além disso, existem unidades quaternárias compostas por depósitos eólicos e praias, indicativos de processos sedimentares mais recentes, e modelagem do relevo na região, que transcorreram durante o quaternário. Esses são constituídos por areias finas a médias, moderadamente selecionadas, apresentando uma variação de coloração que vai do branco ao avermelhado. As areias formam dunas de várias gerações, cada uma com diferentes tipos geomorfológicos (Carvalho; Maia; Dominguez, 2006).

Quanto aos aspectos geomorfológicos litorâneos, na Costa Oeste encontra-se ambientes praias e setores adjacentes, ambientes dunares, estuarinos e baixadas, destacando-se pela riqueza das condições de geodiversidade e biodiversidade. (SEMA, 2021). A interação entre os grupos humanos e a paleofauna ainda é investigada.

A faixa praial se estende ao longo da costa, alternando ambientes de enseadas amplas e áreas mais estreitas, onde há falésias, como em Paracuru e na praia da Lagoinha em Paraipaba, que está associada a superfícies de deflação ativas e estabilizadas.

Na região do Litoral Oeste, observa-se uma extensa ocorrência de dunas fixas por diagênese, conhecidas como eolianitos, formadas por arenitos friáveis a moderadamente litificados. Esses depósitos originaram-se durante uma fase

regressiva do mar no Quaternário Superior, favorecida pela ação de ventos fortes, que transportaram areia em direção ao campo de dunas, e por chuvas intensas, responsáveis pela lixiviação do carbonato em sedimentos permoporosos. Isso leva à litificação dos sedimentos quartzosos, conferindo-lhes maior resistência à erosão (SEMA, 2021). Os eolianitos, vulgarmente chamados de cascudos, exibem diversas ocorrências de relevância arqueológica, “tais como fogueiras e fragmentos cerâmicos e líticos” (Carvalho *et al.*, 2008, p. 9).

As dunas barcanóides surgem a partir da coalescência de múltiplas dunas barcanas adjacentes, resultando em estruturas complexas e menos estáveis em comparação às individuais. Caracterizadas por cristas coalescentes e perfis variáveis, refletem uma interação intensa com o ambiente circundante. Tal complexidade estrutural as torna mais suscetíveis às alterações morfológicas, induzidas por fatores como ventos variáveis e presença de obstáculos, como vegetação e umidade. A falta de simetria e a dissimetria nos flancos são características comuns das dunas barcanóides, evidenciando sua menor estabilidade em comparação às formas mais simples de dunas (Carvalho; Maia; Dominguez, 2006).

Além disso, a formação das dunas barcanóides geralmente implica uma combinação de fatores geomorfológicos e ambientais que contribuem para sua instabilidade. A coalescência progressiva das dunas barcanas resulta em uma área expandida de interação com o vento, afetando a dinâmica de transporte de sedimentos e a manutenção de sua forma original, frequentemente exibindo uma proporção variável entre comprimento, largura e altura, refletindo as múltiplas influências que moldam sua morfologia. Portanto, enquanto as dunas barcanóides são testemunhas de processos dinâmicos de sedimentação e morfogênese, pelas quais sua forma complexa e acentuada interação com o ambiente as tornam estruturas menos estáveis e mais suscetíveis a mudanças morfológicas ao longo do tempo.

A instabilidade das dunas barcanóides pode impactar significativamente a preservação dos registros arqueológicos de diversas formas. Primeiramente, a constante mudança na forma e na posição dessas dunas devido à coalescência e à influência de fatores ambientais como ventos e obstáculos podem resultar na cobertura, exposição e remoção parcial ou total de camadas arqueológicas, destruindo os sítios arqueológicos subjacentes.

À medida que as dunas se deslocam e mudam de forma, artefatos e/ou estruturas podem ser enterrados, deslocados ou expostos, aumentando o risco de

danos físicos ou a perda de contextos arqueológicos, além de gerar ou intensificar processos erosivos na própria superfície dos artefatos, dificultando a identificação e o mapeamento preciso desses e dos sítios arqueológicos, podendo obscurecer ou modificar as características visíveis da paisagem arqueológica devido às variações das cristas coalescentes e das formas dissimétricas das dunas.

De acordo com Carvalho, Maia e Dominguez (2006), uma duna barcana pode gerar uma duna longitudinal que se caracteriza por cordões alongados cujas cristas são suavemente onduladas, podendo alcançar alturas de até 45 metros acima do nível médio do mar. A presença de vegetação ao seu redor contribui para uma migração mais lenta desses corpos dunares, bem como para a presença de obstáculos, como dunas inativas ou corpos d'água. Nas áreas interdunares, as planícies rebaixadas cobertas por vegetação rasteira e pequenas acumulações de água funcionam como corredores de vento (Branco *et al.*, 2003).

A mobilidade das dunas, mesmo que lenta devido à cobertura vegetal, pode mudar na direção dos ventos ou de perturbações ambientais, acarretando o deslocamento de sedimentos, e alterar a topografia, potencialmente danificando ou destruindo contextos arqueológicos. Além disso, a presença de depósitos de areia, bem selecionados com grãos de quartzo arredondados e revestidos por óxido de ferro, revelam um ambiente propenso à erosão e à sedimentação, que pode afetar negativamente a integridade dos sítios arqueológicos.

Em geral, essa fragilidade dos campos de dunas faz com que esses apresentem sérias limitações à ocupação humana, além de alta vulnerabilidade e proteção legal. A supressão do recobrimento vegetal das dunas fixas pode desencadear processos de degradação, impactando negativamente o equilíbrio ambiental e a paisagem litorânea (SEMA, 2021), o que, direta ou indiretamente, afeta os distintos registros arqueológicos dessas áreas.

Os domínios paisagísticos da faixa praial e dos ambientes dunares estendem-se ao longo de toda a Costa Oeste, intercalados por ambientes estuarinos e de baixadas formados pelos rios Curu e Mundaú. As planícies fluviomarinhas, cobertas por manguezais, apresentam padrões fisionômicos e florísticos variados.

A vegetação varia nos diferentes domínios paisagísticos e setores ambientais. A fitoestabilização dunar começa com a Vegetação pioneira psamófila, seguida pela Vegetação Subperenifólia de Dunas. Nas planícies fluviomarinhas, a Vegetação Paludosa Marítima de Mangue é predominante. O processo de sucessão

vegetal atinge seu clímax com a Vegetação Subcaducifólia de Várzea nas planícies fluviais dos rios Curu e Mundaú, enquanto a Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro enfrenta degradação e é substituída por lavouras (SEMA, 2021).

Nas baixadas, são comuns lagoas e planícies de acumulação lacustres e fluviais (SEMA, 2021). As lagoas interdunares destacam-se, com o aquífero dunar oferecendo maior disponibilidade hídrica devido à alta permoporosidade, contribuindo para a recarga dos aquíferos Barreiras e do sistema aluvial. Essas poderiam apresentar condições própria para consumo próprio, atrair animais que eventualmente seriam caçados e, ainda, em condições específicas, também poderiam oferecer matéria-prima (argila) para a confecção de utensílios cerâmicos, embora não sejam comuns nesse tipo de ambiente.

2.3 Uso do solo

A Costa Oeste do Ceará apresenta uma diversidade no modo de uso do solo que se dá a partir da combinação de práticas tradicionais e modernas. A agropecuária e o extrativismo são as principais atividades, com agricultura de subsistência e criação de pequenos rebanhos de bovinos e de caprinos comuns em áreas rurais. A pesca ancestral na região continua sendo um recurso vital de sustento para muitas comunidades costeiras que dependem da captura de peixes e mariscos tanto para a alimentação quanto para o comércio local (SEMACE, 2016; SEMA, 2021).

A instalação de núcleos urbanos, como povoados, distritos, loteamentos e assentamentos, tem aumentado ao longo dos anos, impulsionando a urbanização e a oferta de infraestruturas básicas. Esses núcleos são essenciais à organização social e econômica da região, proporcionando espaços de moradia, comércio local e serviços comunitários que atendem à vida cotidiana dos moradores (SEMACE, 2016; SEMA, 2021).

Além dessas atividades principais, a Costa Oeste do Ceará também conta com atividades econômicas relacionadas ao comércio e serviços, à indústria, ao extrativismo mineral, ao turismo e à aquicultura. O comércio e os serviços, embora menos expressivos, desempenham um papel importante no suporte às necessidades locais, oferecendo bens e serviços que atendem à população local e aos turistas. A indústria, ainda incipiente, começa a ganhar espaço com pequenas fábricas e instalações voltadas ao processamento de produtos locais.

O extrativismo mineral, embora limitado, contribui à exploração de recursos naturais, constituindo uma importante atividade relacionada à exploração de argilominerais, principalmente para a produção de materiais para a construção civil, como tijolos, telhas e blocos cerâmicos, destacando-se a Cerâmica Angelim e a Cerâmica Trairi, em Trairi, e a Cerâmica São Francisco, em Paraipaba. Em menor escala está a produção de cerâmicas utilitárias artesanais. Essa atividade extrativista na região é crucial para a economia local, gerando empregos e contribuindo para a renda das comunidades (SEMACE, 2016; SEMA, 2021).

O turismo, impulsionado pelas belas praias e paisagens naturais, atrai cada vez mais visitantes, estimulando o desenvolvimento de infraestrutura turística e impulsionando o crescimento econômico. A aquicultura⁴, especialmente a carcinicultura, também está em expansão, promovendo a criação de camarões em áreas costeiras e contribuindo para a diversificação da economia local. Com essa diversidade, é possível impulsionar a economia da região e promover um desenvolvimento sustentável e equilibrado a partir do uso e ocupação do solo (SEMACE, 2016; SEMA, 2021).

⁴ Tratamento de meios aquáticos para a criação de peixes, mariscos, entre outros.

3 CONTEXTO CULTURAL: UMA SÍNTESE DAS OCUPAÇÕES CERAMISTAS NA REGIÃO NORDESTE

3.1 Dados etnográficos: o que dizem os portugueses e os franceses?

O Estado do Ceará foi conquistado e colonizado por portugueses, que chegaram à região em meados do século XVI. Em 1535, Martim Soares Moreno, enviado por Portugal, iniciou a exploração da costa cearense em busca de pau-brasil, produto, à época, muito valorizado na Europa.

De acordo com José Cordeiro (1989), no momento inicial da colonização do estado o território era ocupado por cerca de 22 povos, representados por grupos Tupi (Tabajara e Potiguara), considerada a língua original, e Tapuias (Kariri, Guanacé, Jaguaruana, Tremembé e Tarairiú). Ressalta-se que o termo Tapuia significa “não tupi” ou “povo de língua travada” (Melatti, 2007), e era atribuído pelos indígenas Tupi aos não falantes da língua original, também denominada Tupi Antigo (Cunha, 2013). Os Tapuias, em geral, compunham grupos do troco linguístico Macro-Jê. No entanto, também podia fazer alusão a grupos de língua isolada que não pertenciam aos dois troncos linguísticos conhecidos, como é o caso dos Tremembé e dos Tarairiú.

A presença Tupi no estado é assinalada principalmente na região da Serra da Ibiapaba, região montanhosa a leste, em divisa com o Estado do Piauí. Durante o século XVI, indígenas Tobajara (atualmente conhecidos como Tabajara) e Potiguara ocupavam a chapada norte da Ibiapaba, e os Tobajara ocasionalmente frequentavam o litoral leste (Alencar Araripe, 1958).

No litoral cearense a presença dominante era de grupos Tupinambá. Os Tremembé, de acordo com Pompeu Sobrinho (1950), ocupavam regiões de praia e estuário, sendo sua presença documentada em todo o litoral oeste. Com a invasão dos grupos Tupi do Rio Grande do Norte, da Paraíba e de Pernambuco e a pressão colonizadora, os grupos já habitantes dessa região se viram cada vez mais pressionados e com seus territórios restritos, como foi o caso dos Cariris-Tremembés.

Nimuendaju (2017) compilou informações etno-históricas relatadas pelos primeiros desbravadores até a extinção de diversos grupos em decorrência da dominação e das políticas de extermínio que permearam o processo histórico de ocupação das Américas (Figura 4).

Figura 4 – Mapa Etno-Histórico do Brasil e Regiões Adjacentes, documentadas para o Estado do Ceará



Fonte: Nimuendajú (2017).

Há também menções historiográficas de grupos confinados no Aldeamento Nossa Senhora dos Prazeres de Caucaia. Os Tapeba, que no local viviam e ainda resistem, apresentam uma composição étnica diversificada e um contingente indígena de origem imprecisa, resultante da possível convivência de povos, como Potiguara, Tobajara, Tremembé, Kariri e Jucá (Barreto Filho, 1994).

Nas proximidades da área em estudo, destaca-se a presença de grupos Tremembé, os quais atualmente habitam uma área oficialmente demarcada como Terra Indígena Tremembé da Barra do Mundaú, localizada na foz do rio Mundaú, em Trairi. Anteriormente conhecida como São José do Buriti, essa região recebeu uma nova designação após o processo de demarcação (Meireles; Marques, 2004).

3.2 O registro arqueológico: o que dizem os “cacos”?

Em geral, os estudos sistemáticos tiveram um aumento significativo nas duas últimas décadas, proporcionando avanços e novas perspectivas ao conhecimento acerca dos processos de ocupação do território, sabendo-se preliminarmente de sua complexidade. Esses estudos foram centrados na faixa litorânea do estado, focando predominantemente os conjuntos cerâmicos, não tendo relação com a ausência ou com a qualidade dos registros relacionados às outras categorias de evidências arqueológicas.

Os mais antigos registros associados a grupos ceramistas obtidos até o momento remontam a um período de 4.600 anos A.P. Essa foi a datação obtida a partir dos estudos desenvolvidos na foz do rio Cocó, em Fortaleza. A datação obtida pelo método C₁₄ em fragmentos de concha representa uma ocupação ceramista, encontrados juntos, mas sem associação estratigráfica (Souza, 2011).

No entanto, outras datações para o estado apontam a cerâmica Papeba entre 970 e 1.630 anos A.P. como a segunda mais antiga ocupação ceramista do estado. Está caracterizada por sítios de acampamentos sazonais ou mesmo aldeias predominantemente em zonas costeiras. Apesar de algumas tentativas de associação a grupos étnicos específicos, ainda se sabe pouco sobre quem a produzia.

Outra ocupação cerâmica conhecida na região é a Tupiguarani. Os conjuntos cerâmicos Tupiguarani remetem à cultura material produzida por grupos falantes de língua Tupi-Guarani, porém, como destaca Prous (2018), se expandiu a grupos que não falavam a língua Tupi-Guarani. A distribuição dessa cerâmica por vastos territórios, que inclui não somente o território brasileiro, alerta para a cautela em realizar correlações diretas entre conjuntos cerâmicos e grupos étnicos. No Estado do Ceará, as datações obtidas por meio de estudos arqueológicos para a cerâmica Tupiguarani varia de 640 a 1.530 anos A.P.

3.2.1 Cerâmica Papeba: uma incógnita na ocupação litorânea do Nordeste brasileiro

No âmbito do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas – PRONAPA, Nasser e equipe (Nasser, 2008) realizaram escavações sistemáticas entre as lagoas Papeba e Guaraíras no litoral norte rio-grandense nas décadas de

1960 e 1970. O material recuperado salvaguardado no Museu Câmara Cascudo (Natal-RN) é composto por fragmentos cerâmicos e vasilhames inteiros, artefatos líticos e carvões. Lamentavelmente, muitas das informações obtidas durante as escavações, como análises e informações de proveniência das peças, foram perdidas ao longo do tempo.

Em um dos sítios escavados, Nasser e equipe identificaram um conjunto diferente dos anteriormente descritos nas pesquisas do PRONAPA, estabelecido inicialmente como Fase⁵ Papeba, mas sem associação com qualquer Tradição⁶ ceramista encontrada (Nasser, 2008). Posteriormente, localizou outros sítios relacionados a essa mesma fase. Laroche e Laroche (1982) identificaram uma cerâmica similar à descrita por Nasser no sítio Mangueiras, assim como Albuquerque (1994) em Vila Flor, ambos no Rio Grande do Norte.

A partir do conjunto recuperado no sítio Papeba, Nasser (2008) classificou a cerâmica em dois tipos distintos: Simples e Decorada, ambos confeccionados utilizando a técnica acordelada⁷ e, em menor frequência, por modelagem⁸, com alisamento em ambas as superfícies, queima “incompleta” e espessura média de 1,2cm.

O tipo Simples foi subdividido em Papeba Simples e Guaraíras Simples, e o elemento diferenciador entre esses dois grupos é o tamanho do tempero adicionado à pasta. Enquanto no Papeba Simples o tempero é composto por areia grossa com grãos de quartzo entre 1mm e 0,5mm, no Guaraíras Simples os grãos são menores que 0,5mm. Já o tipo Decorado, denominado Papeba Vermelho, é caracterizado pela aplicação de um banho vermelho em uma ou ambas as superfícies, e presença de apêndices vazados verticalmente ou simples perfurações nas paredes dos recipientes, possivelmente associados à suspensão das peças (Nasser, 2008).

Nasser (2008) identificou quatro características distintas no conjunto estudado, denominadas formas (Figura 5):

- Forma 1 – boca circular constricta, lábio apontado, borda direta e introvertida, bojo ovóide e base arredondada;

⁵ Qualquer complexo de cerâmica, lítico, padrões de habitação etc., relacionado no tempo e no espaço, em um ou mais sítios (Chmyz, 1976).

⁶ Grupo de elementos ou técnicas com persistência temporal (Chmyz, 1976).

⁷ Técnica de confecção de cerâmica que consiste na superposição helicoidal de roletes de pasta, partindo da base ou de uma porção de barro modelada para tal fim (Chmyz, 1976).

⁸ Técnica de confecção de cerâmica, com o auxílio de molde (Chmyz, 1976).

- Forma 2 – boca circular, abertura ampliada, lábio apontado, borda com inclinação externa, bojo em meia calota e base arredondada, caracterizando tigelas predominantes no Papeba Vermelho;
- Forma 3 – boca circular, abertura ampliada, lábio apontado, borda com inclinação externa, bojo esférico e base arredondada, comum no Papeba Simples;
- Forma 4 – boca circular ampliada, lábio arredondado, borda extrovertida, bojo em meia esfera e base plana. Esta última forma se associa aos vasilhames de maior volume.

Figura 5 – Algumas das características associadas à cerâmica na Fase Papeba



Fonte: Acervo Museu Câmara Cascudo, em registros realizados pela autora.

No mesmo contexto, além do material cerâmico foram encontradas lascas de sílex, com e sem retoques, algumas com sinais de uso, sugerindo terem sido utilizadas como facas e raspadores. Também foram identificados “buris” ou furadores confeccionados a partir de núcleos de sílex, machados polidos de xisto em formato trapezoidal, de quartzo verde com depressões semiesféricas em ambas as faces e seixos de quartzo com sinais de uso, como batedores e alisadores (Nasser, 2008).

A área dos sítios pesquisados por Nasser situa-se sobre a Bacia Potiguar, onde é encontrada uma grande quantidade de sílex associada aos carbonatos da Formação Jandaíra e a zonas de falhas. Além disso, há presença de conchas de gastrópodes indicando seu uso como raspadores e furadores (Nasser, 2008). Outros achados incluem objetos de amazonita, bolas de boleadeira, lascas bipolares

semelhantes a dentes de raladores de mandioca, rodas de fuso e igaçabas contendo fragmentos de dentes humanos (Miller, 2011).

Nasser (2008) ainda afirma ter encontrado fragmentos de cerâmica Tupiguarani no sítio Papeba. Anos depois, quando o sítio foi revisitado e novas intervenções sistemáticas foram realizadas por Miller (2011), esse componente cerâmico não foi identificado.

Nasser considerou como hipótese que a cultura material atribuída à fase Papeba representava a presença do povo Tarairiú (Janduí Canindés) em contato com os holandeses, e a missão jesuíta de Arês poderia indicar uma população local de “neobrasileiros”, caracterizando assim um processo de aculturação interétnica. Essa ideia se baseava no fato de que os holandeses mencionavam aldeamentos de “caboclos de língua geral” junto aos seus missionários em Vila Flor, Guaraíras (Arês), Mipibu e Guajirú (Estremoz).

A partir da década de 1980, Miller organizou aulas práticas de escavação no sítio Papeba, e posteriormente realizou análises estatísticas nos materiais de superfície coletados. Um dos principais objetivos da escavação era testar a hipótese aventada anteriormente, questionando e defendendo que, apesar do contato com outros grupos, os elementos cerâmicos eram característicos de um povo falante da língua Macro-Gê.

O sítio Papeba, segundo ele, representaria a presença Tarairiú no litoral potiguar não apenas pelas características cerâmicas, mas também pelo padrão de assentamento que indicara um formato de aldeia em forma de ferradura organizada em torno de uma praça central⁹. Além disso, a presença de materiais em amazonita, como contas de colar, tembetás e bolas de boleadeira, reforça a ideia de deslocamento desses grupos a partir do interior ou de contatos com grupos que habitavam essas áreas (Miller, 2011). Registros históricos descritivos realizados pelos holandeses confirma a presença do povo Tarairiú na região (Medeiros Filho, 1984).

Segundo Miller (2011), a invasão dos Tupi (Potiguar) teria expulsado o povo Tarairiú da região costeira até a chegada dos jesuítas e holandeses, que possibilitavam seu retorno periódico durante períodos de seca no interior para a coleta de frutos do mar, contudo, os Tarairiú foram extintos no século XVIII.

⁹ Em alguns locais essa característica está associada a uma ocupação Aratu (Silva; Rubin; Viana, 1997).

Acerca da associação da cerâmica da fase Papeba com o povo Tarairiú, proposta por Miller (2011), os estudos de Borges (2010) indicam que, historicamente, a área ocupada pelo povo Tarairiú corresponderia à zona arqueológica do Seridó (RN); e Santos (2009) ressalta a presença de alguns sítios arqueológicos no sertão paraibano que corresponderiam a locais ocupados pelo povo Tarairiú.

As características observadas na cerâmica encontrada incluem pastas com presença de quartzo e feldspato, apresentando variações granulométricas e tratamento de superfície predominantemente alisado, podendo haver também o polido e queima “incompleta”. Com menor frequência, há peças com pintura vermelha e brunidura. Foram identificadas apenas bordas diretas, com lábios predominantemente arredondados, sugerindo formas elipsoidais. Os dados apresentados por Borges (2010) corroboram a hipótese de Miller (2011).

A cerâmica Tarairiú estudada por Santos (2009) foi descrita a partir de classificação visual com pouca quantidade de antiplásticos, queima completa e, embora apresente apêndices, estes não continham os furos característicos da cerâmica Papeba. O autor também menciona a ocorrência de pintura apenas na superfície interna, mas não há informações suficientes para associá-la ao banho vermelho típico da cerâmica Papeba, e há menção à presença de poucos machados polidos e de pontas de projétil.

A associação da cerâmica Papeba a grupos étnicos possui importância indiscutível, contudo, requer extrema cautela. Antes de proceder a qualquer correlação etnográfica, é imprescindível avaliar conceitos e definições aplicados a esses conjuntos, adotando um recorte mais abrangente do que o inicialmente utilizado por Nasser, que considerou apenas alguns sítios no Rio Grande do Norte. As similaridades técnicas e estilísticas assinaladas nos sítios estudados por Borges (2010) e Santos (2009) requerem uma revisão sistemática, possibilitando estabelecer as variabilidades que podem ocorrer nesse conjunto cerâmico e, dessa forma, apresentar uma definição mais clara, com elementos cronológicos e territoriais mais consistentes.

Miller (2011) considera evidente que a cerâmica Papeba está associada à Tradição Aratu definida por Calderón (1969, 1971), o que coincide com a distribuição geográfica dos grupos Gê. Acredita-se que a origem da tradição Aratu tenha ocorrido no centro-sul de Goiás, em sítios de proporções medianas e grandes concentrados

em áreas de cerrado e nas demais regiões por habitações menores e ocupações isoladas.

O principal elemento distintivo dessa cultura arqueológica são as urnas funerárias em formato piriforme, no entorno das habitações, cujos sepultamentos podem incluir acompanhamentos de materiais vegetais ou líticos. A cerâmica dessa tradição apresenta tipologias simples e decoradas, com formas globulares e esféricas. Os estudos iniciais indicavam uma diversidade nas escolhas técnicas e morfológicas e nos padrões decorativos. Essa ampla dispersão resultou em um repertório cultural variado devido às situações de contato (Soares, 2012).

Martin (2013) discorda fortemente da associação da cerâmica Papeba à Tradição Aratu, argumentando que a cerâmica Papeba encontrada em locais de habitação nunca foram associados a sepultamentos nem a urnas funerárias. Por isso, enfatiza não haver bases sólidas para relacionar a cerâmica Papeba à Tradição Aratu. Entretanto, Miller (2011), ao localizar urnas funerárias do sítio Papeba, na parte externa da ferradura e do lado contrário a “abertura”, continua a considerar como pertencentes à Tradição Aratu, apesar de até o momento nenhum horizonte cultural associado à Tradição Aratu ter sido identificado no litoral cearense.

A ausência desse elemento – associado a grupos de tronco linguístico Macro-Gê – no litoral pode estar relacionada ao domínio Tupi nas regiões costeiras, o que teria impedido o avanço desses grupos até a costa. Entretanto, na Serra do Evaristo, mesorregião norte do Estado do Ceará, foram encontrados 18 vasilhames com finalidades funerárias, ritualísticas e utilitárias com cronologias que indicam uma ocupação de 700 anos A.P. (Viana; Buco; Santos, 2023).

Para Borges (2010), a cerâmica Papeba, classificada por Martin como pertencente à “Tradição Papeba”, representa uma variação regional e pode ser inserida em um conjunto maior conhecido como Tradição Pedra do Caboclo, definida por Laroche (1970). Assim, tem-se a Tradição Pedra do Caboclo, com a sua variação regional Subtradição Papeba.

Origem e dispersão da cerâmica Papeba ainda são incertas. No entanto, diversas pesquisas (Nasser, 1974, 2008; Laroche; Laroche, 1982; Borges, 2010; Soares, 2012; Nascimento, 2016; Viana, 2018; Morales, 2017) têm contribuído para construir um panorama cronológico que sugere ter sido produzida ao longo de um extenso período. Embora as áreas onde a cerâmica Papeba foram identificadas não ofereçam condições ideais de preservação, é crucial destacar que, em muitos sítios

escavados, ela se apresenta abaixo da cerâmica associada à Fase Curimataú (Tradição Tupiguarani), sugerindo ser anterior à essa fase (Nasser, 1974, 2008; Nascimento; Luna, 1997; Vianna, 2007).

No sítio Vila Flor, composto basicamente por peças associadas à Fase Curimataú da Tradição Tupiguarani, Miller menciona a presença de cerâmica da Tradição Aratu misturada com Tupiguarani, sinalizando uma mistura de origem étnica das reduções [comunicação verbal realizada pelo arqueólogo Paulo Tadeu Albuquerque (*apud* Miller, 2011)].

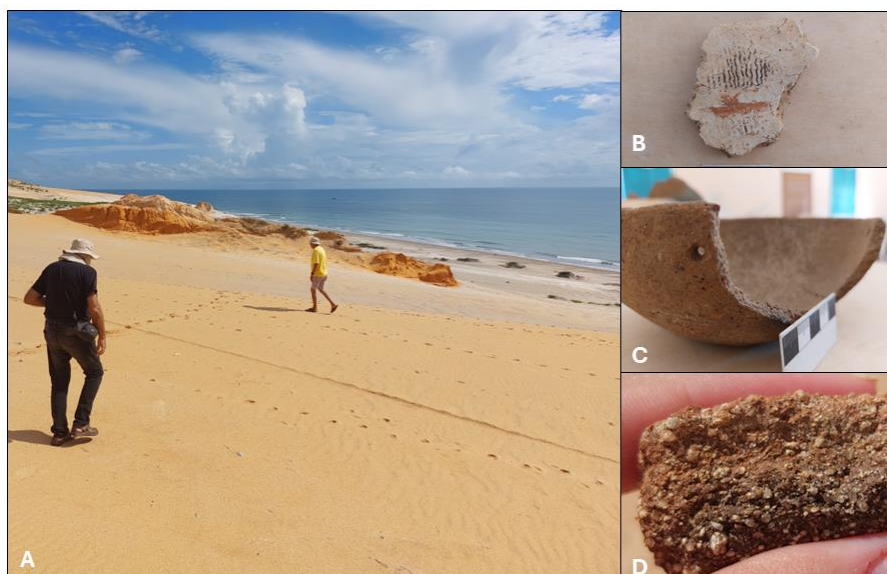
A presença de ambos os conjuntos cerâmicos – Papeba e Tupiguarani – na maioria dos sítios pode sugerir similaridades nos modos de ocupação, contatos frequentes entre grupos (possivelmente facilitados pela língua comum) ou até mesmo o avanço Tupiguarani, que levou ao extermínio dos grupos produtores da cerâmica Papeba. Devido à ausência de informações na maioria dos sítios conhecidos, verificar ou refutar essas hipóteses é um desafio. Nasser (2008) já havia ressaltado que os sinais desse processo de aculturação são pouco visíveis na cultura material. A principal mudança identificada por ele foi o aumento da espessura dos vasilhames.

Outro importante problema é quanto à sua distribuição geográfica. Nasser (1974) apontava que a distribuição da cerâmica Papeba é concentrada na faixa litorânea, entretanto, Borges (2010) assinala a presença de cerâmica Papeba no sertão Potiguar. Pesquisas condicionadas às atividades de licenciamento podem gerar um viés amostral, e isso não reduz a importância dos estudos de impacto ambiental que contribuem com novos dados e minimizam os impactos sobre o patrimônio arqueológico.

No litoral leste do Maranhão, na região de dunas dos Lençóis Maranhenses, foram encontrados sítios arqueológicos atribuídos à fase Papeba (Nascimento; Luna, 1997), com fragmentos de cerâmica simples e decorada, além de material lítico lascado na superfície (Bandeira, 2012). Conforme Bandeira (2012), fragmentos cerâmicos representativos da tradição Papeba também foram encontrados na região do Delta do Parnaíba.

No Estado do Ceará, são relatadas ocorrências do conjunto cerâmico Papeba em vários locais, como Jijoca de Jericoacoara (Viana, 2018), Aracati, Trairi e Fortaleza (Souza, 2011), além de outras coleções ainda não estudadas sistematicamente, como a do município de Icapuí (Figura 6).

Figura 6 – Sítios e artefatos de Icapuí (CE). A: Sítio Praia dos Pilões; B: Cerâmica Tupiguarani com engobo e decoração pintada; C: Cerâmica Papeba com perfurações simples; D: Detalhe de fragmento de cerâmica Papeba



Fonte: Coleção de Josué Crispim registrados pela autora.

As peças cerâmicas inteiras, fragmentadas, e diversos fragmentos cerâmicos observadas em uma visita à Coleção Josué Crispim em Icapuí apresentam características similares aos conjuntos Papeba, coletados em Trairi¹⁰, e Tupiguarani, além de uma variedade de artefatos líticos, predominantemente lascados em sílex. De acordo com Nascimento (2010), o conjunto lítico da fase Papeba é composto por peças líticas associadas à Tradição Itaparica, demarcada especialmente pelos planos-convexos, popularmente conhecidos como lesma, e algumas peças polidas.

Diferentemente do que ocorre no Estado do Rio Grande do Norte, no Ceará é mais comum encontrar artefatos líticos produzidos em quartzo, associados à cerâmica Papeba, devido à maior disponibilidade dessa matéria-prima. No Parque Eólico Guajiru, há zonas de origem do quartzo em Paraipaba, distante 16km do sítio Guajiru, nas proximidades de Flexeiras e Mundaú. Isso explica a menor frequência, a ocorrência esporádica ou até a ausência de sílex no litoral cearense. Algumas exceções ocorrem na região de Icapuí, próxima às zonas de falha do Vale do Jaguaribe, na divisa com o Rio Grande do Norte.

Morales *et al.* (2017), em suas pesquisas no sítio Alegria 24, em Sergipe, identificaram cerâmicas e artefatos líticos associados à ocupação Papeba. Esse

¹⁰ É importante destacar que esses fragmentos apresentam diferenças significativas, como maior espessura, superfícies bem preservadas ou pouco erodidas.

horizonte de ocupação pode estar vinculado a grupos indígenas que ocupavam a costa brasileira pelo menos um século antes da chegada dos primeiros europeus.

A cronologia estabelecida até o momento para a cerâmica Papeba situa-se por volta de 600 anos A.P. e 2.800 anos A.P. (Figura 7). Apesar da inconsistência ou incompletude de alguns dados apresentados e da dificuldade de acesso às obras originais, a tabela a seguir apresenta as principais datações realizadas, contribuindo para a compreensão da distribuição espacial e temporal desses grupos.

Figura 7 – Datações para a cerâmica Papeba na região Nordeste

Sítio	Município/UF	Método	Material datado	Idade (anos)		Referência
				Convencional	calibrada	
Sítio Papeba	Senador Georgino Avelino/RN			700 A.P.		Nasser 1974, apud Laroche & Laroche, 1982, p.24
Mundaú IV	Trairi/CE	C14	Carvão	760 A.P.		Marques, 2016
Pedra do Caboclo	PE			340 A.P.		Nasser, 1974
				2.800 A.P.		
Mangueiros	Macaíba/RN			738 A.P.		Laroche & Laroche, 1982, p. 24
				811 A.P.		
				1.796+/-62 A.P.		
Furna do Umbuzeiro	Carnaúba dos Dantas/RN	TL	Cerâmica (25cm)	2.666+/-30 A.P.	2.800-2.700 A.P. (90,1%)	Borges, 2010, p.24 e 251
					2.640-2.610 A.P. (4,1%)	
					2.580-2.540 A.P. (1,3%)	
Furna do Umbuzeiro	Carnaúba dos Dantas/RN	C14	Carvão (30cm)	2.804+/-40 A.P.	2.950-2.760 A.P. (95,4%)	
Jericoacoara I	Jijoca de Jericoacoara/CE	C14	Carvão (80-90cm)	1.110 +/- 30 A.P.		Soares, 2012
Jericoacoara I		C14	Malacológico (40-50 cm)	1.630 +/- 30 A.P.		Viana, 2018, p.311
Jericoacoara I		C14	Carvão (70-80cm)	1.590 +/- 30 A.P.		Viana, 2018, p. 311
Jericoacoara I		C14	Carvão (sup)	1.290 +/- 30 A.P.		Viana, 2018, p. 311
Sítio Alegria 24	Guamaré/RN	C14	Carvão (70 cm)		660 – 550 AP	Morales et al., 2017, p. 302
Cumbe 11	Aracati/CE	C14	Malacológico	1.240+/-30 A.P.		
Cumbe 12		C14	Carvão	970+/-30 A.P.		

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.2 Cerâmica Tupiguarani: ocorrências no litoral cearense

A Tradição Tupiguarani foi identificada e classificada durante as pesquisas do PRONAPA. De modo geral, apresenta pasta com cacos moídos e areia de dimensões variadas, técnica acordelada, queima mista (com porções oxidadas e outras reduzidas) e presença de pintura ou decoração plástica em sua superfície. Entre as formas predominantes estão tigelas em forma de calota esférica e vasos esferóides com bordas extrovertidas, cambadas e/ou reforçadas externamente, sem a presença de elementos de preensão como alças e asas. Outras formas apresentam variações regionais (Brochado, 2015).

Prous (2018) propõe a subdivisão da tradição Tupiguarani em subtradições, sendo as principais a Proto-Tupi e a Proto-Guarani. A diferença fundamental entre as duas estaria no cuidado com a produção de formas bem elaboradas, característica da Proto-Guarani, enquanto as cerâmicas Proto-Tupi são conhecidas por sua “decoração pintada de alta qualidade” (Prous, 2019, p. 541).

Conforme Fernandes *et al.* (s.d.) e Prous (2019), a tradição Proto-Tupi se estende do litoral norte de São Paulo até o Ceará, diferenciando-se do Proto-Guarani por formas específicas, estilos e motivos de decoração plástica e pintada. O Proto-Guarani, por sua vez, está presente em áreas de domínio Guarani, no ramo centro-meridional, abrangendo desde o litoral sul de São Paulo até o norte da Argentina. Ambas as subtradições podem ser subdivididas em diversos grupos, baseados em diferentes atributos.

Em 1967, a partir dos estudos desenvolvidos na bacia do baixo Curimataú-Cunhaú, Nasser (1974) estabeleceu a Fase Curimataú, associando-a à Subtradição Pintada da Tradição Tupiguarani. Essa fase se caracteriza pela inclusão de cacos triturados, grânulos de argila e quartzo angulosos e subangulosos. O tratamento superficial, tanto interno quanto externo, é irregular e apresenta pintura vermelha e preta sobre engobo branco, além de revestimento em vermelho e preto (Nascimento; Luna, 1997). Conforme descrito por Nasser, essa cerâmica comumente se apresenta nos níveis mais recentes de outras ocupações ceramistas, nesse caso a cerâmica Papeba.

Em geral, entre os demais vestígios culturais associados à cerâmica Tupiguarani, há lâminas de machado trapezoidais polidas, adornos labiais (tembetás), pequenas lascas e polidores, além de sepultamentos secundários em urnas

(Brochado, 2015). Para a Fase Curimataú, Nasser (2008) menciona apenas algumas contas de colar em amazonita e um fragmento de machado polido associado.

Acerca da origem e da disseminação da cerâmica Tupiguarani, ainda há debates em curso, e recentes estudos permitem revisar os modelos de expansão dos grupos que a produziam. A origem amazônica da cerâmica Tupiguarani é quase consensual (Lima, 2010), e sua disseminação provavelmente é resultado da migração dos grupos que a fabricavam (Correa, 2014; Prous, 2019).

A complexidade e a elaboração dessas cerâmicas, além da aparente uniformidade de muitas de suas características, indicam um sistema tecnológico consolidado e boa adaptação a novos ambientes. Os vestígios datam entre 700 e 300 anos A.P. em sítios litorâneos do período histórico, durante o contato inicial com os colonizadores europeus, evidenciando que o grupo já estava estabelecido no litoral antes desse contato (Albuquerque, 2008).

A expansão Tupiguarani alcançou seu ápice séculos antes da conquista. Ao deixar a Amazônia, esses grupos teriam técnicas de subsistência bem desenvolvidas que permitiram a exploração e a sobrevivência nos mais diversos ambientes.

A grande extensão do domínio atingido por esses grupos é, por um lado, explicada por fatores sociais resultantes da criação e do domínio de redes de comunicação e deslocamentos fluviais e marinhos, e, por outro, por razões psicológicas e ideológicas ligadas ao significado profundo da terra, do território e do espaço social que orientavam uma busca da “terra sem males”, especialmente para os povos Guaraní da região sul do País (Neumann, 2009).

Defendia-se, inicialmente, que o primeiro rumo tomado pelos grupos que deixaram a Amazônia teria sido a região nordeste brasileira, no entanto, o avanço das pesquisas demonstrou que a chegada dos grupos que a produziram ocorreu tardiamente, entre 900 e 1.300 A.D. Outras datações confirmam essa hipótese e reforçam a longa duração da tradição que teria se iniciado na região por volta de 1.270+/-130 A.D., e permanecido até a fixação europeia no Rio Grande do Norte (Nascimento; Luna, 1997).

Ao examinar os ambientes ocupados pelos grupos Tupiguarani, Scatamacchia (2004) destacou as zonas de floresta tropical como áreas preferenciais. No entanto, Albuquerque (2008) argumenta que a ampla distribuição de vestígios em regiões ecologicamente diversas sugere que esses grupos se adaptaram e

manejeram diferentes ambientes. No Nordeste do Brasil, a cerâmica Tupiguarani foi identificada em assentamentos situados em vários ecossistemas, mas, até o momento, não se pode associar características específicas a um ecossistema em particular.

Em relação à ocupação no nordeste, Luna (2006) observa uma maior concentração de sítios no litoral, enquanto há uma presença mais escassa em áreas interioranas. Prous (2019) aponta que, embora zonas mais secas, como o Cerrado e a Caatinga, tenham sido evitadas por esses grupos, o interior do Ceará também foi ocupado, embora de forma tardia. Albuquerque (2008) sugere que a pressão dos colonizadores pode ter levado os grupos Tupiguarani a abandonar as matas litorâneas e migrar para o sertão, o que explica os achados na região do Cariri e na Serra da Ibiapaba, onde esses vestígios estão bem representados no acervo do Museu do Ceará.

Novamente, salienta-se o cuidado ao associar a presença restrita ou a preferência de um grupo a determinados contextos sem a amostragem mínima necessária, evitando a projeção de um viés amostral ou mesmo ideológico.

Mesmo após sua dispersão, foram mantidos traços característicos que permitem identificar uma origem comum entre os produtores dessa cultura material, principalmente no que diz respeito à cerâmica, ainda que sejam numerosas as variabilidades apresentadas.

A ocupação de um território por um determinado grupo não inibia a presença de outros em uma mesma região. Sabe-se, portanto, que mesmo em áreas de domínio Tupi sempre houve outras populações não Tupi e vice-versa, conforme observa Correa (2014) para a região nordeste.

Outra importante observação se deve a relações equivocadas realizadas entre cultura arqueológica e grupos étnicos. Os estudos que buscam essas relações fundamentam-se em registros etno-históricos que têm sua validade muitas vezes contestadas pelos registros arqueológicos. Prous e Lima (2010) apontam, na historiografia, áreas que, segundo relatos históricos, teriam sido ocupados por Macro-Gê, porém, onde se encontram vestígios de cerâmica Tupiguarani. De igual modo, atenta-se à possibilidade de que a cerâmica poderia estar sendo produzida por “grupos ‘tupinizados’”, sistemas de troca, introdução de mulheres oleiras, entre muitas outras circunstâncias que poderiam justificar a presença desses objetos entre os ‘tapuias’.

No litoral cearense, alguns sítios se destacam por apresentarem contextos bem preservados ou por terem sido estudados sistematicamente. O Sítio Caiçara, localizado em São Gonçalo do Amarante (CE), se encontra em uma área de linha de transmissão Faisa-Pecém. O local apresenta vestígios cerâmicos que revelam horizontes de ocupação Tupiguarani misturados com vestígios mais recentes resultantes de atividades agrícolas. Foram identificados artefatos líticos lascados e polidos, além de uma fogueira parcialmente preservada, e, apesar das interferências superficiais, o sítio forneceu amostras para datação. Durante as obras da Companhia Siderúrgica do Pecém, foram identificados os sítios CE 0013 e CE 00132 nos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (Viana; Bucu; Santos, 2023).

Em 2011, o IPHAN organizou escavações na área, nas proximidades do sítio Boa Esperança, em Trairi-CE, identificado durante o Projeto Litoral, desenvolvido na década de 1990. De acordo com Nobre (2013), os vestígios culturais sugerem uma ocupação prolongada da área, possivelmente com a presença de uma aldeia, com atividades de processamento de mandioca e práticas domésticas. A dispersão de fragmentos ao redor do sítio, que corresponde ao padrão de assentamento dos grupos Tupi, e a contemporaneidade dos artefatos, identificada por termoluminescência, indicam que áreas adjacentes poderiam ter sido utilizadas para atividades especializadas.

Figura 8 – Datações para a cerâmica Tupiguarani no litoral cearense

Sítio	Município/UF	Método	Material datado	Idade (anos)		Referência
				Convencional	Calibrada	
CE00013	Caucaia/São Gonçalo do Amarante/CE	TL		entre 870 e 310 anos A.P		Albuquerque, 2010, p. 1565; Viana, Bucu e Santos, 2023
CE00132				entre 670 e 220 anos A.P		
Sítio Caiçara	São Gonçalo do Amarante/CE	C14	Carvão (35cm)	980 +/-30 A.P.		Luna, 2014, p.158-160 apud Viana, 2018 p. 64
Sítio São Cristóvão7	Trairi/CE	AMS	Sedimento (20cm)	900 +/-30		Santos Júnior & Medeiros, 2014a, p.614-619 Viana, 2018 p.66
Sítio São Jorge 1			Sedimento (40cm)	1.790 +/- 30		
Santo Antônio de Pádua 2			Sedimento (40-50cm)	1690 +/- 30		
			Sedimento (80-90cm)	3.010 +/- 30		
			Sedimento (140-150cm)	3.460 +/- 30		

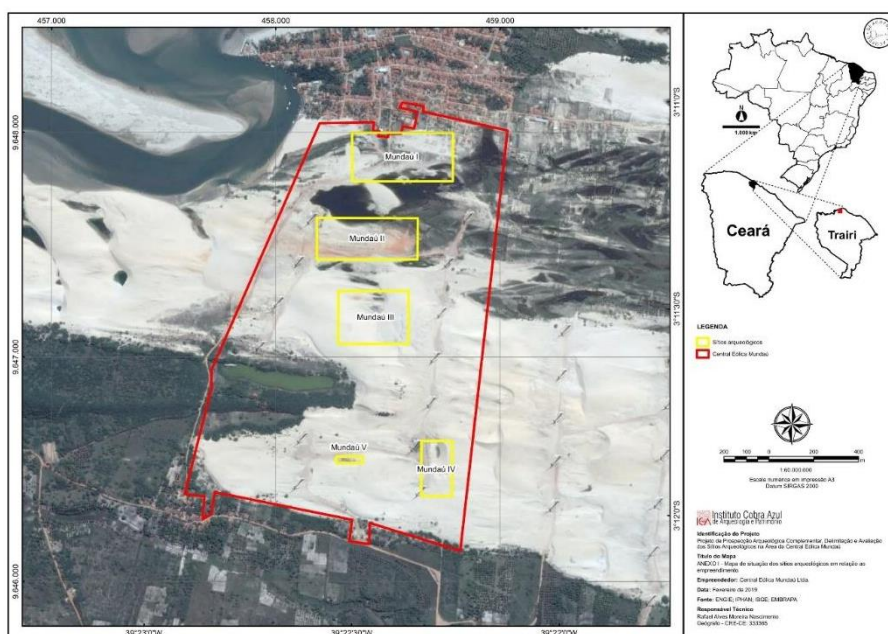
Fonte: Autoria própria (2024).

3.3 Um olhar especial para o município de Trairi: considerações acerca da análise cerâmica e introdução à pesquisa proposta

Em 2011, em decorrência da implantação de parques de geração de energia eólica em Trairi, os estudos arqueológicos prévios realizados na área identificaram inúmeros sítios, agrupados em complexos, que se constituem de diversas categorias de materiais arqueológicos e que, por sua vez, remetem a distintos grupos que se fixaram ou transitaram por ali.

O complexo Mundaú é composto pelos sítios Mundaú I, II, III, IV e V, e localizam-se em um campo de dunas barcanoides expostos sobre as planícies de deflação, onde se formam lagoas interdunares, possivelmente associado a paleodunas (Machado, 2019) (Figura 9).

Figura 9 – Localização dos sítios do Complexo Mundaú



Fonte: Machado (2019).

O complexo eólico Flexeiras, situado há cerca de 10km a leste do complexo eólico Mundaú, apresenta o mesmo contexto ambiental, com a implantação de sítios sobre dunas móveis, sem estratigrafia preservada, caracterizado pela presença de vestígios pré-coloniais e coloniais. É importante destacar que no mesmo contexto há outros complexos eólicos, como o de Trairi, que não compreende o conjunto de amostras cerâmicas analisadas, e do Guajiru, composto apenas por materiais líticos.

A coleção arqueológica resgatada e analisada por Marques (2011), a qual compõe o acervo do Laboratório de Arqueologia e Semiótica do Ceará – LARSE, vinculado à Universidade Estadual do Ceará – UECE, possibilitou a identificação dos

fragmentos em vários conjuntos cerâmicos já conhecidos, com base nas características observadas. Uma vez analisados, diversas perguntas vêm sendo elaboradas a respeito do contexto dos sítios, sendo a seguinte a principal e mais pertinente a esta pesquisa: Qual a proveniência da matéria-prima utilizada na produção desses artefatos?

Para isso, a coleção foi reanalisada com o foco específico em três atributos tecnológicos: a pasta, o tipo de queima e o tratamento de superfície. Estas características tecnológicas e funcionais são relevantes para compreender as escolhas de matérias-primas utilizadas por cada um dos grupos. Quanto aos demais atributos dos artefatos cerâmicos, como decorações, formas e funcionalidades, estes não serão abordados, pois a coleção analisada se constitui de fragmentos cerâmicos e de poucos fragmentos de bordas e de bases que permitem a reconstituição de formas. Portanto, as inferências realizadas acerca da provável funcionalidade dos vasilhames serão feitas a partir dos apontes iniciais de Marques (2013), a partir da análise preliminar do material e de revisão bibliográfica.

O primeiro atributo analisado foi a composição da **pasta** cerâmica, com início em uma descrição macroscópica que serve como ponto de partida para a definição de técnicas de análise mais detalhadas. A homogeneidade da pasta é avaliada com base em tamanho, morfologia, frequência e descrição das partículas, sendo a pasta classificada como fina, média ou grossa.

Sinopoli (1991) define a pasta cerâmica como a proporção entre argila e antiplástico. A caracterização dos artefatos envolve dois componentes principais: os argilominerais, que conferem a plasticidade necessária à modelagem dos objetos, e os temperos, compostos por aditivos ou antiplásticos, que modificam ou reduzem essa plasticidade. A identificação e a quantificação desses elementos por meio da frequência relativa permitem a classificação de diferentes tipos de pasta. De forma complementar, La Salvia e Brochado (1989) apontam que a frequência relativa entre antiplástico e argila pode ser avaliada tanto qualitativa quanto quantitativamente, proporcionando uma análise mais precisa da composição cerâmica.

Uma análise macroscópica da coloração apresentada pode indicar o tipo/ambiente de **queima** (ex.: forno ou fogueira), assim como maiores ou menores concentrações de determinado elemento químico. Indispensavelmente, as análises físico-químicas permitem a identificação precisa da composição, bem como a

indicação de temperaturas de queima a partir da presença/ausência de determinados elementos.

O **tratamento de superfície** das cerâmicas pode ser realizado tanto antes quanto após a queima. Almeida (2013) alerta que esses tratamentos podem ser erroneamente interpretados como meramente decorativos. Ele afirma que a aplicação desses elementos pode ser subjetiva e está relacionada tanto a necessidades funcionais quanto a aspectos culturais. Rie (2005) observa que a decoração pode cumprir várias funções. Nesse contexto, considera-se tratamento de superfície o alisamento das superfícies internas e externas, com o objetivo de remover irregularidades, conforme descrito por Shepard (1981), e/ou a aplicação de banho ou engobo.

4 REFERENCIAL TEÓRICO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Geoarqueologia

A coleta de argilominerais para a produção de vasilhames cerâmicos pode ou não deixar evidências de extração de recursos devido ao regime dinâmico de transporte e deposição desses ambientes. Para a fácil identificação dessa ação, a coleta tem que ter sido intensiva, o que nem sempre ocorria, pois a produção cerâmica compreendia uma etapa complexa, sendo produzida em grande quantidade, e durável, para uma utilização por longos períodos. Para inferir as áreas de ocorrência dessas atividades, é necessário compreender os dinâmicos processos de formação dos recursos e avaliar a compatibilidade entre produto e área fonte.

Para isso, opta-se por utilizar os princípios básicos das Ciências da Terra, recorrendo a uma abordagem teórico-metodológica da Geoarqueologia. Essas abordagens buscam compreender

Os processos envolvidos na formação do registro arqueológico sedimentar, para inferir as configurações paleoambientais associadas aos sítios arqueológicos, para desenvolver cronologicamente estruturas, e para medir e classificar as características físicas de artefatos e geofatos (Rapp; Hill, 2006, p. 3, tradução nossa).

Segundo Bitencourt (2014), a análise geoarqueológica pode ser dividida em dois principais conjuntos de estudos: a análise da paisagem e a análise da matriz. A paisagem é um conceito complexo cuja interpretação pode variar conforme a abordagem ou campo de pesquisa adotado; neste contexto, refere-se a um conjunto de elementos visíveis que podem ser observados e percebidos. Já a matriz diz respeito ao registro arqueológico.

Compreender a relação entre o ser humano e o ambiente é fundamental para entender a percepção que a própria comunidade tem sobre o espaço e o lugar. Isso é possível uma vez que as escolhas tecnológicas refletem aspectos de identidade que se manifestam no registro arqueológico (Dias, 2007). A intenção dos indivíduos desde o momento da coleta dos materiais reflete a complexidade das interações humanas com o meio ambiente e como essas relações estão intrinsecamente ligadas às práticas culturais e sociais de cada grupo.

Os estudos econômicos, amplamente discutidos nas abordagens de Higgs e Vitta Finzi (1972, p. 27), utilizam modelos de subsistência aplicados às comunidades pré-históricas, possibilitando uma associação entre “o potencial econômico atual e passado do território do sítio” e a “utilização da técnica de análise da área de captação de recursos”. A aplicação dos modelos de Áreas de Captação de Recursos – ACR é crucial para determinar a proveniência das cerâmicas, identificando os locais de coleta de argila para sua produção (Lahlil *et al.*, 2009 *apud* Nunes *et al.*, 2010).

O principal objetivo dessas análises centrava-se em compreender a interação dinâmica entre um nicho ecológico e uma comunidade humana. Isso envolve a

recuperación de información relativa a las relaciones espaciales arqueológicas y estudio de las consecuencias espaciales de las pautas de actividad homínida del pasado dentro y entre contextos y estructuras, así como su articulación dentro de asentamientos, sistemas de asentamientos y sus entornos naturales (Sanjuán, 2005, p. 47).

Von Thunen Roper (1979 *apud* Sanjuán, 2005, p. 51), estabeleceu três princípios fundamentais:

Cuanto más lejos se desplaza alguien desde un asentamiento para realizar una actividad económica, mayor es el gasto de energía invertido en la obtención de esos recursos.

[...]

Este principio de racionalidad económica es aplicable al pasado en general y a la prehistoria en particular; de forma que las sociedades pre-históricas seguían estrategias de ubicación de los asentamientos que minimizaban los cortes de desplazamiento (distancia) y maximizaban el rendimiento energético obtenido.

[...]

Dependiendo del carácter de los recursos, los habitantes del asentamiento estaban dispuestos a pagar un coste u outro por su obtención. No todos los recursos son de la misma importancia: la obtención de agua es fundamental para la vida humana, mientras que la captación de rocas exóticas para la elaboración de ornamentos no lo es.

Complementarmente, Butzer (1989) destaca a relação entre o ambiente e o sistema cultural, ilustrando como um determinado ambiente pode ser visto como uma limitação para um grupo enquanto pode representar uma oportunidade para outro. Fagundes (2007) argumenta que o manejo da paisagem vai além de elementos adaptativos e de subsistência, abrangendo também aspectos cognitivos, estratégicos, políticos e ideológicos. Ele ressalta que a rede de significação criada pela relação entre ser humano e paisagem é complexa e infinita.

Para exemplificar, se observados os estudos de Marques (2018) em Trairi, em área próxima ao sítio arqueológico Trairi I, observar-se-á uma adaptação interessante da comunidade local: a criação de uma represa artificial utilizando capim e sedimento das dunas, em uma área caracterizada pelo estrangulamento do rio, como consequência do avanço dunar. Esse ato não só reflete a percepção e a resposta da comunidade às dinâmicas naturais como também demonstra os usos recreativos da paisagem.

A percepção e a resposta de uma comunidade às dinâmicas naturais são reflexos diretos de sua interação contínua com o ambiente. Essa relação é moldada pela observação e interpretação dos fenômenos naturais, como mudanças climáticas, avanço de dunas, enchentes e secas, entre outros. As comunidades desenvolvem estratégias adaptativas para mitigar os impactos adversos dessas dinâmicas. Dessa forma, a resposta da comunidade às dinâmicas naturais é um processo contínuo de aprendizagem e adaptação.

Foram realizadas duas visitas de campo em Trairi com dois objetivos principais: primeiramente, visitar áreas de sítios para a observação dos contextos ambientais, sem a realização de coletas de campo ou quaisquer interferências nas áreas de sítio, apenas com o intuito de observar os materiais de superfície. Foram observados os contextos dos sítios em Trairi e relacionados com contextos similares em Icapuí, visitados posteriormente. Em segundo, buscou-se investigar áreas já apontadas anteriormente como possíveis fontes e identificar novos locais em potencial, priorizando as principais redes de drenagem. Alguns pontos foram acessados arbitrariamente, seguindo áreas de fácil acesso e identificação, procurando afloramentos, lagos e perfis expostos. A limitação do avanço para o interior deveu-se aos limites de recursos para a realização das análises e ao tempo disponível em campo para as prospecções mais longas.

Assim como a visita realizada em Icapuí, cujo objetivo foi conhecer a coleção arqueológica local e o contexto dos sítios dunares com cultura material muito semelhante à dos sítios estudados em Trairi, a visita ao Arquivo do Museu Câmara Cascudo e à Biblioteca Setorial Veríssimo de Melo, ambos vinculados ao Setor de Documentação e Memória do Museu Câmara Cascudo, tiveram como objetivo revisar informações bibliográficas e preencher algumas lacunas do levantamento cultural já apresentado anteriormente na terceira seção desta dissertação.

Para garantir precisão e confiabilidade a este estudo, foram implementadas a realização de análises físico-químicas e mineralógicas. A aplicação de análises físico-químicas em materiais e contextos arqueológicos tem se tornado cada vez mais frequente em pesquisas graças à disseminação dos métodos, à maior acessibilidade, às colaborações interdisciplinares e à crescente percepção da importância de aprofundar as investigações com o auxílio de novas ferramentas. Essas abordagens interdisciplinares e multidisciplinares permitem uma compreensão mais detalhada do processo de formação dos recursos argilominerais na região investigada, levando em consideração diversos fatores da paisagem, como geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, entre outros.

4.2 Arqueometria: possibilidades e limitações

A arqueometria é um ramo multidisciplinar da arqueologia que aborda problemáticas relacionadas ao patrimônio cultural. Baseia-se na obtenção de informações relativas à origem e à história dos achados, à análise de materiais quanto à estrutura química e às modificações, e aplicação de técnicas de datação (Bona *et al.*, 2007). Utilizando diversas disciplinas científicas, a arqueometria visa determinar idade, composição, estrutura, origem, técnicas de produção, exploração de recursos e ambiente dos achados arqueológicos (Watchman, 2015).

Entre outras coisas, a arqueometria possibilita a análise dos vestígios culturais, buscando a caracterização e a composição química e mineralógica dos artefatos, assim como informações relacionadas aos processos tecnológicos envolvidos em sua produção, a procedência das matérias-primas e as eventuais trocas (Sanjuán, 2005). No caso específico, inclui avaliar a compatibilidade entre os artefatos arqueológicos e as possíveis áreas fonte de argilominerais.

São diversas as análises aplicáveis a materiais arqueológicos, sendo sua recomendação condicionada à natureza do material, ao estado de preservação e às informações desejadas. Para a presente pesquisa, foram realizados ensaios físicos, análises petrográficas, análises por Microscopia Eletrônica por Varredura – MEV, Difração de Raios-X – DRX e Termoluminescência – TL/Luminescência Ópticamente Estimulada – LOE.

A partir da análise das estruturas minerais, é possível identificar a origem da argila utilizada na produção da cerâmica. A presença de minerais específicos na

argila pode indicar um depósito ou tipologias de depósitos compatíveis. Por exemplo, certos minerais podem sugerir que a argila foi extraída de um determinado tipo de rocha ou unidade geológica particular.

4.2.1 Procedimentos aplicados aos conjuntos cerâmicos

4.2.1.1 Petrografia

O processo de análise petrográfica inicia-se com a seleção das amostras de cerâmica arqueológica, que são, então, cuidadosamente preparadas para observação em um microscópio óptico. Após cortar a amostra em uma lâmina fina e polir adequadamente, a textura, os minerais e outros componentes da pasta tornam-se visíveis sob o microscópio, permitindo uma análise detalhada da composição e da estrutura da cerâmica.

Ao utilizar o microscópio, pode-se identificar os minerais residuais adicionados e que resistiram à queima e à manufatura. Por exemplo, pode-se observar os componentes do antiplástico, como bolas de argila e cacos, e analisar sua geometria, forma e textura. Para as massas mais finas que compõem a pasta, geralmente sugere-se que sejam argila, possivelmente misturadas com oxi-hidróxidos de ferro.

As propriedades ópticas de cada um desses elementos podem ser identificadas por meio da análise de lâminas petrográficas. Utilizando ferramentas como os nicóis, que filtram feixes de luz, é possível observar e descrever detalhadamente as características ópticas dos minerais presentes, como birrefringência, pleocroísmo e interferências cromáticas. Essas observações são essenciais à caracterização mineralógica e à compreensão dos processos de formação e transformação dos materiais cerâmicos analisados.

Foram feitas quatro lâminas delgadas a partir de fragmentos representativos das cerâmicas Papeba e Tupiguarani. A confecção das lâminas foi feita no Laboratório de Caracterização Mineral, e a descrição/interpretação, no Laboratório de Microscopia Eletrônica – LME do Departamento de Geologia – DEGEO da Universidade Federal do Ceará – UFC. Com o objetivo de minimizar o desperdício e otimizar o uso dos materiais, as partes restantes das amostras foram destinadas à datação. Essa medida visa não apenas a conservação dos recursos, mas também a

ampliação das possibilidades de análise e obtenção de dados cronológicos importantes.

4.2.1.2 Densidade, porosidade e absorção de água

O ensaio de densidade determina a massa de um material em relação ao volume. A porosidade avalia a quantidade de poros (vazios) dentro de um material em relação ao seu volume total, sendo importante para compreender a permeabilidade e a resistência do material. E a absorção refere-se à capacidade de um material absorver líquidos, geralmente água.

Esse ensaio é essencial para identificar a estrutura interna de um material, permitindo a medição dos poros abertos e caracterizando o processo de sinterização, bem como a qualidade da cerâmica produzida. Os procedimentos fornecem informações valiosas quanto à capacidade de absorção de água do material e à sua estrutura porosa, sendo fundamentais para avaliar qualidade e desempenho em diversas aplicações.

O procedimento inicia-se com a secagem do material em estufa, a uma temperatura de $70 \pm 5^\circ\text{C}$, com o intuito de eliminar toda a umidade presente. Após o resfriamento em um dessecador, as amostras são pesadas com uma precisão de 0,01g para a obtenção dos valores de massa seca.

Em seguida, o material é colocado em um recipiente e água destilada, adicionada periodicamente em intervalos pré-definidos até que o material esteja completamente submerso. Enquanto submersas, as amostras são pesadas hidrosticamente, permitindo a obtenção dos valores de massa submersa. Posteriormente, as amostras são retiradas, cuidadosamente secas com um pano úmido, para remover o excesso de umidade, e pesadas novamente, para a obtenção dos valores de massa saturada.

Os ensaios de densidade, porosidade e absorção foram conduzidos no Laboratório de Geotécnica e Prospecção – LAGETEC do DEGEO-UFC, em um total de 13 amostras cerâmicas representativas dos conjuntos Papeba e Tupiguarani. Essas análises foram realizadas para entender as características físicas dessas amostras e sua capacidade de absorver água, fornecendo uma visão importante sobre sua composição e qualidade.

4.2.1.3 Microscopia Eletrônica por Varredura – MEV

A Microscopia Eletrônica por Varredura – MEV é uma técnica que utiliza um feixe de elétrons para criar imagens de alta resolução da superfície de uma amostra. Na MEV, elétrons são acelerados em um campo elétrico para gerar uma imagem ampliada da amostra. Essa técnica permite a produção de imagens tridimensionais de alta resolução, possibilitando uma análise detalhada da topografia, textura, morfologia e composição química da superfície da amostra.

A MEV é capaz de produzir imagens com alta resolução em várias escalas, permitindo a análise de materiais desde o nível atômico até o nível micrométrico. Além da análise da topografia e textura, a MEV também pode ser usada para analisar a composição química da amostra. Isso é feito por meio da análise por espectroscopia de elétrons dispersivos de energia – EDS, a qual mede a energia dos elétrons emitidos pela amostra para determinar sua composição química.

O processo de obtenção de imagens no MEV começa com a preparação da amostra. A amostra deve ser cuidadosamente preparada para a análise, garantindo que a superfície seja plana e uniforme, evitando distorções ou contaminações que possam afetar os resultados. Uma vez preparada, a amostra é colocada na câmara de vácuo do microscópio, onde é bombardeada com elétrons. O feixe de elétrons é direcionado à superfície da amostra, e os elétrons que interagem com a amostra são detectados por um detector de elétrons secundários ou retroespalhados e convertidos em um sinal elétrico, o qual é processado por um computador e transformado em imagem.

Análises detalhadas por MEV foram realizadas no LME, do DEGEO-UFC. Essas investigações focaram nos fragmentos das cerâmicas, especialmente para examinar as superfícies engobadas das peças Tupiguarani, e nas lâminas delgadas preparadas para ambos os conjuntos cerâmicos, com o objetivo de análises de composição da pasta e antiplásticos presentes.

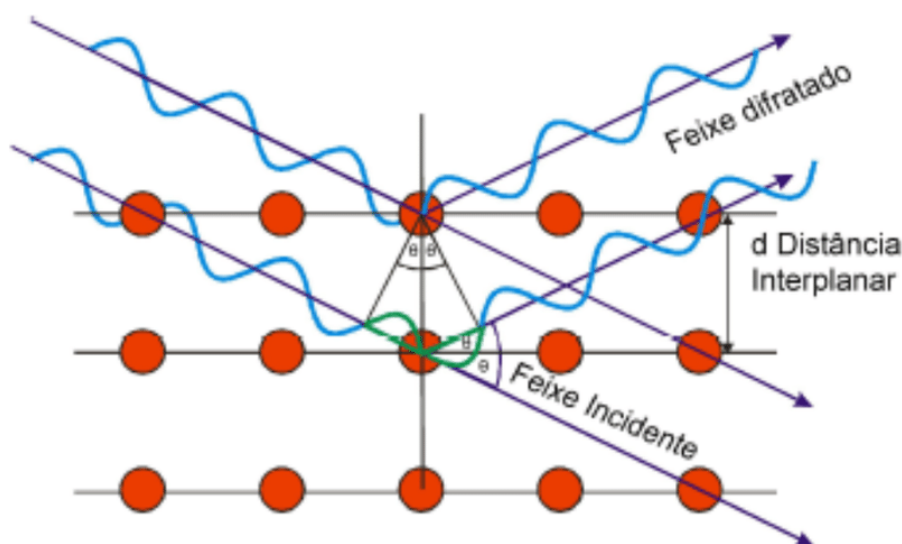
4.2.1.4 Difração de raios-X – DRX

A medição da radiação eletromagnética, um fenômeno ondulatório, é realizada por meio da técnica de Difração de Raios-X – DRX. Quando um feixe de

radiação é direcionada aos elétrons de um átomo, ele os faz oscilar na mesma frequência após a colisão, resultando no fenômeno de difração. A identificação dos padrões de empilhamento pode ser conduzida utilizando a DRX, que se baseia na Difração de Bragg para identificar esses padrões. Ao incidir um feixe de raios-X em um cristal, a interação com os átomos presentes origina o fenômeno de difração.

A Lei de Bragg estabelece a relação entre o ângulo de difração e a distância entre os planos cristalinos que originaram o padrão (Figura 10), podendo ser expressa pela equação $n\lambda = 2d \sin \theta$, na qual n é um número inteiro, λ é o comprimento de onda da radiação, d é a distância entre os planos cristalinos e θ é o ângulo de difração.

Figura 10 – Esquema ilustrativo do fenômeno de difração de raios-X



Fonte: Albers *et al.* (2002).

As distâncias entre os planos cristalinos dos argilominerais são determinadas pelos comprimentos de onda dos raios-X incidentes, que possuem ordens de grandeza padronizadas. Cada argilomineral apresenta uma estruturação distinta, podendo variar pela distância entre esses planos e a sobreposição dos elementos químicos. Essas formações, resultantes das ligações entre esses elementos, correspondem a uma fase expressa pelo difratômetro (Albers *et al.*, 2002).

No padrão difratométrico ou difratograma, registrado como um espectro de intensidade versus o ângulo 2θ (ou d), o feixe difratado é expresso por picos que se destacam da linha de base. Na Difração de Raios-X – DRX, a radiação pode originar diferentes tipos de reações, incluindo o fenômeno da difração, que resulta do

espalhamento coerente dos elétrons presentes na amostra. O fenômeno da interferência é essencial à construção da figura de difração, que ocorre quando várias frentes de onda são espalhadas elasticamente, produzindo ondas com direção, fase e energia definidas em relação à onda incidente (colisão elástica). No entanto, esse fenômeno apenas ocorre quando o comprimento de onda dos raios-X e a periodicidade da rede cristalina têm as mesmas ordens de magnitude (Santo; Munita, 2013).

Cada pico no difratograma representa uma fase distinta que evidencia uma composição mineralógica específica. Os valores no eixo X correspondem à medida em graus do ângulo de difração, enquanto no eixo Y estão as intensidades de cada componente presente na amostra analisada. No Laboratório de Caracterização Mineral, setor de Raios-X e Análises, da Universidade Federal do Pará – UFPA, foram conduzidas 38 análises por DRX, as quais incluíram análises de amostras cerâmicas, abrangendo a pasta, o engobo e os antiplásticos, bem como análises das amostras de argila coletadas em campo. Esse processo permitiu uma caracterização detalhada da composição mineralógica das amostras, fornecendo informações cruciais da estrutura e da composição dos materiais estudados.

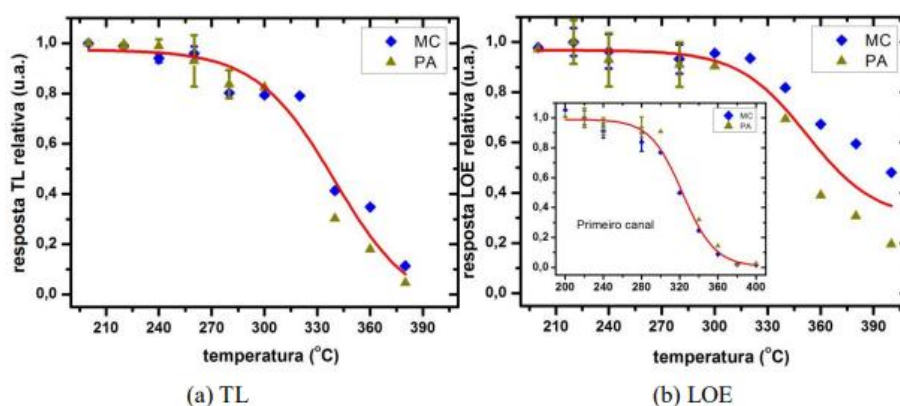
4.2.1.5 Termoluminescência – TL e Luminescência Opticamente Estimulada – LOE

Na datação por Termoluminescência – TL, a amostra cerâmica passa por diversas etapas: inicialmente, a superfície é completamente lixada. Em seguida, ocorre a trituração dos grãos de quartzo muito grandes, separados devido à sua diferente absorção radioativa. Posteriormente, o peneiramento é empregado para separar frações na faixa de 100 a 190 micrômetros. A amostra é então submetida a um tratamento químico utilizando H₂O₂ (20%), HF (20%) e HCL (10%), seguido por lavagens intermediárias com água destilada.

Após a preparação, uma porção da amostra é isolada e sujeita a um tratamento térmico a 500°C para decaimento residual, simulando a queima da cerâmica durante a manufatura. Em seguida, diversas amostras são separadas e irradiadas com doses pré-definidas, as quais devem se aproximar da dose natural acumulada. Finalmente, realiza-se a montagem da curva de calibração (Figura 11), etapa essencial à interpretação precisa dos resultados obtidos nessas técnicas de datação.

O método fornece a idade da elaboração da cerâmica, ou seja, o momento em que a cerâmica é submetida a altas temperaturas, zerando o sinal luminescente do quartzo. Temperaturas altas podem, de fato, “zerar” o sinal luminescente. Em casos em que a cerâmica apresenta queima em baixas temperaturas, o sinal luminescente do quartzo não é completamente zerado, mas pode ser significativamente reduzido.

Figura 11 – Resposta TL (a) e LOE (b) relativas em função da temperatura de pré-aquecimento. Curvas sigmoidais foram ajustadas aos dados



Fonte: Souza (2013).

Para cada conjunto cerâmico analisado, dois fragmentos foram cuidadosamente selecionados para procedimentos de datação, os quais foram encaminhados ao Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência – LEGaL, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – USP.

4.2.2 Procedimentos aplicados às amostras de argilas

Os procedimentos foram conduzidos no Laboratório de Geotécnica e Prospecção, do DEGEO-UFC. Nesse contexto, foram realizados ensaios de granulometria/sedimentação, teor de umidade, densidade real e determinação dos limites de consistência. Adicionalmente, todas as amostras foram submetidas a análises de DRX, seguindo os protocolos delineados no subtítulo anterior.

Os procedimentos de preparação das amostras incluíram secagem natural, destorroamento e separação da fração fina com tamanho inferior a 2mm.

4.2.2.1 Análise Granulométrica por Peneiramento e Sedimentação

A análise granulométrica tem como objetivo identificar as dimensões e proporções das partículas presentes nas amostras de argila. Esse procedimento resulta na obtenção de uma curva granulométrica, que possibilita a classificação textural dos solos e o cálculo de parâmetros importantes, como os coeficientes de uniformidade e curvatura. O método segue as diretrizes estabelecidas pelas normas NBR 7181, NBR 5734 e NBR 6457.

Inicialmente, a amostra foi submetida a um processo de peneiramento inicial, utilizando uma peneira com abertura de 2mm. O material retido nessa peneira foi destinado ao peneiramento grosso, enquanto o material que passou por ela foi encaminhado para procedimentos subsequentes de sedimentação e peneiramento fino. O peneiramento grosso envolveu o uso de um conjunto de peneiras com aberturas de 50mm, 38mm, 25mm, 19, 9,5mm, 4,8mm e 2 mm variadas, e o material retido em cada peneira foi cuidadosamente pesado.

Para o tratamento do material fino, utilizou-se uma amostra de aproximadamente 120g para solos arenosos ou 70g para solos argilosos. A amostra foi misturada a uma solução de defloculante (hexametáfosfato de sódio com concentração de 45,7g do sal para 1000cm³ de solução), de modo que toda a amostra fosse coberta, e foi deixada em repouso por no mínimo 12 horas. Após esse período, a amostra foi agitada por 15 minutos e transferida para uma proveta graduada de 1.000cm³, completada até a marca de referência com água destilada.

Durante a sedimentação, foram realizadas leituras precisas em intervalos de tempo pré-definidos para monitorar a densidade do material em suspensão, passo fundamental para a análise granulométrica. Realizaram-se as leituras do densímetro correspondentes aos tempos de sedimentação de 30 segundos, 1 minuto e 2 minutos. Retirou-se o densímetro lentamente e com cuidado. Realizaram-se leituras subsequentes de 4, 8, 15 e 30 minutos e 1, 2, 4, 8 e 24 horas, anotando a temperatura.

Após a conclusão das leituras de sedimentação, procedeu-se à lavagem do material fino aderente às partículas maiores e à secagem do material em estufa, a temperaturas controladas e peneiramento em malhas de 1,2mm, 0,6mm, 0,42mm, 0,25mm, 0,15mm e 0,075mm de abertura. Esse preparo foi essencial à fase final de peneiramento, a qual visou a classificação final das partículas segundo sua granulometria.

Os dados coletados ao longo do ensaio, quando processados conforme a Lei de Stokes ou o Nomograma de Casagrande, permitiram a determinação precisa do peso da amostra seca e a porcentagem de material retido em diferentes peneiras.

O ensaio para a determinação da granulometria foi conduzido no Laboratório de Geotécnica e Prospecção do DEGEO-UFC, e aplicado a 10 amostras coletadas na área de estudos (Figura 12).

Figura 12 – Realização dos ensaios de granulometria e sedimentação



Fonte: Acervo pessoal da autora.

4.2.2.2 Determinação do Teor de Umidade

O teor de umidade (w) de uma amostra de solo é a relação entre a massa da água (m_w) e a massa da parte sólida (m_s) no mesmo volume, expressa em porcentagem ou calculada pela razão entre pesos. Ao conhecer o teor de umidade, é possível calcular o fator de correção (f_c), multiplicando-o pelo peso da amostra para determinar seu peso seco. A precisão dos teores de umidade deve ser em centésimos, e o fator de correção deve ser em quatro casas decimais, principalmente em ensaios que demandam precisão.

Os passos do Método Estufa incluem medir a massa da cápsula que será empregada, separar e catalogar a amostra de solo, medir a amostra em conjunto com a cápsula, colocar a mistura na estufa pré-aquecida por 24 horas, pesar novamente a amostra com a cápsula e, por fim, realizar os cálculos necessários para determinar o teor de umidade.

Vale ressaltar que o teor de umidade, embora expresso como porcentagem, não tem um limite superior, pois, ao adicionar água a uma amostra seca, o peso das partículas sólidas permanece constante.

O ensaio para a determinação do teor de umidade foi realizado no Laboratório de Geotécnica e Prospecção do DEGEO/UFC, e aplicado a 10 amostras (Figura 13).

Figura 13 – Realização do ensaio para a determinação do teor de umidade



Fonte: Acervo pessoal da autora.

4.2.2.3 Densidade Real dos Grãos

Também realizado no Laboratório de Geotécnica e Prospecção do DEGEO-UFC, o ensaio foi realizado em 8 amostras. A aplicação do ensaio para a determinação da densidade real em solos seguiu os procedimentos sugeridos pela NBR-6508. O objetivo desse ensaio é a determinação da densidade real dos grãos a partir do princípio de Arquimedes, medindo o volume de massa deslocado e comparando-o ao mesmo volume de água destilada.

O método empregado envolve o uso de um picnômetro. Com o auxílio de um funil, acrescenta-se cerca de 10g do solo/sedimento e água destilada suficiente para cobrir a amostra. Realiza-se o aquecimento do picnômetro, deixando-o ferver por cerca de 15 minutos para eliminar todo o ar existente. Após o esfriamento, o volume do picnômetro é completado com água destilada, e realiza-se novamente a pesagem.

Essa densidade é adimensional e numericamente igual ao peso específico das partículas. A variação do peso específico dos sólidos depende dos minerais

presentes e de suas proporções no solo, sendo crucial para caracterizar o solo em relação aos seus índices físicos.

Para cada amostra o procedimento foi realizado por, no mínimo, quatro vezes para a obtenção da média de pelo menos duas determinações (conforme recomendado pela normativa), considerando uma diferença máxima de 0,009 (Figura 14).

Figura 14 – Realização do ensaio de densidade real



Fonte: Acervo pessoal da autora.

4.2.2.4 Determinação dos Limites de Consistência (LL e LP)

O ensaio para determinação do Limite de Liquidez – LL teve como objetivo identificar o ponto de transição entre os estados líquido e plástico do solo. O LL foi definido como o teor de umidade no qual as bordas de uma canelura, formada em uma massa de solo no Aparelho de Casagrande após 25 golpes, se uniam. O procedimento utilizou 70g de solo passado na peneira 40 (0,425mm), misturado com água destilada, moldado na concha do aparelho e golpeado para registrar o número de golpes necessário para unir as bordas da ranhura. O gráfico, com teores de umidade e número de golpes, identificou o Limite de Liquidez no ponto de 25 golpes. Caso não fosse possível abrir ou fechar a ranhura com mais de 25 golpes, a amostra era considerada sem Limite de Liquidez – NL. O resultado é expresso em porcentagem de umidade, delimitando o comportamento plástico e líquido do solo. Normas como NBR 6457 e NBR 6459 da ABNT e DNER – ME 122/94 foram seguidas.

O ensaio de Limite de Plasticidade – LP objetivou identificar o ponto de transição entre os estados plástico e semi-plástico do solo. O LP foi o menor teor de umidade no qual foi possível moldar um cilindro de 3mm de diâmetro ao rolar o solo com a palma da mão, expresso em porcentagem. O procedimento utilizou 50g de material passado na peneira 40 (0,425mm). A amostra foi misturada com água destilada até obter uma massa plástica uniforme. Com essa massa, formou-se um cilindro que foi rolado sobre uma placa de vidro esmerilhado, aplicando pressão suficiente para moldar um cilindro de 3mm de diâmetro e 10cm de comprimento (gabarito). O cilindro foi quebrado e vários pedaços foram transferidos para a determinação da umidade em estufa.

O processo foi repetido para obter, no mínimo, 3 valores de umidade. Os cálculos visaram garantir que cada valor obtido não diferisse em mais de 5% da média aritmética dos resultados. Normas como NBR 6457 e NBR 7180 da ABNT e DNER – ME 082/94 foram seguidas.

Os limites de consistência foram determinados por meio dos ensaios de plasticidade e liquidez, ambos conduzidos no Laboratório de Geotécnica e Prospecção do DEGEO-UFC, aplicados a 5 amostras de argila (Figura 15).

Figura 15 – Realização dos ensaios de limite de plasticidade



Fonte: Autoria própria (2023).

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização da cerâmica Papeba

Nas análises macroscópicas da cerâmica Papeba foram identificados fragmentos contendo antiplásticos com tamanhos variando, com média entre 0,5mm e 2mm, predominantemente angulosos ou subangulosos, compostos por grãos de quartzo, feldspato e, com menor frequência, hematita. Esses elementos aparecem de forma relativamente bem distribuída em todo o material, caracterizando os tipos de pasta média e grossa. A queima fora predominantemente oxidada. O alisamento predomina nas superfícies internas e externas dos fragmentos, embora alguns apresentem sinais de erosão. Considerando a dinâmica dos processos pós-deposicionais e a fragmentação do material, não se pode descartar a possibilidade de que as peças tenham recebido outros tipos de tratamento de superfície (ex.: polimento). Apenas dois fragmentos exibem marcas perceptíveis de alisamento (Figura 16).

Figura 16 – Conjunto cerâmico estudado – Papeba



Fonte: Coleção do LARSE, em registro da autora.

De acordo com a NBR 13818, os índices de densidade cerâmica variam entre 1,8g/cm³ e 2,5g/cm³. A análise de densidade, porosidade e absorção de água realizada nos fragmentos cerâmicos da cerâmica Papeba revela um valor de

densidade de $1,96\text{g/cm}^3$ (ou $1962,63\text{kg/m}^3$), que pode ser classificado como médio (Tabela 1). Esse valor possivelmente está associado à significativa presença de quartzo, feldspato e, especialmente, de minerais pesados, como a hematita.

Segundo a NBR 6480, os valores de absorção de água são classificados da seguinte forma: absorção baixa para valores inferiores a 3%, absorção média para valores entre 3% e 6% e absorção alta para valores acima de 6%. A cerâmica Papeba apresenta uma porosidade de 8,21% e uma absorção de água de 4,29%.

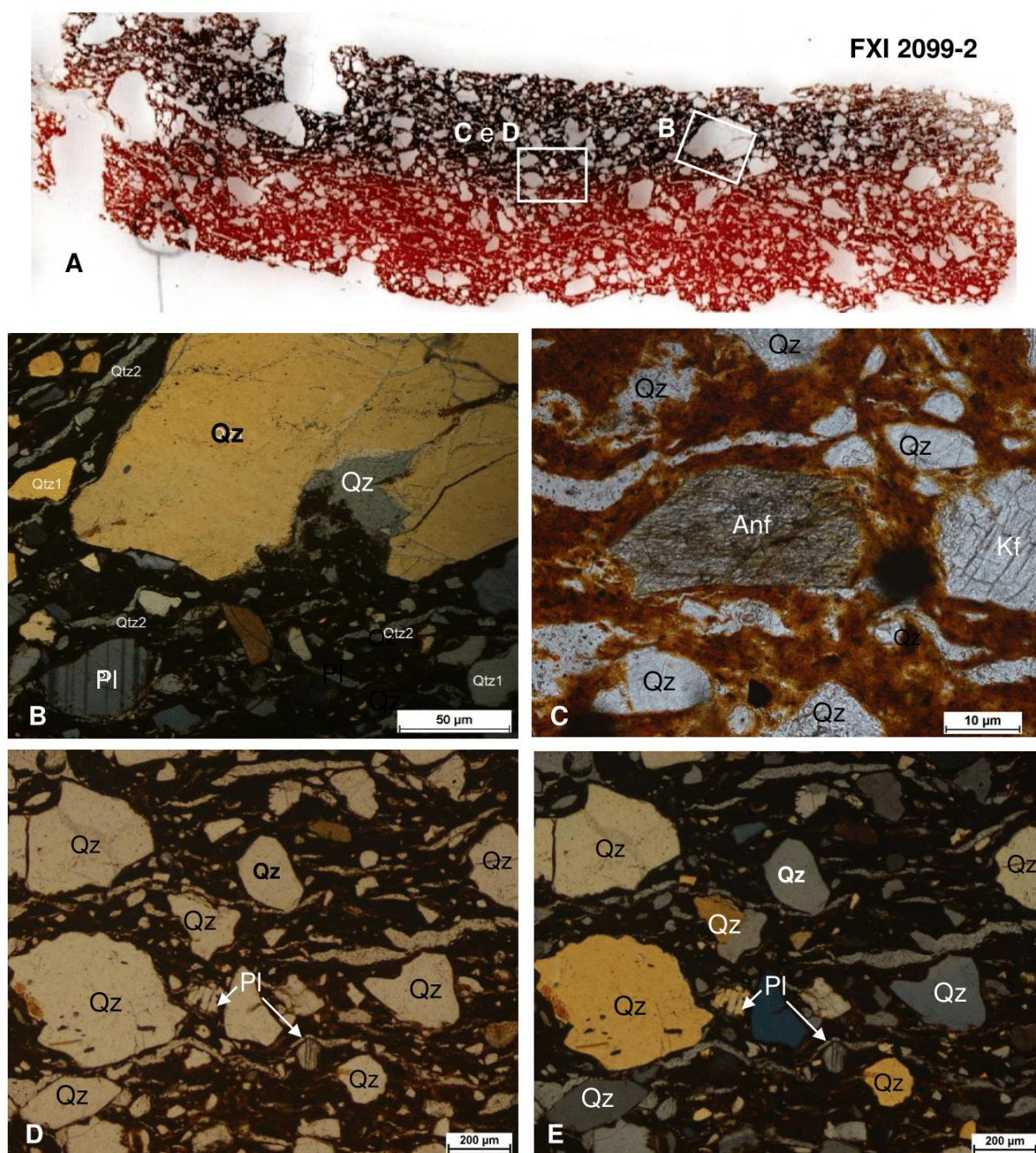
Tabela 1 – Determinação da densidade aparente, porosidade e absorção de água para as amostras Papeba

LAGETEC – DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE, POROSIDADE E ABSORÇÃO D'ÁGUA EM MINÉRIOS DE FERRO						
ID. AMOSTRAS	MASSA SECA (g)	MASSA SAT (g)	MASSA SUB (g)	DENSIDADE APARENTE (kg/m^3)	POROSIDADE (%)	ABSORÇÃO (%)
MDIV-2728	22,667	22,752	11,224	1966,26	0,74	0,37
1991-2	17,209	17,345	9,674	2243,38	1,77	0,79
1674-1	23,688	25,631	12,085	1748,71	14,34	8,20
2135	30,784	32,527	17,029	1986,32	11,25	5,66
1832	21,904	22,208	10,223	1827,62	2,54	1,39
MDI-3466-5	8,595	9,395	5,105	2003,50	18,65	9,31
			Média	1962,63	8,21	4,29
			Desvio Padrão	170,33	7,55	3,96
			Cof. De Variação	8,68	0,92	0,92

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir da análise das lâminas petrográficas dos fragmentos cerâmicos (Figura 17 e 18), foram identificados quartzo, feldspato, anfibólio e fragmentos de rocha contendo quartzo, feldspato e, por vezes, micas, provavelmente relacionados a granitos ou a porções pegmatóides.

Figura 18 – A: Seção delgada do fragmento cerâmico FXI_2099-2, ilustrando os locais relacionados às fotomicrografias B, C, D e E. Em B: grãos de quartzo (Qz) e plagioclásio (Pl) de tamanhos e formas variadas junto à matriz argilosa avermelhada; C: cristal de anfibólio (Anf) e de feldspato potássico (Kf) ao lado de grãos menores de quartzo (Qz); D e E: grãos de quartzo (Qz) e plagioclásio (Pl) de tamanhos e formas variadas junto a lentes e níveis descontínuos silicosos. Em todas as seções desta lâmina gerada a partir de corte transversal ao fragmento cerâmico são observadas feições lenticulares que sugerem fluxo em estado de maior plasticidade compostas por uma fase silicosa (Qtz2); C e D: fotomicrografias tomadas com luz transmitida e nicóis paralelos; fotomicrografias B e E: luz transmitida com nicóis paralelos



Fonte: Autoria própria (2024).

A angulosidade acentuada da maioria dos grãos de quartzo e feldspato e a presença de anfibólio pouco alterados sugerem a proximidade entre a rocha matriz e a fonte de matéria-prima empregada, como argilominerais ou antiplástico na cerâmica. Ao microscópio, os cristais de feldspato encontram-se com superfícies límpidas ou com alteração sericítica incipiente, com maclas, clivagens e bordas sem evidências de argilização. Os cristais de anfibólio, embora em menor tamanho que os de feldspato, também não apresentam alteração intempérica visível. Além desses minerais, foram identificados macroscopicamente cristais de hematita junto aos fragmentos cerâmicos.

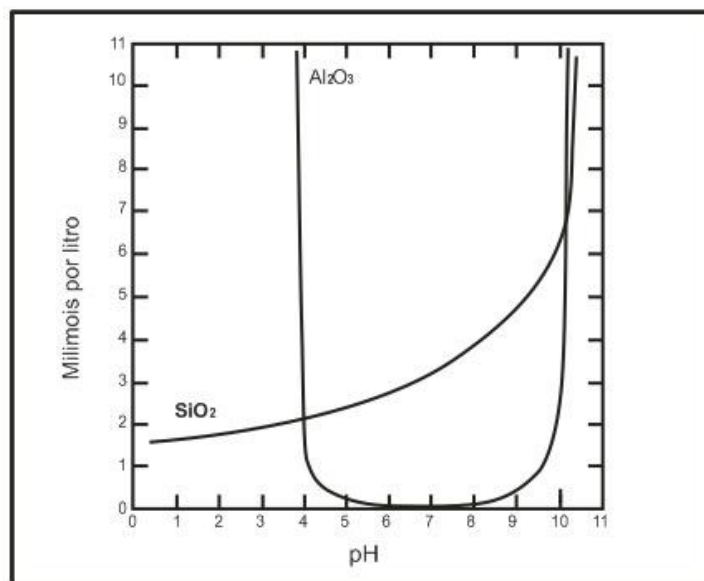
Alguns setores da lâmina mostram textura que sugere fluidez, possivelmente indicando o preenchimento de espaços a partir de neoformação de minerais, com feições indicativas de alta plasticidade. Quartzo fitado ou lenticular sugere formação durante processos de queima.

As bordas silicosas contendo teores variados de K, Na ou Ca envolvendo cristais de feldspato sugerem que o formato arredondado de alguns grãos pode ser o resultado da dissolução nas bordas dos cristais. Durante a queima, a presença de elementos alcalinos (K, Na e Ca) pode auxiliar na diminuição do ponto de fusão e no aumento da alcalinidade dos líquidos na pasta cerâmica. Isso facilita a dissolução da sílica, que então preenche os espaços vazios na matriz ou entre a matriz e os grãos.

Esses elementos alcalinos têm o efeito de reduzir o ponto de fusão e recristalização dos minerais, aumentando a alcalinidade e tornando mais eficiente a dissolução da sílica e de outros componentes. Isso permite que os espaços entre os grãos sejam preenchidos, melhorando a coesão da estrutura cerâmica e contribuindo para a formação de uma matriz cerâmica mais densa e integrada.

A influência no aumento da alcalinidade na mobilidade da sílica e do alumínio pode ser observada no diagrama adaptado de Mason (1966) (Figura 19). No contexto cerâmico, isso significa que os alcalinos podem ajudar a regular o comportamento dos componentes da pasta cerâmica.

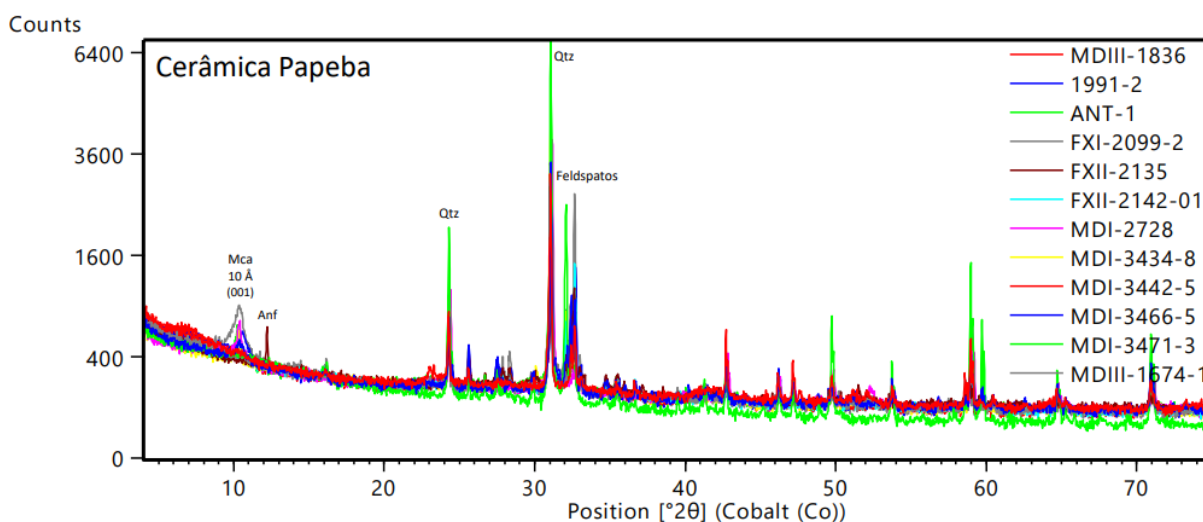
Figura 19 – Solubilidade da sílica e alumina em função do pH



Fonte: Adaptado de MASON (1966).

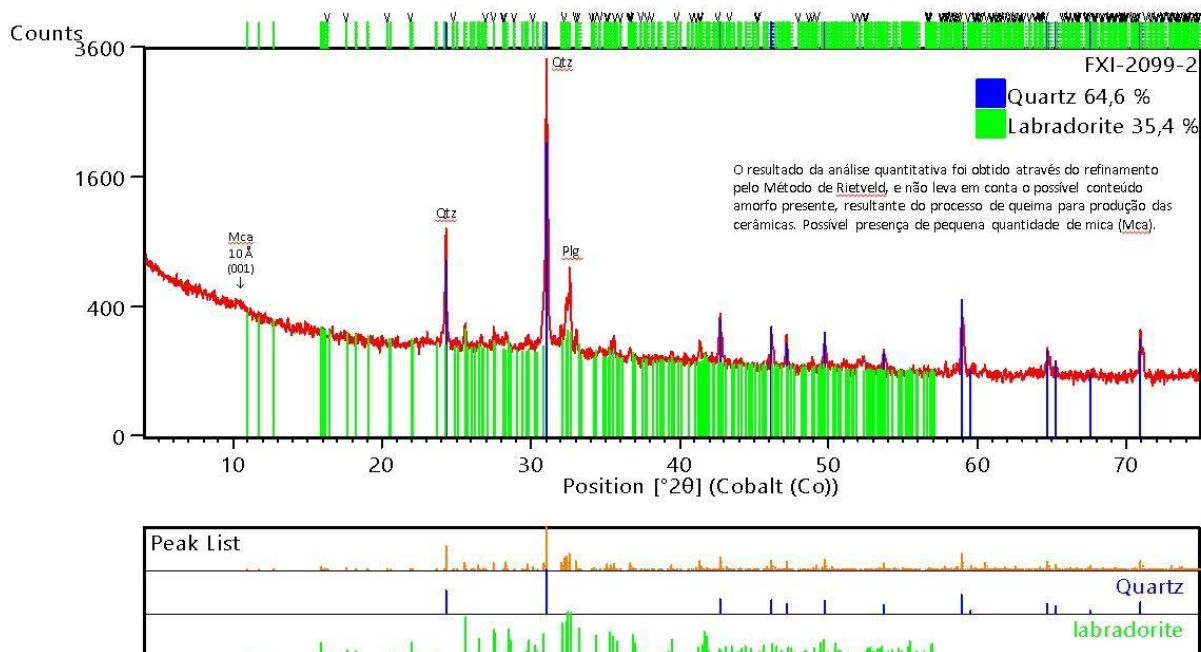
Os resultados obtidos por meio da Difração de Raios-X – DRX realizado a partir do pó coletado de porções dos fragmentos cerâmicos apontam a presença significativa de minerais primários como característica predominante desse grupo. Estes incluem, em maior quantidade os plagioclásios, k-feldspatos e mica, com uma menor presença de anfibólio (Figura 20). A análise dos picos sugere um perfil de “alta cristalinidade” para a maioria das fases, indicando, em princípio, uma baixa intemperização, que sugere a ocorrência de traços de caulinita, e ainda permitiu a identificação da laboradorita (Figura 21) e de piroxênios, e de enstatita em pequenas proporções (Figura 22).

Figura 20 – Resultados DRX – Cerâmica Papeba



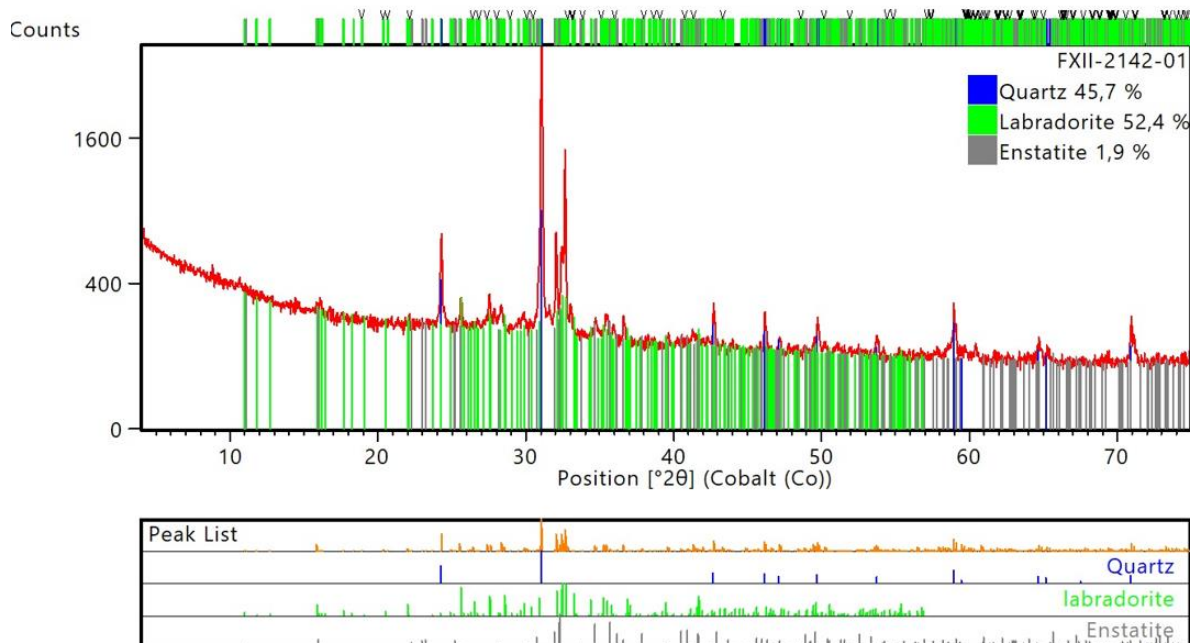
Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 21 – DRX – Identificação de Labradorita



Fonte: Autoria própria (2023).

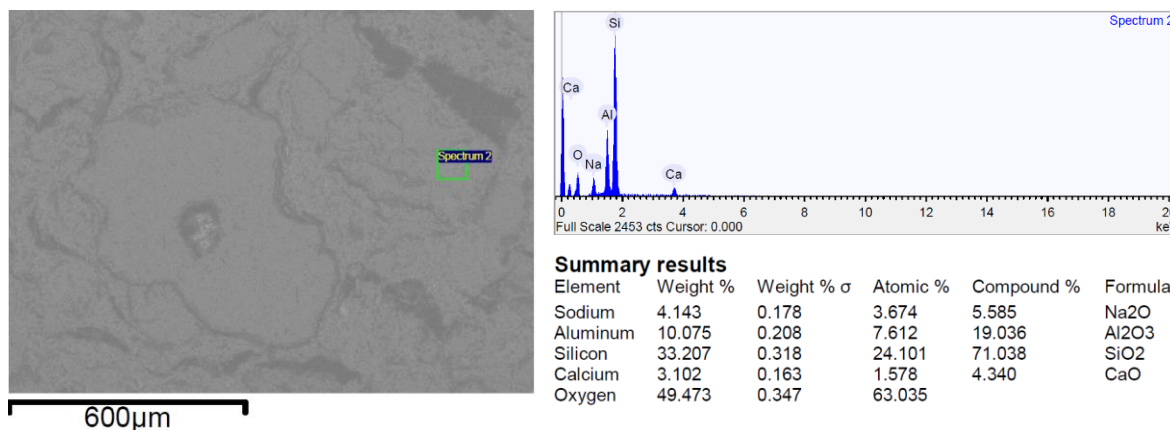
Figura 22 – DRX – Identificação de piroxênios



Fonte: Autoria própria (2023).

Tanto as análises dos grãos de feldspatos utilizando DRX (Figuras 20 e 21) quanto a espectroscopia de elétrons dispersivos de energia – EDS acoplado ao Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV (Figuras 23 a 27) permitiram identificar, na cerâmica Papeba, a existência de pelo menos dois grupos desse mineral: plagioclásios e feldspatos potássicos ou alcalinos. Em relação ao plagioclásio, as proporções similares de sódio e potássio sugerem que correspondam a membros intermediários representados por andesina e labradorita (Figura 23), enquanto a sílica está associada principalmente ao quartzo e ao feldspato, e o alumínio aos feldspatos, às micas e às argilas. Os teores aproximadamente iguais de CaO e Na₂O sugerem tratar-se do membro intermediário do Plagioclásio de composição Andesina-Labradorita.

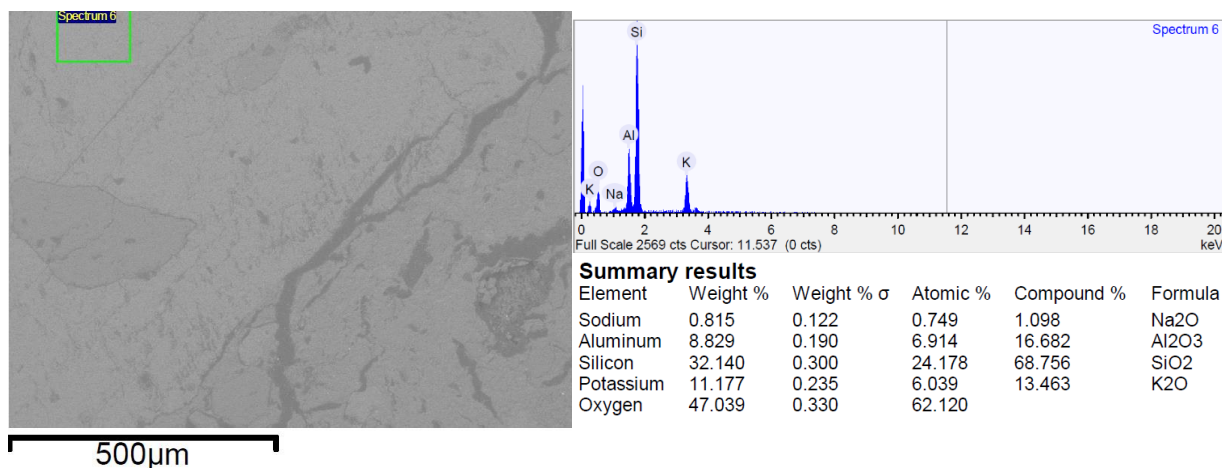
Figura 23 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de setores de cristais de feldspatos plagioclásios na peça 2142



Fonte: Autoria própria (2024).

Outros grãos de feldspato encontrados frequentemente nas amostras, em tamanhos maiores, apresentam teores altos de óxido de potássio (K₂O), e menores de sódio (Na₂O), sugerindo tratar-se de feldspatos alcalinos (K-feldspato), e os teores altos de K₂O (13%) sugerem tratar-se do K-Feldspato (Figura 24).

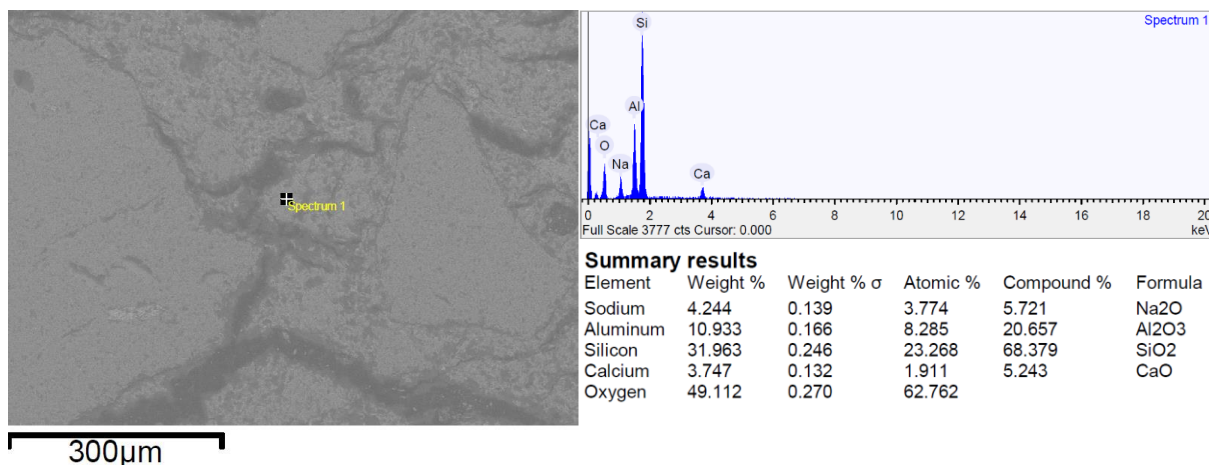
Figura 24 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de setores de cristais de feldspatos plagioclásios na peça 2142



Fonte: Autoria própria (2024).

Na peça 2099 também foram identificados plagioclásios com teores muito próximos de CaO e Na₂O, sugerindo tratar-se do membro intermediário do plagioclásio, sendo provavelmente Andesina-Labradorita (Figura 25).

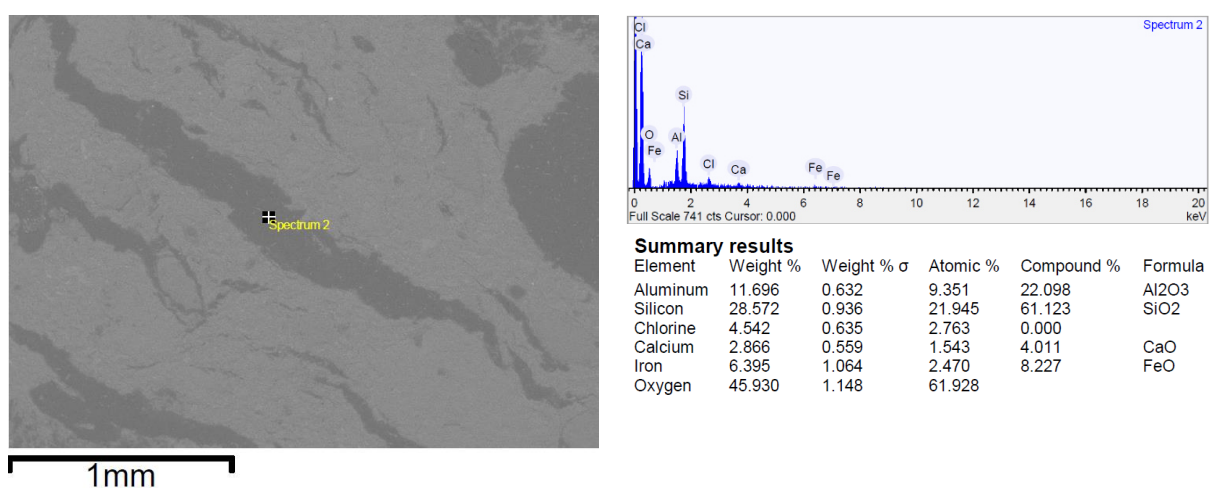
Figura 25 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de setores de cristais de feldspatos plagioclásios na peça 2099



Fonte: A autoria própria (2024).

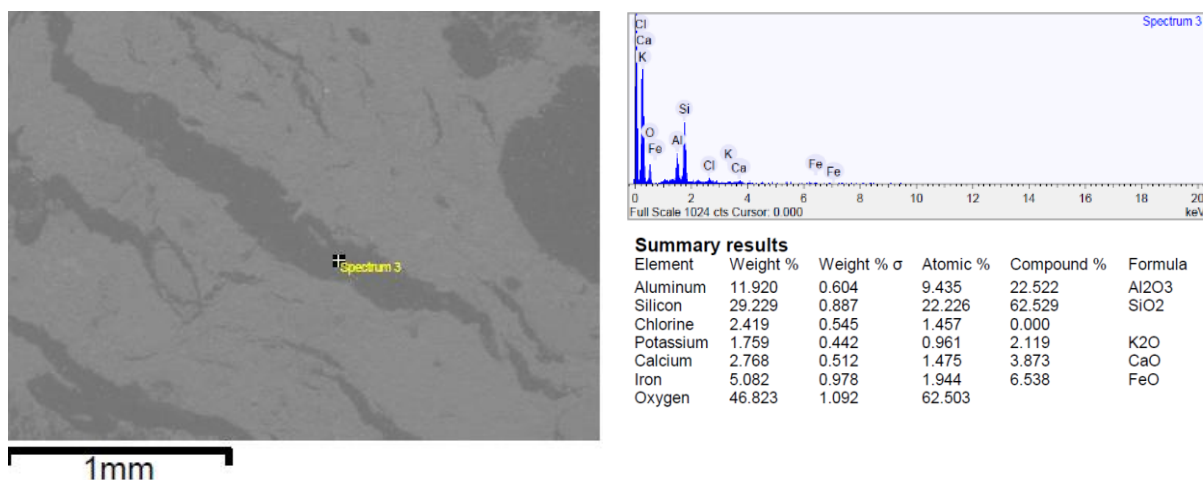
As bordas silicosas que envolvem os grãos de plagioclásio comumente apresentam altos teores de óxido de cálcio e menores de óxido de potássio. Já as bordas silicosas que envolvem grãos de feldspato potássico mostram maiores teores de óxido de potássio e a presença de ferro. Outras lentes silicosas presentes na matriz argilosa apresentam teores variados de cálcio, potássio, alumínio, silício e ferro (Figura 26 e 27).

Figura 26 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de lentes silicosas na matriz da peça 2099, apresentando teores variados de alumínio, silício, potássio, cálcio e ferro



Fonte: A autoria própria (2024).

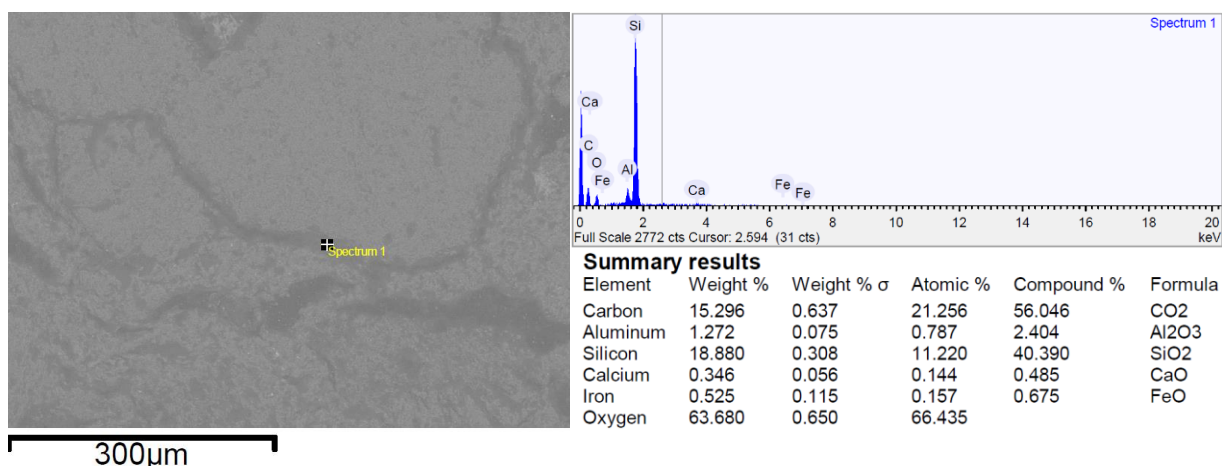
Figura 27 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química de lentes silicosas na matriz da peça 2099, apresentando teores variados de alumínio, silício, potássio, cálcio e ferro



Fonte: Autoria própria (2024).

Análises realizadas em alguns níveis silicosos presentes na matriz e nas bordas que revestem grãos de quartzo e plagioclásio apresentaram teores elevados de CO₂, o que pode estar relacionado à incorporação de matéria orgânica durante a preparação do argilomineral ou do antiplástico naturalmente presente nas amostras (Figura 28).

Figura 28 – Imagens obtidas com microscópio eletrônico, espectro e respectiva análise química pontual de lentes silicosas na borda de grão de quartzo da peça 2099. Observar teores elevados de CO₂ e SiO₂, e baixos de Al₂O₃ (2,4%), CaO (0,48)% e FeO (0,67%)



Fonte: Autoria própria (2024).

5.2 Caracterização da cerâmica Tupiguarani

A partir das descrições macroscópicas, a cerâmica Tupiguarani apresentou fragmentos com antiplásticos predominantemente compostos por grãos de quartzo, inferiores a 1mm. Devido às pequenas dimensões, não foi possível identificar o grau de esfericidade e arredondamento desses grãos, que ocorrem em baixa frequência, porém bem distribuídos pela pasta. Não foram encontrados cacos moídos, mas em 82% dos fragmentos analisados observou-se a presença de pequenas bolas de argila com coloração distinta da matriz, variando entre amarelada, avermelhada ou enegrecida, cuja intencionalidade não pode ser atestada. A queima é majoritariamente mista, com porções reduzidas e outras oxidadas. Nas superfícies internas, é comum a presença de engobo branco, enquanto as externas se apresentam erodidas em alguns fragmentos. Não foram identificados vestígios de pintura.

Figura 29 – Conjunto cerâmico estudado – Tupiguarani



Fonte: peças do acervo do LARSE, em registro da autora.

Ao contrário do que foi observado na cerâmica Papeba, a análise de densidade, porosidade e absorção de água realizada nos fragmentos cerâmicos destaca que a cerâmica Tupiguarani demonstra índices inferiores de densidade, e elevados de porosidade e absorção.

Uma vez que a NBR 13818:2016 aponta os valores médios para cerâmicas entre $1,8\text{g/cm}^3$ e $2,5\text{g/cm}^3$, pode-se considerar que o valor de $1,68\text{g/cm}^3$ (ou

1681,49kg/m³) pode ser classificado como de baixa densidade. Os valores de porosidade e absorção de água, 18,59% e 11,74%, respectivamente, estão significativamente acima dos limites sugeridos pela NBR 6480, indicando uma alta capacidade de absorção (Tabela 2).

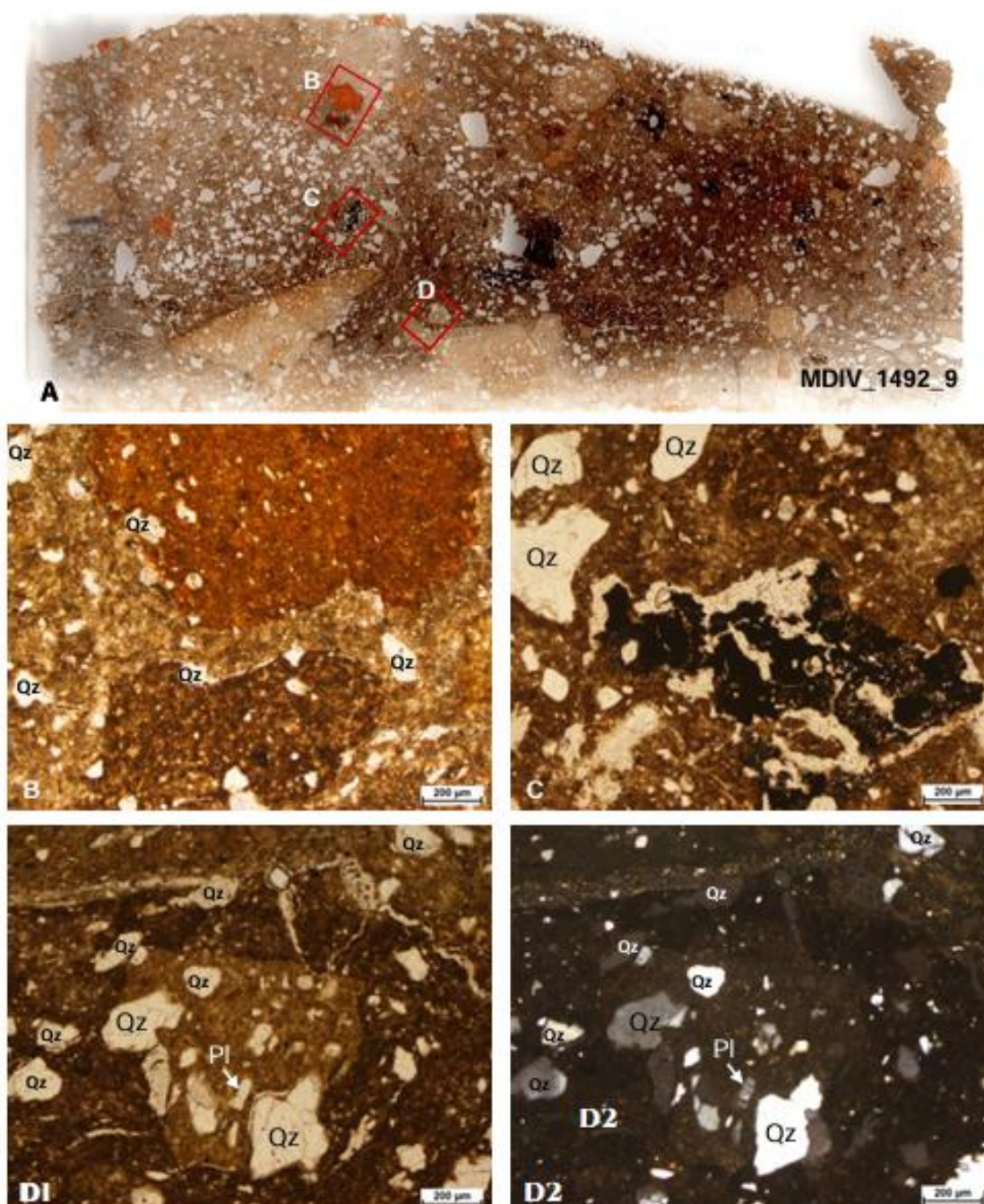
Tabela 2 – Determinação da densidade aparente, porosidade e absorção de água para as amostras Papeba

LAGETEC – DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE, POROSIDADE E ABSORÇÃO D'ÁGUA EM MINÉRIOS DE FERRO						
ID. AMOSTRAS	MASSA SECA (g)	MASSA SAT (g)	MASSA SUB (g)	DENSIDADE APARENTE (kg/m ³)	POROSIDADE (%)	ABSORÇÃO (%)
MDIV-2666	54,967	61,199	28,197	1665,57	18,88	11,34
1810/1841	32,221	32,406	16,212	1989,69	1,14	0,57
2166-1	102,852	107,644	53,581	1902,45	8,86	4,66
MDIII-1621-1	91,716	108,415	47,902	1515,64	27,60	18,21
MDIII-1626	175,737	204,868	92,247	1560,43	25,87	16,58
MDIII-1623	46,961	55,955	24,542	1494,95	28,63	19,15
S/N	23,041	25,729	11,694	1641,68	19,15	11,67
			Média	1681,49	18,59	11,74
			Desvio Padrão	192,62	10,28	7,01
			Coef. De Variação	11,46	0,55	0,60

Fonte: Autoria própria (2024).

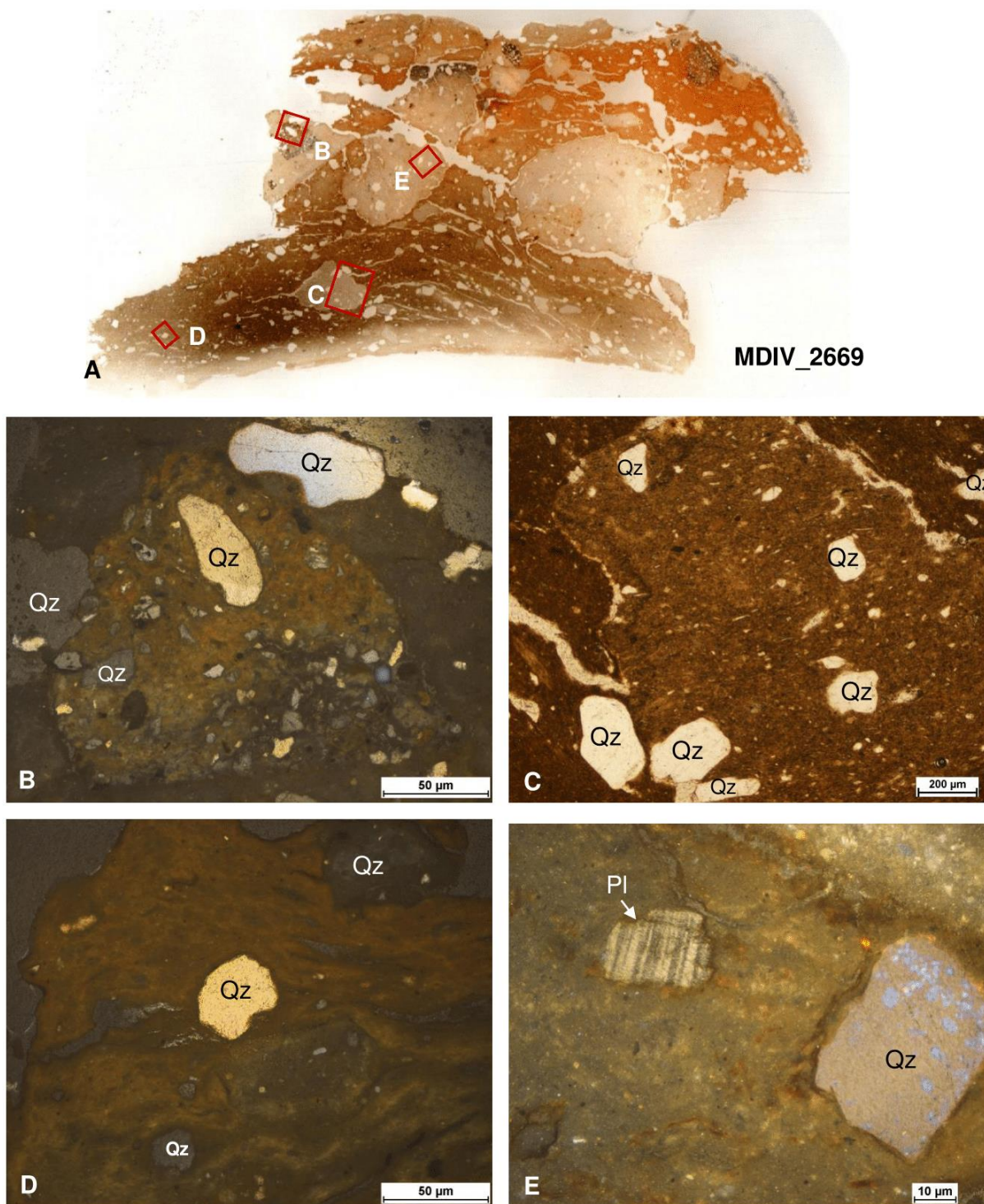
As lâminas de cerâmica Tupiguarani exibem uma matriz fina, caracterizada por grãos arredondados e esféricos tanto na matriz quanto nos grânulos de argila. A composição mineral inclui quartzo, feldspato e, ocasionalmente, mica, embora estes apareçam com baixa frequência. Há uma predominância notável da matriz argilosa, com quartzo e feldspato presentes em quantidades reduzidas (Figuras 30 e 31).

Figura 30 – A: Seção delgada ilustrando os locais relacionados às fotomicrografias B, C e D. B: Detalhe da pasta, grãos de quartzo (Qz) e bolas de argila vermelha e preta. C: Bola de argila preta com provável presença de matéria orgânica e grãos de quartzo (Qz), com bordas subarredondadas a arredondadas. D: Bola de argila ocre-amarelada contendo grãos de quartzo (Qz) e cristal de plagioclásio (Pl). Fotomicrografias D1 e D2: luz transmitida nicóis paralelos, e com luz transmitida nicóis cruzados, respectivamente



Fonte: Autoria própria (2024).

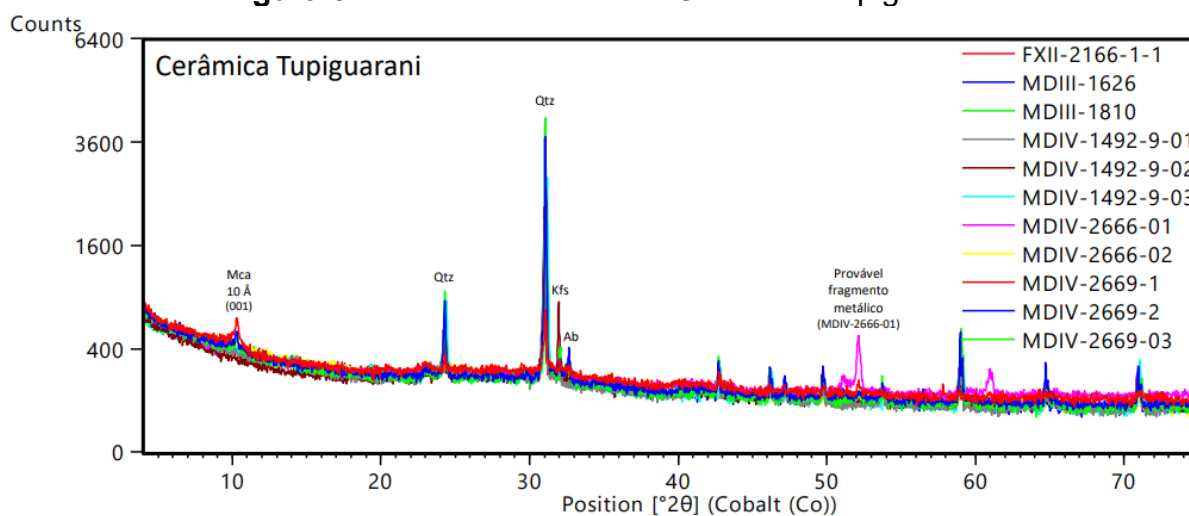
Figura 31 – A: Seção delgada, ilustrando os locais relacionados as fotomicrografias B, C, D e E. Em B, C e D: detalhe das bolas de argila ocre-amareladas a vermelho-amarronadas contendo inúmeros grãos de quartzo (Qz) de tamanhos variados e bordas predominantemente sub-arredondadas a arredondadas. Em E, cristais de plagioclásio (Pl) e quartzo sub-anguloso no interior de bola de argila ocre-amarelada. Fotomicrografias em microscópio petrográfico com luz transmitida e nicóis paralelos



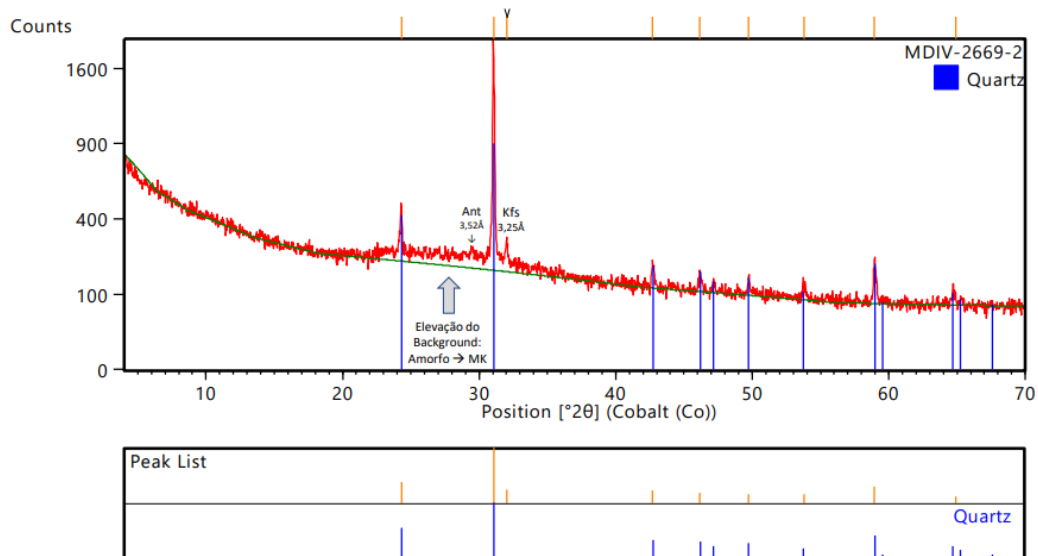
Fonte: Autoria própria (2024).

Os indícios de recristalização sugerem uma associação com as agregações de argila. A solubilização do quartzo e feldspato, quando comparada, manifesta-se de forma mais sutil e com menor recorrência na cerâmica Tupiguarani do que na Papeba. As feições de fluxo que sugerem processos de neoformação do quartzo podem estar associadas às bolas de argila. De forma geral, trata-se desses agregados de argila de dimensões variadas, com os menores situando-se entre 300 μ m e 400 μ m e os maiores atingindo uma média de 0,5mm. Observa-se um gradiente de coloração nas agregações de argila, desde tonalidades mais amareladas, similares à cor da matriz cerâmica, até cores mais avermelhadas e enegrecidas. As agregações avermelhadas são mais frequentes, seguidas pelas amareladas e, por fim, pelas enegrecidas, em ordem decrescente de ocorrência.

Em relação aos resultados obtidos por DRX, algumas amostras revelam a presença de pequenos picos de caulinita, os quais estão sendo interpretados como metacaulim (MK), um material amorfo. A maioria das amostras exhibe os principais picos característicos de minerais acessórios comuns em argilas, tais como feldspato potássico (K-feldspato, Kfs), anatásio (Ant) e mica (Mca), presentes em pequenas quantidades e em proporções variáveis (Figura 32). As amostras são predominantemente caracterizadas pela presença de quartzo, acompanhado por uma elevação perceptível do fundo do espectro de raios-X, que sugere a presença de material amorfo (Figura 33). Esses resultados indicam que o metacaulim é produto da calcinação de argila originalmente rica em caulinita, cuja estrutura foi desestabilizada durante o processo de queima (vale destacar que a temperatura teórica de desidroxilação da caulinita é de aproximadamente 550°C).

Figura 32 – Resultados DRX – Cerâmica Tupiguarani

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 33 – Difratoograma com destaque para a elevação do background característico de material amorfo

Fonte: Autoria própria (2023).

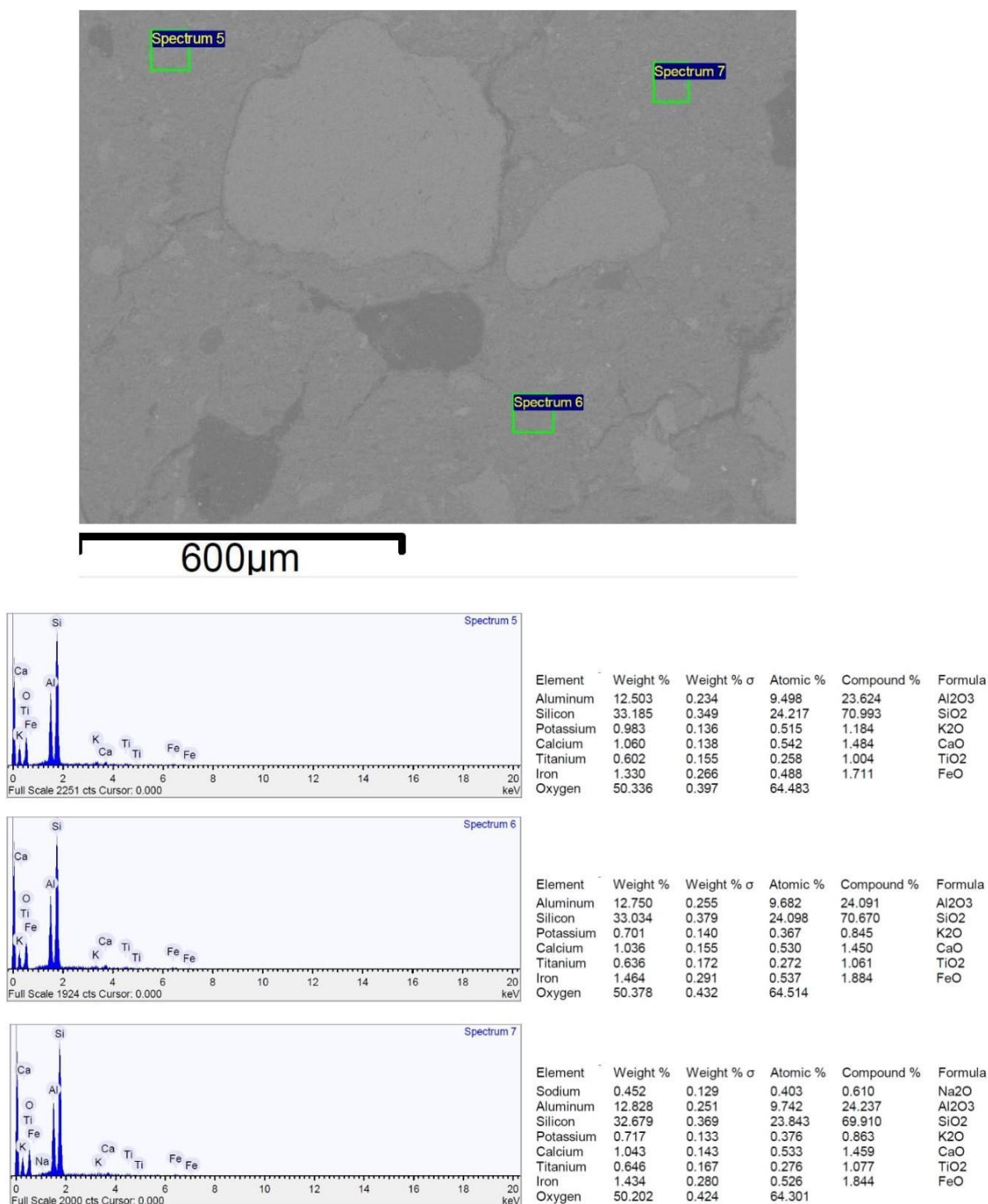
As análises por MEV destacam variações nos teores de alumínio e cálcio, mas sem grandes alterações na quantidade de sílica, sugerindo que os argilominerais têm origens associadas a litologias distintas como caulinita ou montmorillonita. O ferro é um elemento comum nas argilas, devido à sua alta mobilidade e à formação de minerais estáveis em condições superficiais (Figuras 34 e 35).

A presença de zinco em alguns minerais pode estar associada ao granito, embora também possa estar relacionada ao uso de defensivos agrícolas na região. O

ferro, por sua vez, pode ter origem no granito, especialmente se este contiver biotita ou outros minerais opacos, como magnetita e ilmenita.

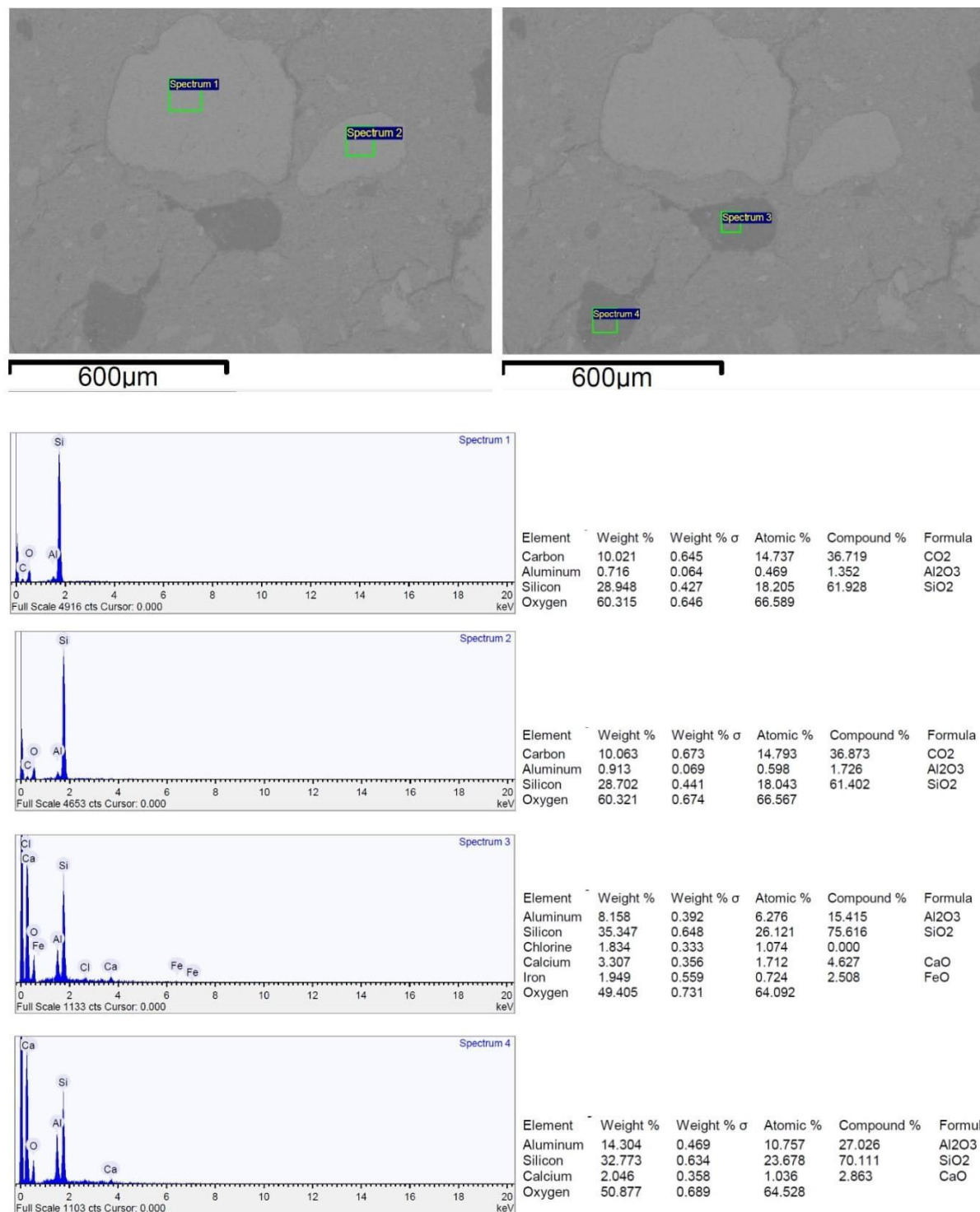
As análises também mostram variações nos teores de sílica e alumínio. O cálcio, identificado em algumas amostras, pode estar relacionado tanto ao embasamento rochoso como à proximidade do ambiente litorâneo, ou ainda a atividades antropogênicas na área. As fontes de argilominerais podem estar relacionados a rochas básicas, embora o granito, por si só, seja inadequado à formação de argilominerais. Os teores aproximadamente iguais de CaO e Na₂O sugerem tratar-se do membro intermediário do plagioclásio de composição Andesina-Labradorita.

Figura 34 – Imagem obtida com Microscópio Eletrônico de Varredura com indicação das áreas analisadas na matriz da cerâmica Tupi (Amostra MDVI_1492_9). B – Espectros e resultados das microanálises químicas obtidas por espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS). Tempo de aquisição: 30 s, Voltagem de aceleração 15 kV, Método de quantificação: Estequiometria (normalizado). Elemento combinado: Oxigênio. Número de ânions: 8,0.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 35 – Imagem obtida com Microscópio Eletrônico de Varredura com indicação das áreas analisadas nas bolas de argila presentes na cerâmica Tupi (Amostra MDVI_1492_9). B - Espectros e resultados das microanálises químicas obtidas por espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS). Tempo de aquisição: 30 s, Voltagem de aceleração 15 kV, Método de quantificação: Estequiometria (normalizado). Elemento combinado: Oxigênio. Número de ânions: 8,0.

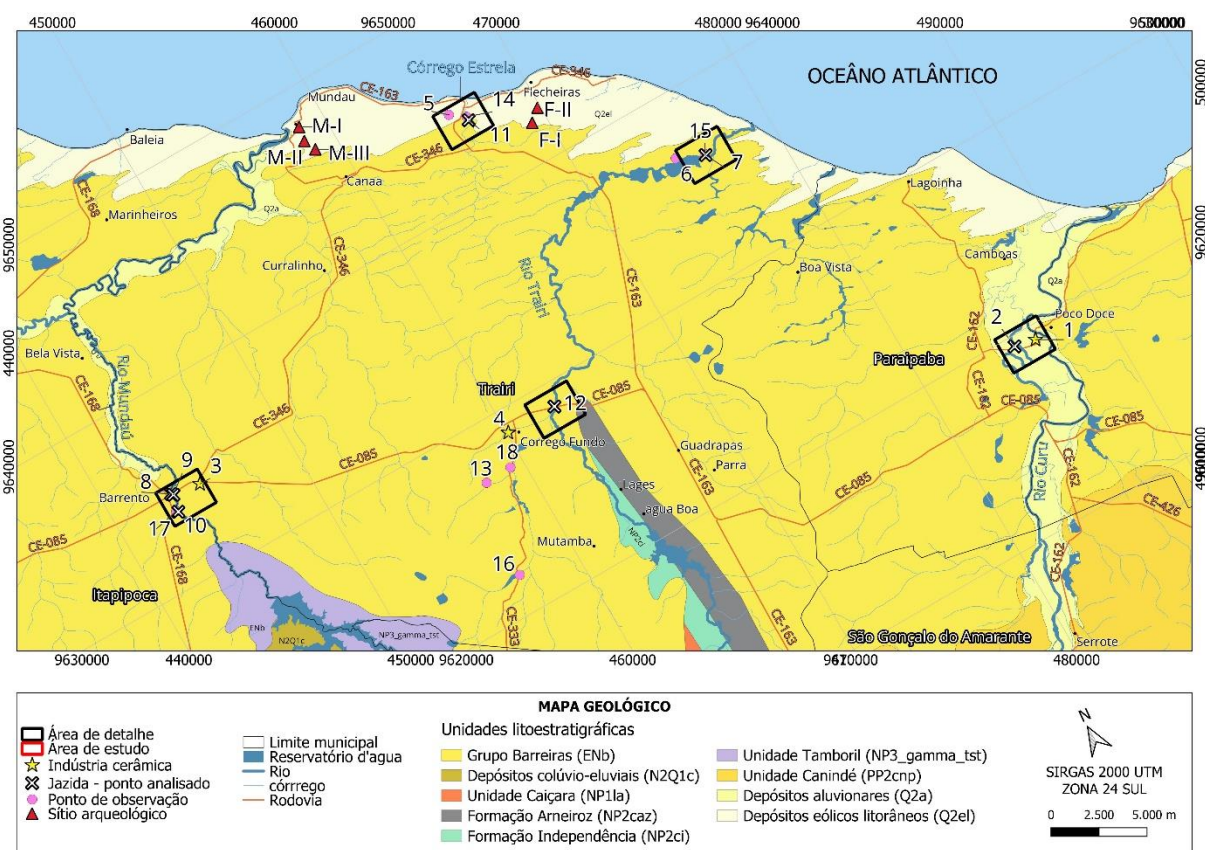


Fonte: Autoria própria (2024).

5.3 Caracterização das possíveis fontes de argila

Foram conduzidas duas etapas de campo com o objetivo de gerar amostragens em pontos estratégicos, selecionados com base nas principais redes de drenagem presentes na área e nas informações obtidas por meio de diálogos com a comunidade local. Desse modo, foi possível abranger a área de pesquisa e selecionar os pontos de melhor seleção dos sedimentos argilosos. O mapa a seguir apresenta a localização dos sítios onde foram encontrados os materiais analisados e caracterizados anteriormente, os pontos de coleta de amostras de argila e os demais pontos observados (Figura 36) na área, considerados relevantes para as discussões apresentadas mais adiante.

Figura 36 – Mapa geológico, com localização dos sítios arqueológicos, pontos amostrados e pontos observados



Fonte: Elaborado por Jefferson Lima (2024).

O primeiro aspecto a ser destacado é que, em alguns dos pontos observados, o embasamento cristalino está localizado mais próximo do litoral do que indicado nos mapas geológicos consultados. Esses afloramentos consistem em

rochas metamórficas bandadas, representadas por gnaisses com bandas claras, predominantes em quartzo e feldspato, e bandas escuras contendo micas e anfibólios. Também foram identificadas porções pegmatóides, nas quais ocorrem cristais maiores de feldspato, quartzo e micas de composição granítica (Figura 37).

Figura 37 – Gnaisses com aspecto bandado no distrito de Córrego Fundo, município de Trairi



Fonte: Autoria própria (2022).

Esses afloramentos foram encontrados em vários locais, principalmente no leito dos rios visitados, próximos às áreas de acumulação de argila. Geralmente, essas rochas se encontram em avançado estado de meteorização nos cursos d'água da região, evidenciando a ação fluvial sobre elas e o fornecimento de materiais constituintes dos depósitos aluviais e das planícies de inundação adjacentes.

No leito e nas margens do **Rio Mundaú**, afloram rochas gnáissicas intensamente alteradas, ainda reconhecíveis pela preservação parcial da estrutura bandada (Figura 37A), embora os minerais sejam de difícil identificação devido ao avançado estado de intemperismo químico (Figura 37B). Nas porções superiores desses afloramentos, é possível identificar cristais de feldspato e quartzo preservados nas bandas mais claras. Em contrapartida, nas porções inferiores, próximas ao contato com a água do rio, a estrutura bandada torna-se indistinguível, restando uma massa argilo-arenosa com manchas em tonalidades brancas e ocre-avermelhadas, indicativas da presença de caulinita, e remobilizações localizadas de ferro.

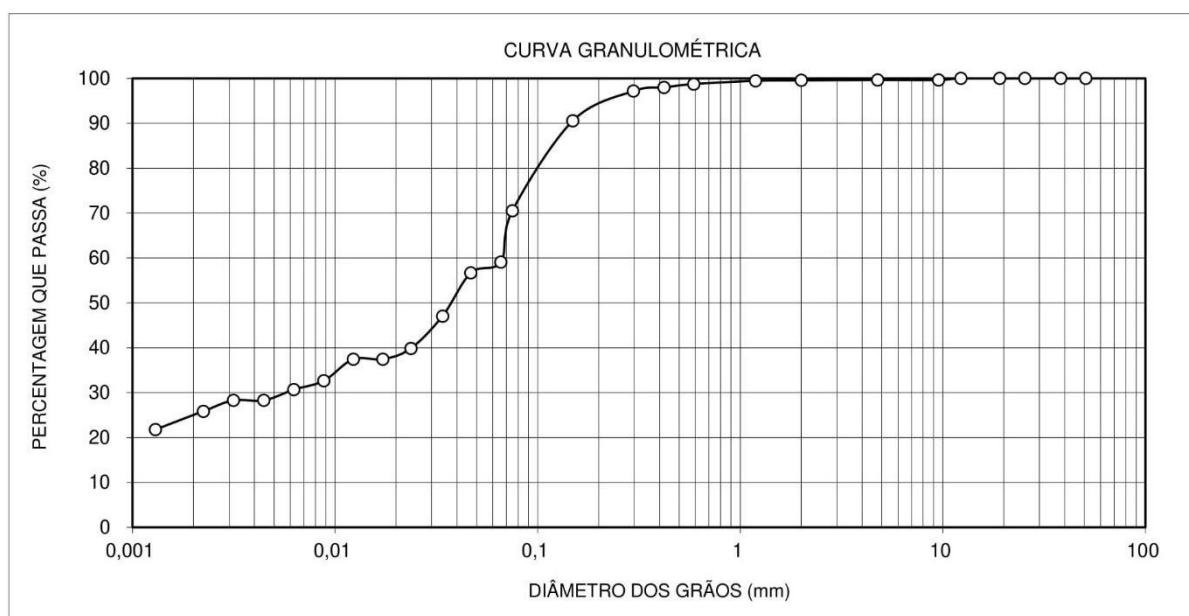
Figura 38 – A: Leito e margem do rio Mundaú; B: Gnaiss em estado avançado de intemperismo químico



Fonte: Autoria própria (2022).

Foram coletadas três amostras, das quais duas foram analisadas, resultando em um índice de plasticidade de 26,1654 e valor de densidade real de 2,6078. Além disso, foi realizado o peneiramento das amostras, indicando textura franco a franco argilosa (Figura 39).

Figura 39 – Curva granulométrica – amostra rio Mundaú



Fonte: Autoria própria (2024).

Há cerca de 500 metros do rio Mundaú, foi identificada uma lagoa (Figura 40) que provavelmente está conectada ao sistema hídrico adjacente. Devido à baixa energia de deposição, essa lagoa apresenta uma abundância de matéria-prima

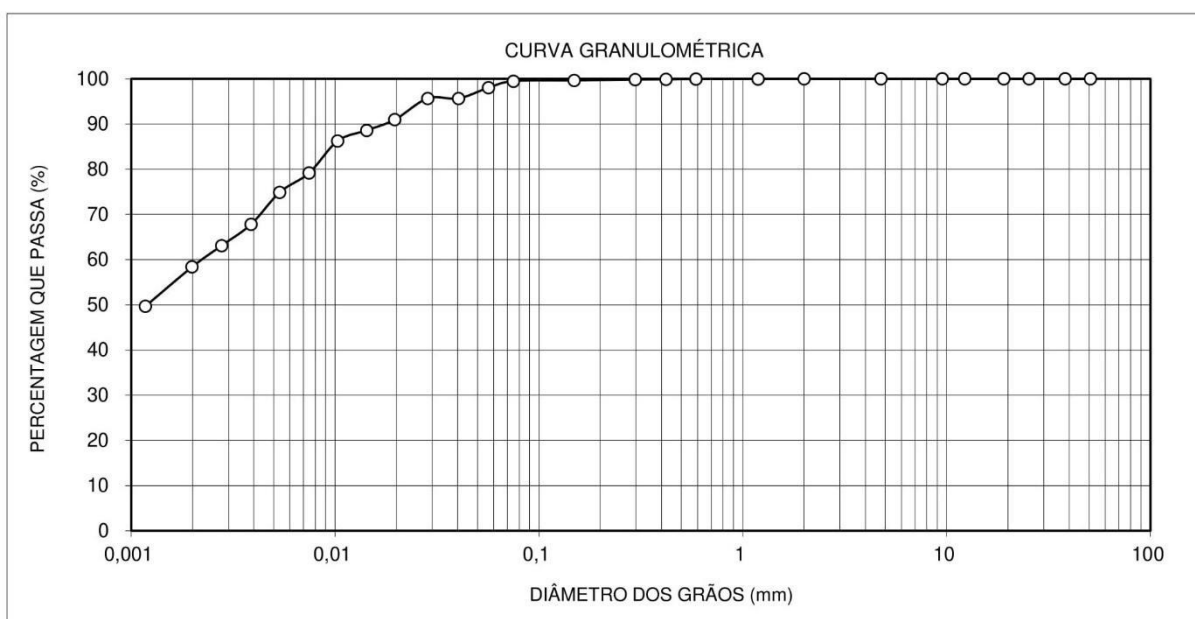
argilosa. Os ensaios realizados revelaram uma densidade de 2,618 e um índice de plasticidade de 26,1654, considerados altos segundo os valores de referência. Além disso, o ensaio granulométrico confirmou uma textura argilosa (Figura 41).

Figura 40 – Lagoa situada à esquerda do rio Mundaú



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 41 – Curva granulométrica – lagoa próxima ao rio Mundaú



Fonte: Autoria própria (2024).

Há elevada presença de quartzo e feldspato nas frações média e grossa, observadas a partir da granulometria, ademais, há ocorrência de grãos de hematita, e, em menor proporção, de magnetita, em frequências relativas comparáveis à cerâmica Papeba (Figura 42).

Figura 42 – Frações de areia média e grossa, observadas para a amostra 08 – rio Mundaú



Fonte: Autoria própria (2024).

No **rio Trairi** foram avaliados dois contextos distintos: um próximo à foz (Figura 43) e outro situado no trecho médio do curso. Foram coletadas e analisadas três amostras. A densidade real determinada foi de 2,6714. Contudo, os ensaios de Limite de Liquidez – LL e Limite de Plasticidade – LP não puderam ser realizados devido à baixa plasticidade das amostras. Além disso, os demais ensaios necessitaram de revisão em virtude de algumas inconsistências observadas nos resultados.

Figura 43 – Coleta de amostra na margem esquerda do rio Trairi



Fonte: Autoria própria (2022).

O rio **Curu**, cuja nascente está localizada no município de Canindé e cuja foz se encontra na divisa entre os municípios de Paracuru e Paraipaba, ainda é utilizado como fonte de matéria-prima por indústrias cerâmicas (Figura 44).

Figura 44 – Jazida atualmente explorada por ceramistas industriais na planície de inundação do rio Curu

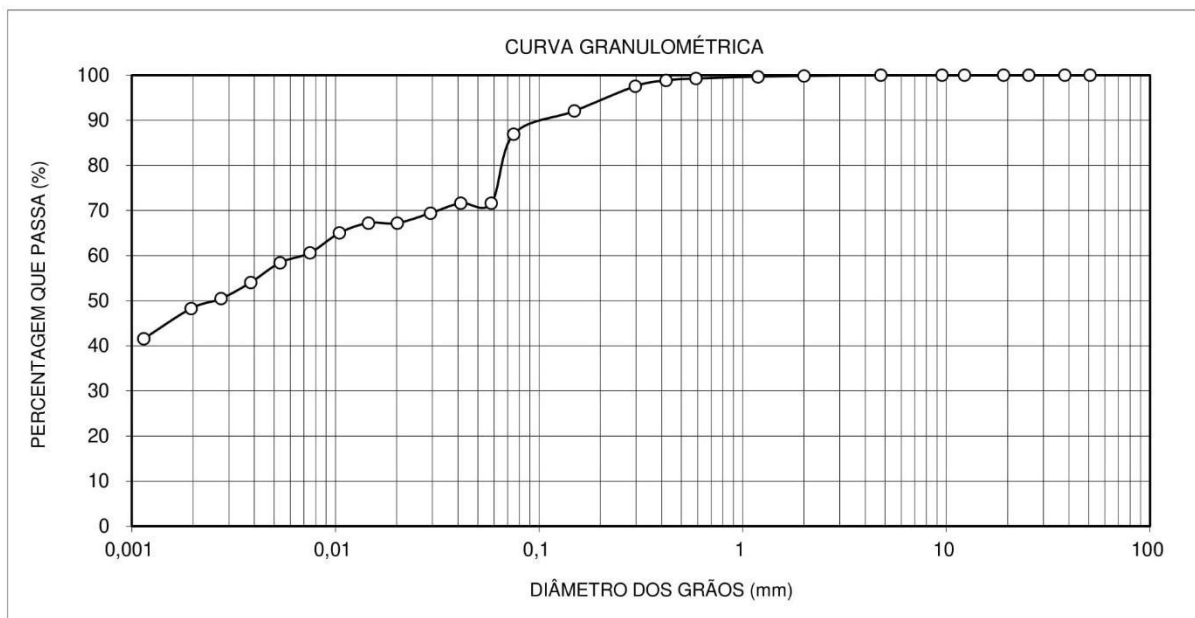


Fonte: Autoria própria (2022).

Foi coletada uma amostra, cujo valor de densidade real foi de 2,6785. Além disso, a análise granulométrica por peneiramento das amostras indicou textura

argilosa (Figura 45) e índice de plasticidade de 22,7112, também indicando alta plasticidade.

Figura 45 – Curva granulométrica – amostra rio Curu



Fonte: Autoria própria (2024).

O **Córrego Estrela** (Figura 46), drenagem mais próxima dos sítios onde foram encontrados os fragmentos cerâmicos estudados, foi apontado por Dourado (2015) como uma possível fonte de matéria-prima. Os moradores locais relataram que há algumas décadas realizavam extração de argila no local para a confecção de artefatos cerâmicos tanto para o uso utilitário como para a construção civil, ambos em pequena escala.

Figura 46 – Córrego Estrela

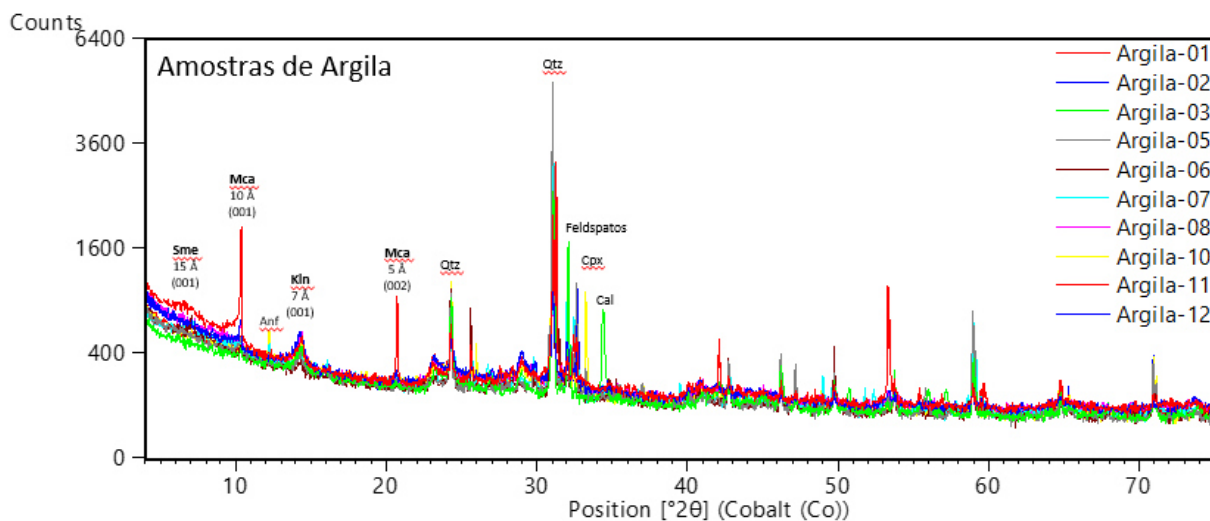
Fonte: Autoria própria (2022).

Foi realizada uma coleta no local, a qual, quando analisada, apresentou índice de plasticidade de 25,642 e valor de densidade real de 2,6248. Além disso, foi realizado o peneiramento das amostras, no entanto, assim como as amostras do rio Trairi, também devem ser revistas.

Próximo a essa fonte, e possivelmente associado às fácies da Formação Barreiras, é visível uma grande quantidade de grãos de quartzo e feldspato de variadas granulometrias sobre as dunas. Portanto, mesmo que os argilominerais encontrados nesses locais não contenha naturalmente esses minerais, também é possível que tenham sido adicionados intencionalmente, seja para preservar atributos tecnológicos específicos ou para manter um estilo cultural tradicional.

As análises de DRX aplicadas às amostras de argilominerais revelaram altas concentrações de caulinita e quartzo, além de proporções variáveis de K-feldspato, albita e mica. Outros minerais acessórios também foram identificados. Vale destacar que a presença de albita foi claramente observada, frequentemente acompanhada pelas elevadas concentrações de caulinita e quartzo (Figura 47).

Figura 47 – Resultados DRX – amostras de argila



Fonte: Autoria própria (2023).

Durante uma das visitas de campo, a equipe conheceu um morador da Vila Retalho, distrito de Córrego Fundo, no município de Trairi, que produz tijolos de barro maciços utilizando uma mistura de argila e um material que ele chamou de “barro branco”, que, na verdade, são diatomitas. As diatomitas são rochas sedimentares formadas predominantemente por sílica amorfa, provenientes da acumulação de frústulos de diatomáceas, microalgas unicelulares. As diatomitas são amplamente utilizadas em diversas aplicações industriais, incluindo a fabricação de materiais de construção, como tijolos, além de serem empregadas como filtros, absorventes e abrasivos. No entanto, não há evidências de que tenham sido utilizadas na produção das cerâmicas estudadas, uma vez que nenhum vestígio de diatomitas foi identificado nas amostras analisadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da disponibilidade de matéria-prima próxima aos sítios arqueológicos, a escolha do material não parece ter sido exclusivamente determinada pela proximidade geográfica. Estudos como o de Simões (2014) mostram que, em algumas regiões, a matéria-prima cerâmica pode ser obtida em áreas distantes, sugerindo que fatores territoriais dos diferentes grupos, e não apenas econômicos, influenciavam essa escolha.

A recorrência de um padrão pode sugerir um esforço significativo na aquisição dos materiais desejados, mesmo quando a distância para obtê-los é considerável. Embora não seja possível identificar com precisão as fontes exatas dos materiais utilizados ou determinar a intencionalidade da inclusão de certos elementos na pasta cerâmica, a compatibilidade entre o produto e os elementos presentes em seu entorno abre caminho para discussões instigantes à luz das abordagens geoarqueológicas.

A presença de diferentes tipos de cerâmica em uma mesma região, com características tecnológicas e estilísticas distintas, aponta para uma complexidade nas práticas de produção cerâmica, na qual a escolha da matéria-prima reflete não apenas aspectos técnicos, mas também culturais e funcionais. Eiroa (1999) enfatiza que, nos atributos tecnológicos, a intenção dos indivíduos está presente desde o momento da coleta dos materiais. Esses aspectos evidenciam a complexidade das interações humanas com o ambiente, demonstrando como essas relações estão profundamente ligadas às práticas culturais e sociais de cada grupo.

Diversos autores têm contribuído com pesquisas relevantes sobre o tema. Dias (2003) afirma que a captação de um “tekohá”, a unidade espacial dos grupos Tupiguarani, podia abranger até 50km a partir da sede da aldeia. Simões (2014), ao estudar a ocupação da costa sergipana, destacou que as fontes de matéria-prima frequentemente se localizavam fora da área dunar, sugerindo que a proximidade da argila não era a única consideração na escolha do material. Outros fatores, além da relação custo-benefício na coleta de recursos argilominerais, também desempenhavam um papel importante, conforme proposto por David Clarke (1984).

Todos os depósitos identificados na região foram classificados como fontes ativas de coleta, indicando a alta disponibilidade e qualidade do material. No entanto, há fontes preferenciais selecionadas estrategicamente conforme as necessidades

específicas de cada atividade. Atualmente, no entanto, dispõe-se de técnicas avançadas para o manuseio das argilas: elas são trituradas e as impurezas removidas mecanicamente, permitindo atingir facilmente altas temperaturas de queima.

Ainda que existam estilos tecnológicos e padrões culturais cuja manutenção seja fator essencial, cada ambiente oferece vantagens ou limitações, as quais devem ser avaliadas dentro de abordagens que contemplem suas especificidades.

Nos estudos desenvolvidos em Jericoacoara, Viana (2018) já havia identificado alguns elementos presentes na cerâmica que, embora associada indiretamente à cerâmica Papeba, compartilha características similares ao conjunto em estudo. Nas amostras representativas, a presença de quartzo e feldspato foi observada, e as observações macroscópicas revelaram minerais escuros não detectados pelo Difrátômetro de Raios-X – DRX, cuja aplicação não foi detalhada no estudo.

Miller (2012) afirma, em seus estudos com a cerâmica Papeba, que a presença de mica era procurada como uma característica específica em um tipo de argila, os fragmentos de piçarra eram buscados em outro tipo de argila, e uma tendência clara surgiu, indicando a preferência por não adicionar feldspato triturado a argilas contendo mica.

Dourado (2015) indicou possíveis áreas de coleta de argilominerais em Trairi, como o Córrego Estrela (Papeba e Tupiguarani), localizado nas coordenadas 3°12'32.88"S e 39°18'10.30"O. As áreas sugeridas, localizadas próximo aos sítios dunares, foram verificadas, mas apresentaram compatibilidade apenas com a cerâmica Tupiguarani.

As análises da cerâmica Tupiguarani indicam o uso de argilominerais mais “limpos”, ou seja, um material mais selecionado, seja de forma natural ou não, caracterizado por uma pasta fina com poucos minerais. Além disso, a inclusão de bolas de argila parece ter sido uma estratégia para evitar rachaduras nas peças, refletindo uma abordagem distinta na confecção dos artefatos, e associada a características culturais intrínsecas.

Para as argilas, a elevada presença de quartzo e feldspato nas frações média e grossa, identificadas por meio da análise granulométrica, sugere que a alta frequência desses minerais na pasta cerâmica pode ser uma característica natural, em vez de resultado de uma adição intencional, como inicialmente se supunha. Além

disso, a presença de grãos de hematita e, em menor quantidade, de magnetita, em frequências semelhantes às encontradas na cerâmica Papeba, reforça essa hipótese. Embora a presença de hematita e magnetita possa ser inesperada, esses minerais também foram observados misturados nessas amostras. No entanto, não é possível afirmar com certeza se esses materiais estavam naturalmente presentes na argila coletada pelos grupos que produziram as cerâmicas estudadas ou se foram adicionados deliberadamente. Embora seja raro encontrar argilas com esses materiais associados, isso foi observado em alguns pontos de coleta.

Quanto aos dados cronológicos, as amostras datadas revelaram idades de 1252 ± 107 e 709 ± 64 anos para a cerâmica da fase Papeba e de 474 ± 48 e 459 ± 39 anos para a cerâmica Tupiguarani (dados apresentados no item 2), corroborando a hipótese de Nasser (1974) e as pesquisas posteriores que apontavam a cerâmica Papeba como mais antiga que a Tupiguarani e as situando no intervalo cronológico esperado.

Considerando que a amostragem arqueológica e geológica seja representativa dos sítios e dos contextos deposicionais da área de estudos, a escolha da matéria-prima para a produção de utensílios cerâmicos não é determinada apenas pelas condições naturais da própria matéria-prima, mas também envolve critérios específicos para que a amostra seja considerada de boa qualidade.

Os valores de plasticidade e liquidez obtidos por meio das análises das argilas foram particularmente importantes para determinar a qualidade e a adequabilidade da argila na confecção de cerâmica, enquanto a análise mineralógica ajudou a correlacionar a área de origem com a cerâmica produzida.

Para ambos os conjuntos, não foi possível determinar com certeza se o antiplástico presente é de origem natural ou se foi intencionalmente adicionado. No entanto, de forma geral, a cerâmica Papeba é compatível com fontes de argilominerais que contêm esse material mais imaturo, e apresenta uma maior quantidade de antiplásticos, que são mais angulosos. Em contraste, a cerâmica Tupiguarani, que também é encontrada na mesma região, parece preferir argilas com menos inclusões.

As análises de DRX apontaram similaridades entre as amostras Papeba e as argilas coletadas nos rios Curu e Trairi. Além disso, as análises também indicaram uma proximidade entre a composição dos fragmentos de cerâmica Tupiguarani e a argila encontrada no Córrego Estrela, uma vez que nessas porções ou regiões ocorrem argilas mais selecionadas, com alta plasticidade e com menor proporção de

grãos minerais (como feldspatos e anfibólios). Considerando que esta hipótese seja verdadeira, ainda assim não impediria que outras áreas, como as grandes planícies de inundação, atualmente utilizadas para a produção de cerâmica industrial, possam ter sido utilizadas pelos grupos produtores da cerâmica.

De igual modo, há outras fontes potenciais com argilominerais que poderiam ter sido usadas por sua qualidade, como a porção caulínica que ocorre normalmente na porção basal e/ou intermediária da Formação Barreiras, ou as argilas ricas em cauxi (espiculas silicosas) presentes em lagoas litorâneas, como a lagoa Bacumixá. Essas fontes merecem ser mais bem avaliadas, pois em um primeiro momento não foi possível sua identificação ou associação às cerâmicas arqueológicas. Por isso, sugere-se que mais cerâmicas e novos sítios sejam analisados em pesquisas futuras a fim de validar ou refutar as hipóteses aqui aventadas.

É importante mencionar as limitações referentes ao que não pôde ser diagnosticado ou interpretado. Existem aspectos ou características dos dados que, devido a restrições metodológicas, falta de informações adicionais ou limitações intrínsecas à análise, não podem ser plenamente avaliados ou compreendidos. Esses pontos não diagnosticáveis ou não interpretáveis podem impactar a precisão das conclusões e a abrangência das informações obtidas.

Limitações dos ambientes de depósitos sedimentares podem se manifestar na medida em que as áreas originais, que serviram como fonte aos sedimentos, já não estão mais presentes ou foram modificadas. Nesse cenário, a análise se concentra apenas no produto atual dos sedimentos, uma vez que a fonte original, que poderia fornecer informações adicionais sobre a origem e a natureza dos materiais sedimentares, não está mais disponível para avaliação direta.

Portanto, não é possível afirmar ou relacionar diretamente as fontes de argila, especialmente considerando o número limitado de amostras analisadas. Esta análise representa o início de uma discussão mais extensa, que deve ser aprofundada por meio da ampliação da amostragem dos sítios estudados, da inclusão de novos locais de coleta e da exploração de outras possíveis áreas de captação.

REFERÊNCIAS

- ALBERS, A. P. F.; MELCHIADES, F. G.; MACHADO, R.; BALDO, J. B.; BOSCHI, A. O. Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X. **Cerâmica**, [s.l.], v. 48, n. 305, p. 34-37, mar. 2002.
- ALBUQUERQUE, Marcos. Recipientes cerâmicos de grupos Tupi, no nordeste brasileiro. *In*: PROUS, André; LIMA, Tânia (org.). **Os ceramistas Tupiguarani**. Belo Horizonte: Sigma, 2008. V. 1. p. 67-89.
- ALBUQUERQUE, Paulo Tadeu de Souza; SPENCER, Walner Barros. **O homem das dunas, reflexão sobre um projeto arqueológico**. Natal: mss., 1994.
- ALMEIDA, Fábio Oliveira. **A Tradição Polícroma no Alto Rio Madeira**. 2013. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- APPOLONI, C.R.; PARREIRA, P.S.; SOUZA, E. de; QUACCHIA, J.C. A.; NASCIMENTO FILHO, V.F. do; GIGANTE, G. E.; CESAREO, R.; CUNHA E SILVA, R. M. da. Estudo de cerâmica arqueológica do Paraná por técnicas nucleares não destrutivas. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, n. 2, p. 135-149, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5734**: Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6457**: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6459**: Determinação do limite de liquidez em solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6508**: Grãos de solo que passam na peneira de 4,8mm – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7180**: Determinação do limite de plasticidade em solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181**: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- BANDEIRA, Arkley Marques. **Ocupações humanas pré-coloniais na Ilha de São Luis – MA**: inserção dos sítios arqueológicos na paisagem, cronologia e cultura material cerâmica. 2012. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BARRETTO FILHO, Henyo Trindade. **Tapebas, Tapebanos e Pernas-de-Pau:** etnôgênese como processo social e luta simbólica. 1994. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

BITENCOURT, Ana Luisa Vietti. Princípios, métodos e algumas aplicações da geoarqueologia. *In:* RUBIN, Julio Cezar Rubin de; SILVA, Marcos Antonio da; SILVA, Rosiclér Theodoro da (org.). Teoria e prática no ensino de geoarqueologia na PUC Goiás. **Revista de Arqueologia**, Goiânia, v. 27, n. 2, p. 88-99, jul./dez. 2014.

BONA, Irene Akemy Tomiyoshi; SARKIS, Jorge Eduardo S.; SALVADOR, Vera Lucia Ribeiro; SOARES, André Luis Ramos; KLAMT, Sergio Célio. Análise arqueométrica de cerâmica Tupiguarani da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, usando fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF). **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 4, p. 785-790, ago. 2007.

BORGES, Fábio Mafra. **Os sítios arqueológicos Furna do Umbuzeiro e Baixa do Umbuzeiro:** caracterização de um padrão de assentamento na área arqueológica do Seridó Carnaúba dos Dantas RN, Brasil. 2010. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Natal, 2010.

BRANCO, Mônica Pimenta de Novaes Castelo; LEHUGEUR, Loreci Gislaine de Oliveira; CAMPOS, José Elói Guimarães. Proposta de classificação para as feições eólicas do setor leste da região metropolitana de Fortaleza – Ceará – Brasil. **Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 163-174, 2003.

BROCHADO, José Proenza. A tradição cerâmica Tupiguarani na América do Sul (Tupiguarani Ceramic Tradition in South America). **Clio Arqueológica**, Recife, v. 3, n. 1, jan./dez. 1980.

BUTZER, Karl W. **Arqueología:** una ecología del hombre. Barcelona: Ediciones Bellaterra, 1989.

CALDERÓN, Valentin. Breve notícia sobre a arqueologia de duas regiões do Estado da Bahia. **Publicações Avulsas**, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, n. 15, p. 163-177, 1971.

CALDERÓN, Valentin. Nota prévia sobre a arqueologia das regiões central e sudoeste do Estado da Bahia. **Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas** – publicações avulsas, [s.l.], v. 10, p. 135-149, 1969.

CARVALHO, Alexandre Medeiros de; MAIA, Luís Parente; DOMINGUEZ, José Maria Landim. Caracterização do processo de migração das dunas de Flecheiras, Baleia, Paracuru e Jericoacoara, Costa Noroeste do Ceará. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 44-52, 2006.

CARVALHO, Alexandre Medeiros de; SILVA, Ana Paula da; LIMA, José de Arimatéia; SOARES, Marcos Antônio; COSTA, Tiago Henrique. Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil: registro ímpar de um paleo-sistema eólico costeiro. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**,

[s.l.], 2008. Disponível em: https://sigep.eco.br/sitio118/sitio118_impresso.pdf. Acesso em: 23 jan. 2024.

CAZZETTA, Miriam. **Relatório do Projeto Litoral**. Fortaleza: IPHAN, 1997.

CEARÁ. Lei nº 13.796, de 30 de junho de 2006. Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, e o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 2006. Disponível em: <https://bela.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/meio-ambiente-e-desenvolvimento-do-semiarido/item/4705-lei-n-13-796-de-30-06-06-d-o-de-30-06-06-mens-n-6-832-06-executivo>. Acesso em: 10 fev. 2024.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente do Ceará. **Elaboração de projetos e estudos ambientais, projetos de infraestrutura e de educação ambiental necessários para subsidiar o processo de criação e implementação de unidades de conservação no estado do Ceará, vinculadas à Secretaria do Meio Ambiente**. Fortaleza: SEMACE, 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/02/Diagnostico-do-Meio-Fisico-da-Planicie-Litoranea.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente do Ceará. **Sobre Gerenciamento Costeiro**. Fortaleza: SEMACE, 2024. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/gerenciamento-costeiro/sobre-gerenciamento-costeiro/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). **Relatório de uso e cobertura do solo**. Fortaleza: SEMACE, 2016. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2016/12/RELAT%C3%93RIO-DE-USO-E-COBERTURA-DO-SOLO.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2024.

CLARKE, David L. **Arqueología analítica**. 2. ed. Barcelona: Ediciones Bellaterra, 1984.

CORDEIRO, José. **Os índios no Siará: massacre e resistência**. Fortaleza: Hoje; Assessoria em Educação, 1989.

CORRÊA, Ângelo Alves. **Pindorama de mboî e îakaré: continuidade e mudança na trajetória das populações Tupi**. 2014. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/71/71131/tde-17102014-154640/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

DE ALENCAR ARARIPE, Tristão. **História da província do Ceará: desde os tempos primitivos até 1850**. [S.l.]: Tip. Minerva, 1958.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **DER-ME 122/94: Pavimentos rodoviários - Compactação de solos – Método de ensaio**. Belo Horizonte, 1994.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **DER-ME 082/94**: Solo – Ensaio de compactação – Método de ensaio. Belo Horizonte: DER-ME, 1994.

DIAS, Adriana Schmidt. Novas perguntas para um velho problema: escolhas tecnológicas como índices para o estudo de fronteiras e identidades sociais no registro arqueológico. **Ciências Humanas**, Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, v. 2, n. 1, p. 59-76, jan./abr. 2007.

DIAS, Adriana Schmidt. **Sistema de assentamento e estilo tecnológico**: uma proposta interpretativa para a ocupação pré-colonial do Alto Vale dos Sinos, Rio Grande do Sul. 2003. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DOURADO, Everaldo G. **Modos de habitabilidade dos grupos ceramistas**: dispersão e dinâmica dunar na Praia de Flecheiras, em Trairi, no Ceará. 2015. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2015.

EIROA, Jorge Juan. **Nociones de tecnología y tipología en prehistoria**. Barcelona: Editorial Ariel, 1999.

FAGUNDES, Marcelo. **Sistema de Assentamento e Tecnologia Lítica**: organização tecnológica e variabilidade no registro arqueológico em Xingó, Baixo São Francisco, Brasil. 2007. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GOIÁS. SIEG. **Sistema Estadual de Geoinformação – IMB**. Disponível em: <https://goias.gov.br/imb/sistema-estadual-de-geoinformacao/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

HIGGS, Eric Sidney; VITTA-FINZI, Claudio. Economia pré-histórica: uma abordagem territorial. **Papers in Economic Prehistory**, Cambridge, p. 27-36, 1972.

IGNEA. **Série de Bowen**. Informativos. Disponível em: <https://www.igneabr.com.br/noticias/informativos/serie-de-bowen/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

LA SALVIA, Fernando; BROCHADO, José Proenza. **Cerâmica Guarani**. 2. ed. Porto Alegre: Posenato Arte e Cultura, 1989.

LAROCHE, A. F. G.; LAROCHE, A. S. S. **O sítio arqueológico de Mangueiros, Macaíba, Rio Grande do Norte**. Recife: Massangana; Fundação Joaquim Nabuco, 1982.

LIMA, Danielle Lopes de Sousa; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; BASTOS, Frederico de Holanda. Gentes condicionantes e desencadeadores de movimentos gravitacionais de massa na vertente úmida do maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 1142-1157, 2015. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/232945/26916>. Acesso em: 15 Jul. 2024.

LIMA, Tania Andrade. Os ceramistas Tupiguarani, esses desconhecidos. *In*: PROUS, André; LIMA, Tânia (org.). **Os ceramistas Tupiguarani**, v. 3, p. 173-216, 2010.

MACHADO, Daniel Luna. **Relatório de Prospecção Arqueológica Complementar, Delimitação e Avaliação dos Sítios Arqueológicos na Área da Central Eólica Mundaú**. Processo IPHAN nº 01496.000793/2011-66. Fortaleza: IPHAN, 2019.

MARTIN, Gabriela. **Pré-história do Nordeste do Brasil**. Recife: Editora Universitária UFPE, 1997.

MEDEIROS FILHO, Olavo de. **Índios do Açu e Seridó**. Brasília: Centro Gráfico do Senado Federal, 1984.

MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade; MARQUES, MARCÉLIA. **Estudos e levantamentos ambientais, antropológicos e arqueológicos na Terra Indígena Tremembé de São Jose e Buriti, município de Itapipoca/CE** (parecer técnico). [S.l.]: [s.n.], 2004.

MELATTI, Julio Cezar. **Índios do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2007.

MILLER, Francisca de Souza. Nossos ancestrais moravam ali. **Clio Arqueológica**, Recife, v. 26, n. 2, p. 371-390, 2011.

MILLER, Tom O. Análise das variáveis de uma amostra de cerâmica Papeba. **Clio Arqueológica**, Recife, v. 26, n. 2, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/clioarqueologica/article/view/246693>. Acesso em: 3 ago. 2025.

MORALES, W. F.; MOI, F. P.; VIVA, L. A. **Relatório do Programa de Prospecção e Resgate do Patrimônio Arqueológico das Usinas de Energia Eólica UEE Bons Ventos, UEE Enacel e UEE Canoa Quebrada, Município de Aracati, Ceará**. Ilhéus: [s.n.], 2011.

MORALES, Walter Fagundes *et al.* Os sítios arqueológicos em dunas de Guamaré, Rio Grande do Norte. **Especiaria**, [s.l.], v. 17, n. 30, p. 291-314, 2017.

NASCIMENTO, Ana Lúcia; LUNA, Suely; GOMES, Jussara Vieira. Projeto Arqueológico Tremembé-Ceará-Brasil. **Clio Arqueológica**, Recife, n. 14, p.193-205, 2000. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/clioarqueologica/article/download/247031/35938/174814&ved=2ahUKewjGvO2qw--OAxVqHLkGHbLRMTYQFnoECBgQAQ&usq=AOvVaw3e6yuks8zDc_TNoQIEUrwX. Acesso em: 3 ago. 2025.

NASCIMENTO, Ana Lúcia; LUNA, Suely. A cerâmica Arqueológica dos Sítios Dunares do Rio Grande do Norte – Brasil. **Clio Arqueológica**, Recife, n. 12, p. 17-25, 1997.

NASCIMENTO, Marcélia Marques do. **Pedra que te quero palavra**: discursividade e semiose no (con)texto arqueológico da Tradição Itaparica. Porto Alegre, 2010.

NASCIMENTO, Marcélia Marques do. **Pedra que te quero palavra**: discursividade e semiose no (con)texto arqueológico da tradição Itaparica. 2010. 197 f. Tese (Doutorado em História) – Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em História, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/2329>. Acesso em: 19 ago. 2024.

NASCIMENTO, Marcélia Marques do. **Relatório de Prospecção no Parque Eólico Trairi, em Trairi, no Ceará** – Condicionante 2. Fortaleza: IPHAN, 2012a.

NASCIMENTO, Marcélia Marques do. **Relatório de Prospecção, Resgate Arqueológico e Educação Patrimonial no Parque Eólico Mundaú, em Trairi, no Ceará**. Fortaleza: IPHAN, 2013.

NASCIMENTO, Marcélia Marques do. **Relatório de Resgate Arqueológico e Educação Patrimonial no Parque Eólico Trairi, em Trairi, no Ceará**. Fortaleza: IPHAN, 2012b.

NASCIMENTO, Marcélia Marques do. **Relatório do Programa de Prospecção, Resgate Arqueológico e Educação Patrimonial no Parque Eólico Mundaú, em Trairi, no Ceará**. Fortaleza: [s.n.], 2011.

NASSER, Nássaro Antonio de Souza. Considerações preliminares sobre a Arqueologia da bacia do rio Curimataú. **Publicações Avulsas do Museu Goeldi**, n. 15. Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas: resultados preliminares do quarto ano 1968 – 1969. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1971.

NASSER, Nássaro Antonio de Souza. Notas preliminares sobre a Arqueologia do sistema Curimataú-Cunhaú. **Publicações Avulsas do Museu Goeldi**, n. 6. Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas: resultados preliminares do primeiro ano 1965 – 1966. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1967.

NASSER, Nássaro Antonio de Souza. Nova contribuição à Arqueologia do Rio Grande do Norte. **Publicações Avulsas do Museu Goeldi**, n. 26. Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas: resultados preliminares do quinto ano 1969 – 1970. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1974.

NEUMANN, Eduardo. Os Guaranis e a Razão Gráfica: Cultura Escrita, Memória e Identidade Indígena nas Reduções - Século XVII e XVIII. *In*: KERN, Arno; SANTOS, M. Cristina dos; GOLIN, Tau (org.). **História – Rio Grande do Sul – Povos Indígenas**. Passo Fundo: Méritos Editora, 2009.

NIMUENDAJÚ, Curt. **Mapa Etno-Histórico do Brasil e Regiões Adjacentes (1883-1945)**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2. ed. Brasília: IPHAN; IBGE, 2017.

NOBRE, N. **Memória Social e Espacialidade de Grupos Ceramistas em Trairi-CE**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

NUNES, Kelly P. *et al.* Difratometria de Raios-X Aplicada ao Estudo Preliminar da Composição Mineralógica de Cerâmicas Arqueológicas Marajoara. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR, 39, Foz do Iguaçu, PR. **Anais [...]** Foz do Iguaçu, PR, maio 2010. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/17790>. Acesso em: 10 fev. 2024.

ORTON, Clive; TYERS, Paul; VINCE, Alan. **Pottery in archaeology**. London: Cambridge University Press, 1993.

PÉREZ, Maricel; CAPARELLI, Isabel; LOPONTE, Daniel; MONTENEGRO, Teresita; RUSSO, Noelia. Estudo petrográfico da tecnologia cerâmica guaraní e seus extremos de distribuição: Rio Paraná Inferior e estuário do Rio da Prata, Argentina. **Revista de Arqueologia**, v. 22, n. 1, p. 65-82, jan./jul. 2009.

PINÉO, Tercyo Rinaldo Gonçalves; PALHETA, Edney Smith de Moraes; COSTAS, Felipe Grandjean da; VASCONCELOS, Antônio Maurílio; GOMES, Francisco Edson M.; BESSA, Maria Dulcinéa Madureira Rolim; LIMA, Alex França; HOLANDA, Janolfa Leda R.; FREIRE, Débora Pinho Cavalcante. **Mapa de recursos minerais do estado do Ceará**. Escala 1:500.000. 2020. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/21482>. Acesso em: 6 ago. 2024.

POMPEU SOBRINHO, Thomaz. As origens dos Índios Carirís. **Revista Trimestral do Instituto do Ceará**, Fortaleza, n. 64, p. 314-347, 1950.

PROUS, André; LIMA, Tania Andrade. **Os ceramistas Tupiguarani: elementos decorativos**. Belo Horizonte: Superintendência do IPHAN em Minas Gerais, 2010.

PROUS, André. **Arqueologia brasileira: a pré-história e os verdadeiros colonizadores**. Cuiabá: Archaeo; Carlini & Caniato Editorial, 2019.

RAPP, George Robert; HILL, Christopher L.; HILL, MR Christopher L. **Geoarchaeology: The Earth-science approach to archaeological interpretation**. New Haven: Yale University Press, 2006.

SANJUÁN, Leonardo García. Introducción al análisis e interpretación del territorio. *In*: SANJUÁN, Leonardo García (ed.). **Introducción al Reconhecimento y Análisis Arqueológica del Território**. Barcelona: Editorial Ariel, 2005. p. 183-186.

SANTOS, J. O.; MUNITA, C. S. Estudo da Tecnologia de Queima de Cerâmica Arqueológica por Difratometria de Raios X. *In*: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 1, [s.l.]. **Anais [...]** [s.l.], 2013.

SANTOS, Juvandi de Souza. **Cariri e Tarairiú?:** Culturas Tapuais nos sertões da Paraíba. 2009. 782 f. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SCATAMACCHIA, Maria Cristina Mineiro. Proposta de terminologia para a descrição e classificação da cerâmica arqueológica dos grupos pertencentes à família linguística Tupi-Guarani. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, n. 14, 9 dez. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2448-1750.revmae.2004.89692>.

SHEPARD, Anna O. **Ceramics for the archaeologist**. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington, 1981.

SILVA, Rosiclér. Theodoro. RUBIN, Julio. Cesar. Rubin de.; VIANA, Sibeli. Aparecida. **Resgate arqueológico:** Sítios Gengibre e Lourenço (Caldas Novas-Goiás). Goiânia: PUC Goiás, 1997. V. 1.

SIMÕES, Fernanda Libório Ribeiro. **Arqueologia da paisagem nas dunas holocênicas:** o estudo de caso do Sítio Cardoso (Lagoa Redonda, Pirambu, SE). 2014. 177 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

SINOPOLI, Carla M. **Approaches to archaeological ceramics**. New York: Plenum Press, 1991.

SOARES, K. A. **Caracterização do(s) grupo(s) ceramista(s) da enseada de Jericoacoara, extremo litoral noroeste do Estado do Ceará:** subsídios tecnológicos, cronoestratigráficos e etno-históricos. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SOUSA, Luci Danielli Avelino de. **Os Grupos Pré-Históricos Ceramistas da Praia de Sabiaguaba, Fortaleza/CE-Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SOUZA, Leonardo Bruno Ferreira de. **Estudo das propriedades luminescentes e caracterização de defeitos pontuais em monocristais de quartzo natural sensibilizado por radiação gama**. 2013. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

VIANA, Verônica Pontes. **Dinâmicas culturais e ambientais na praia de Jericoacoara, Jijoca de Jericoacoara, Ceará – Brasil**. 2018. 365 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Campus de Laranjeiras, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2018.

VIANA, Verônica; BUCO, Cristiane; DOS SANTOS, Thalison. Os caminhos da história do Ceará antes da escrita. **Revista do Instituto do Ceará**, Fortaleza, 2023.

VIANA, Verônica; SOARES, Karla; SOUSA, Luci Danielli. Os antigos habitantes da praia de Jericoacoara, Ceará: arqueologia, história e ambiente. **Clio Arqueológica**, Recife, n. 22, p. 177-202, 2007.

XIMENES, C. L. Tanques fossilíferos de Itapipoca, CE - bebedouros e cemitérios de megafauna pré-histórica. *In*: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T. (org.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009. Disponível em: <https://sigep.eco.br/sitio014/sitio014.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2024.

XIMENES, Celso Lira Ximenes. **Proposta Metodológica para um Programa de Micro-Reservatórios Alternativos de Água nos Sertões Semi-Áridos Brasileiros, Associado ao Resgate de Fósseis**. [S.l.]: [s.n.], 2003.

ANEXO A – DOCUMENTAÇÃO DAS DATAÇÕES

Datação – Cerâmica Papeba



Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental
LEGAL - Laboratório de Espectrometria Gama e Luminescência



São Paulo, 31 de julho de 2023

César Veríssimo – UFC

Resultados – Idades OSL em alíquotas de quartzo

Código da Amostra	Código LEGaL	Número de Alíquotas	Recycling Ratio (média)	Dose (Gy) (CAM)	OD (%)	Idade (anos) (CAM)
FXI 2099-2	L1798	24	1.02 ± 0.01	2.40 ± 0.03	4.8	1252 ± 107
FXII 2142	L1799	24	1.02 ± 0.01	1.53 ± 0.02	6.3	709 ± 64

CAM – Central Age Model

OD – Overdispersion

Código da Amostra	Código LEGaL	Taxa de Dose (Gy/ka)	²³⁸ U (ppm)	²³² Th (ppm)	K (%)	Saturação de água	Taxa de dose cósmica (Gy/ka)
FXI 2099-2	L1798	1.92 ± 0.16	2.10 ± 0.08	4.51 ± 0.23	0.87 ± 0.04	0	0.20 ± 0.04
FXII 2142	L1799	2.16 ± 0.19	0.82 ± 0.06	4.13 ± 0.24	1.44 ± 0.07	0	0.20 ± 0.04

Métodos: Taxa de dose calculada através das concentrações de radionuclídeos (U, Th e K) estimadas por espectrometria gama com detector HPGe em blindagem *ultralow background* (eficiência relativa de 55% e resolução de energia de 1.8 keV em 1332 keV, *Canberra Industries*) e fatores de conversão conforme descrito por Guérin *et al.* (2011). As medidas de espectrometria gama foram realizadas a partir das amostras de cerâmicas, sem considerar a contribuição da taxa de dose de radiação gama do ambiente em torno das cerâmicas (não foram coletadas amostras de sedimentos). Saturação da água foi considerada zero já que não havia amostra do sedimento em torno das amostras e as cerâmicas estavam secas para as medidas feitas no laboratório.

A taxa de dose da radiação cósmica foi calculada por modelo de acordo com Prescott & Hutton (1994), considerando latitude, longitude, elevação e profundidade de coleta das amostras.

As medidas de luminescência opticamente estimulada (optically stimulated luminescence, OSL) foram realizadas em leitor Lexsyg Smart (*Freiberg Instruments*) com fonte de radiação beta (⁹⁰Sr/⁹⁰Y) com taxa de dose de 0.11 Gy/s, estimulação por LED azul e detecção no ultravioleta (filtro U340).

A preparação das alíquotas de quartzo envolveu: 1. peneiramento a úmido para aquisição da fração 125-250 µm; 2. ataque com H₂O₂ para eliminação de matéria orgânica, ataque com HCl 10% para eliminação de carbonatos; 3. separação densimétrica de minerais pesados e leves (LMT = 2,75 g/cm³) e separação de

quartzo ($LMT = 2,62 \text{ g/cm}^3$); 4. ataque com HF 38% por 40 min para eliminação da camada externa dos grãos de quartzo e de feldspatos remanescentes.

As doses equivalentes foram determinadas pelo protocolo SAR (*single-aliquot regenerative dose*, Tabela 1; Murray & Wintle, 2000) em alíquotas multigrãos de quartzo. O sinal OSL foi calculado pela integração do primeiro 0,8s da curva de decaimento OSL com subtração dos últimos 10s como *background*. Curvas de dose-resposta foram elaboradas a partir do sinal OSL corrigido por sinal de dose teste.

As doses equivalentes das amostras foram calculadas pelo modelo de idade central (*Central Age Model*, CAM; Galbraith *et al.*, 1999). Somente alíquotas com razões de reciclagem (*recycling ratios*, sinal D_6 relativo ao sinal D_1 e sinal D_7 relativo ao sinal D_1) entre 0,9 e 1,1, recuperação (sinal D_5 relativo ao sinal D_N) inferior a 5% e sem contaminação por feldspato (sinal IR insignificante) foram consideradas para cálculo das doses equivalentes.

Tabela 1- Protocolo SAR (Murray & Wintle, 2000)

SAR	
1	Dose (D_i)
2	Pré-aquecimento a 200° C por 10s
3	OSL a 125° C por 40s (L_i)
4	Dose teste (D_t)
5	Pré-aquecimento a 160° C
6	OSL a 125° C por 40s (T_i)
7	Fotoesvaziamento com LEDs azuis a 280° C por 40s

D_i : D_N = Dose natural, $D_1 < D_2 < D_3 < D_4$; $D_5 = 0 \text{ Gy}$, $D_6 = D_1$; $D_7 = D_6$ (com estimulação IR antes da OSL).

Comentários: O teste de *dose recovery* foi feito para a amostra FXI 2099-2 (5 alíquotas), com pré-aquecimento de 200° C e dose administrada de 2.15 Gy. A razão entre as doses calculada e administrada foi 1.01 ± 0.01 (OD = 0%).

A falta de medidas de taxa de dose ambiental referente ao sedimento em torno das amostras de cerâmica pode resultar em subestimação da taxa de dose total (medida de taxa de dose de radiação gama incompleta) e, conseqüentemente, superestimar a idade calculada.

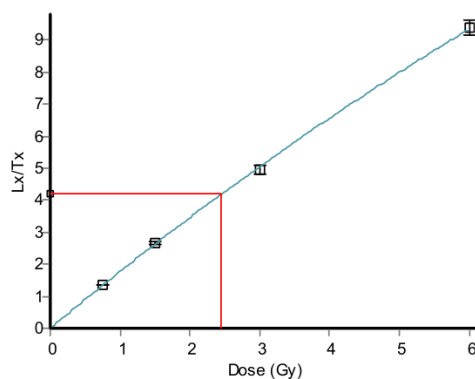
Figuras:


Figura 1- Exemplo de curva dose-resposta (amostra FXI 2099-2). Lx/Tx é o sinal de luminescência (0.8 s) corrigido por sinal de dose teste.

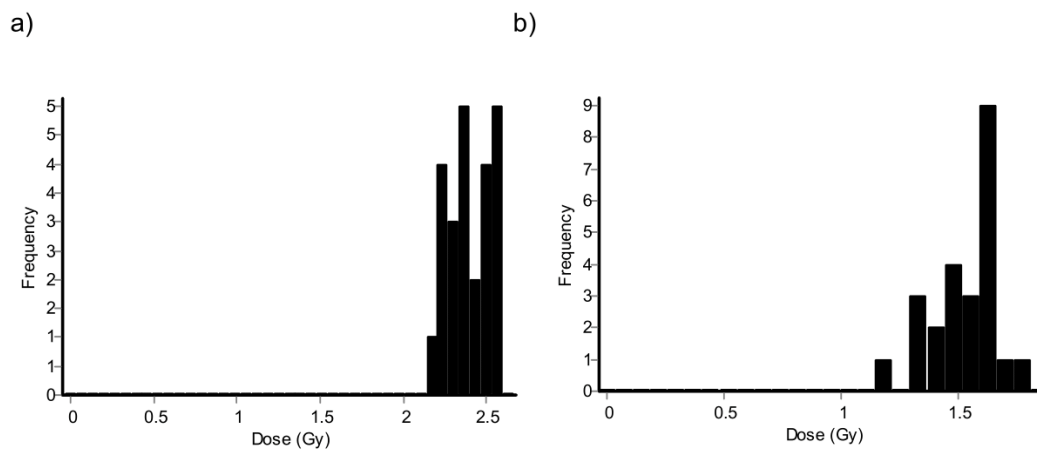


Figura 2- Histogramas das doses equivalentes das amostras: a) FXI 2099-2 e b) FXII 2142.

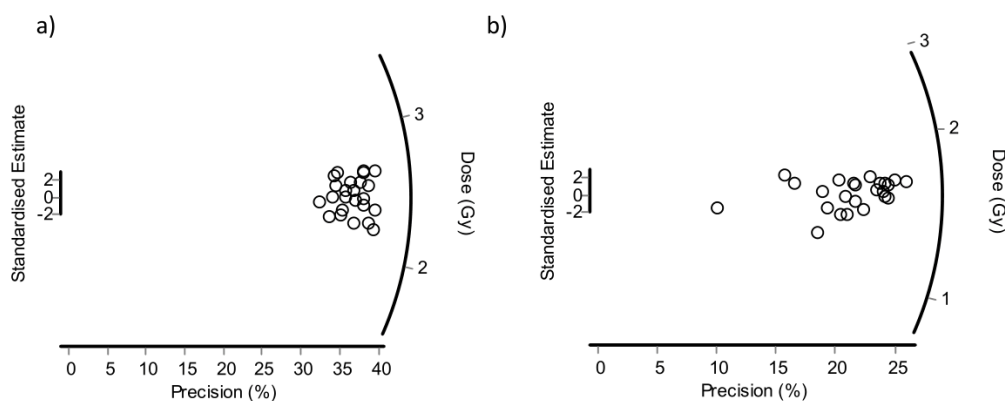


Figura 3- Radial plot das doses equivalentes das amostras: a) FXI 2099-2 e b) FXII 2142.



André Oliveira Sawakuchi
 Responsável pelo laboratório
 Thays Desiree Mineli
 Técnica do laboratório
 William Mozart
 Assistente do laboratório

Referências:

- Galbraith, R. F., Roberts, R. G., Laslett, G. M., Yoshida, H., and Olley, J. M., 1999, Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinnium rock shelter, northern Australia: part I, experimental design and statistical models, *Archaeometry* 41, 339-364. doi.org/10.1111/j.1502-3885.2008.00051.x.
- Guérin, G., Mercier, N., Adamiec, G., 2011. Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL* 29, 5-8.
- Murray, A.S., Wintle, A.G., 2000. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 57-73.
- Prescott, J.R., Hutton, J.T., 1994. Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements* 23, 497-500. doi.org/10.1016/1350-4487(94)90086-8

Datação – cerâmica Tupiguarani



São Paulo, 20 de maio de 2024

César Ulisses V. Veríssimo

Universidade Federal do Ceará – UFC

Resultados – Idades OSL em alíquotas de quartzo

Código da Amostra	Código LEGAL	Taxa de Dose (Gy/ka)	²³⁸ U (ppm)	²³² Th (ppm)	K (%)	Saturação de água	Taxa de dose cósmica (Gy/ka)
MDIV 2669	L2037	3.63 ± 0.32	2.47 ± 0.09	11.11 ± 0.41	2.00 ± 0.09	0	0.20 ± 0.02
MDIV 1492-9	L2038	2.48 ± 0.20	2.09 ± 0.06	13.82 ± 0.38	0.78 ± 0.04	0	0.20 ± 0.02

Código da Amostra	Número de Alíquotas	Dose MA (Gy)	Idade MA (anos)	Dose CAM (Gy)	OD (%)	Idade CAM (anos)	Recycling Ratio (média)
MDIV 2669	22	1.83 ± 0.11	504 ± 53	1.72 ± 0.09	19.6 ± 0.9	474 ± 48	0.98 ± 0.01
MDIV 1492-9	23	1.15 ± 0.03	464 ± 39	1.14 ± 0.03	9.9 ± 0.4	459 ± 39	1.02 ± 0.01

MA – Média Aritmética (erro padrão)

CAM – *Central Age Model*OD – *Overdispersion*

Métodos: Taxa de dose calculada através das concentrações de radionuclídeos (U, Th e K) estimadas por espectrometria gama com detector HPGe em blindagem *ultralow background* (eficiência relativa de 55% e resolução de energia de 1.8 keV em 1332 keV, *Canberra Industries*) e fatores de conversão conforme descrito por Guérin *et al.* (2011). A taxa de dose da radiação cósmica foi calculada por modelo de acordo com Prescott & Hutton (1994), considerando latitude, longitude, elevação e profundidade de coleta das amostras.

As medidas de luminescência opticamente estimulada (*optically stimulated luminescence*, OSL) foram realizadas em leitor Lexsys Smart TL/OSL (*Freiberg Instruments*) com fonte de radiação beta ($\text{Sr}^{90}/\text{Y}^{90}$) com taxa de dose de 0.11 Gy/s, estimulação por LED azul e detecção no ultravioleta (filtro U340).

A preparação das alíquotas de quartzo envolveu: 1. peneiramento a úmido para aquisição da fração 180-250 μm ; 2. ataque com H_2O_2 para eliminação de matéria orgânica, ataque com HCl 10% para eliminação de carbonatos; 3. separação densimétrica de minerais pesados e leves ($\text{LMT} = 2.75 \text{ g/cm}^3$) e separação de quartzo ($\text{LMT} = 2.62 \text{ g/cm}^3$); 4. ataque com HF 38% por 40 min para eliminação da camada externa dos grãos de quartzo e de feldspatos remanescentes.

As doses equivalentes foram determinadas pelo protocolo SAR (*single-aliquot regenerative dose*, Tabela 1; Murray & Wintle, 2000) em alíquotas multigrãos de quartzo. O sinal OSL foi calculado pela integração do primeiro 0.8s da curva de decaimento OSL com subtração dos últimos 10s como *background*. Curvas de dose-resposta foram elaboradas a partir do sinal OSL corrigido por sinal de dose teste.

As doses equivalentes das amostras foram calculadas por média aritmética (com erro padrão) e pelo modelo de idade central (*Central Age Model*, CAM; Galbraith *et al.*, 1999). Somente alíquotas com razões de

reciclagem (*recycling ratios*, sinal D_6 relativo ao sinal D_1 e sinal D_7 relativo ao sinal D_1) entre 0,9 e 1,1, recuperação (sinal D_5 relativo ao sinal D_N) inferior a 5% e sem contaminação por feldspato (sinal IR insignificante) foram consideradas para cálculo das doses equivalentes.

Tabela 1- Protocolo SAR (Murray & Wintle, 2000)

SAR	
1	Dose (D_i)
2	Pré-aquecimento a 200° C por 10s
3	OSL a 125° C por 40s (L_i)
4	Dose teste (D_t)
5	Pré-aquecimento a 160° C
6	OSL a 125° C por 40s (T_i)
7	Fotoesvaziamento com LEDs azuis a 280° C por 40s

D_i : D_N = Dose natural, $D_1 < D_2 < D_3 < D_4$; $D_5 = 0$ Gy, $D_6 = D_1$; $D_7 = D_6$ (com estimulação IR antes da OSL).

Comentários: Testes de *dose recovery* foi feito para a amostra MDIV 1492-9, dose administrada de 1.1 Gy (4 alíquotas) e pré-aquecimentos de 200° C- 160° C. A razão entre a dose calculada e administrada foi 1.02 ± 0.01 (OD = 0%).

Figuras

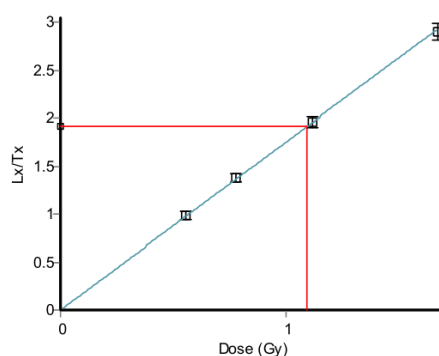


Figura 1- Exemplo de curva dose-resposta (amostra MDIV 1492-9). L_x/T_x é o sinal de luminescência (0.8 s) corrigido por sinal de dose teste.

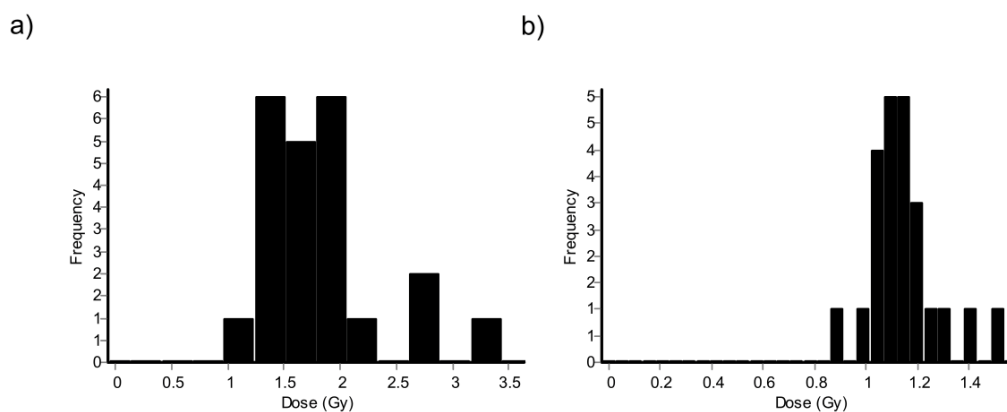


Figura 2- Histogramas das doses equivalentes das amostras: a) MDIV 2669 e b) MDIV 1492-9.

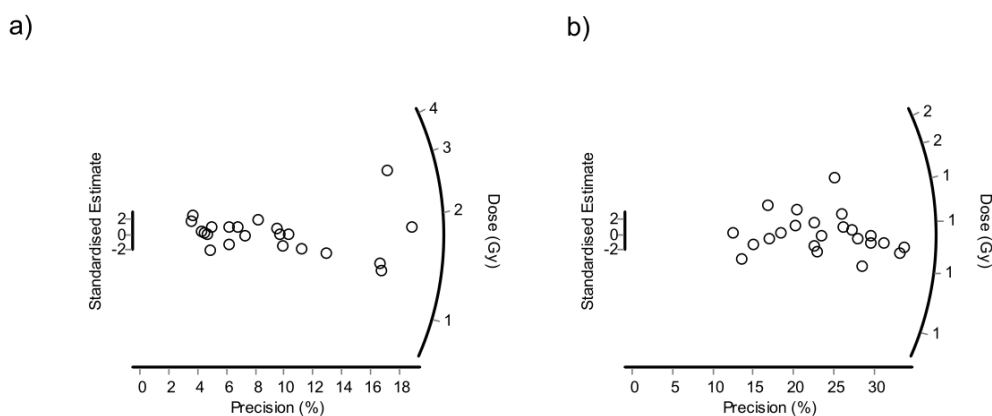


Figura 3- *Radial plot* das doses equivalentes das amostras: a) MDIV 2669 e b) MDIV 1492-9.



André Oliveira Sawakuchi
Responsável pelo laboratório
Thays Desiree Mineli
Técnica de laboratório
William Mozart
Assistente de laboratório
Thais Aparecida Silva
Assistente de laboratório



Referências

- Galbraith, R. F., Roberts, R. G., Laslett, G. M., Yoshida, H., and Olley, J. M., 1999, Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinmium rock shelter, northern Australia: part I, experimental design and statistical models, *Archaeometry* 41, 339-364. doi.org/10.1111/j.1502-3885.2008.00051.x.
- Guérin, G., Mercier, N., Adamiec, G., 2011. Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL* 29, 5-8.
- Murray, A.S., Wintle, A.G., 2000. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 57-73.
- Prescott, J.R., Hutton, J.T., 1994. Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements* 23, 497-500. doi.org/10.1016/1350-4487(94)90086-8