



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA (UFRB)
CENTRO DE ARTES, HUMANIDADES E LETRAS (CAHL)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUEOLOGIA E PATRIMÔNIO
CULTURAL (PPGAP)**

ROBERTO MOREIRA CHAVES

**ESTUDOS ARQUEOMÉTRICOS E TAFONÔMICOS PARA O DIAGNÓSTICO DO
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS DO SÍTIO
JERICOACOARA I**

CACHOEIRA - BAHIA

2023

ROBERTO MOREIRA CHAVES

ESTUDOS ARQUEOMÉTRICOS E TAFONÔMICOS PARA O DIAGNÓSTICO DO
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS DO SÍTIO
JERICOACOARA I

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia e Patrimônio Cultural do Centro de Artes, Humanidades e Letras da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Arqueologia e Patrimônio Cultural. Área de Concentração: Arqueologia Linha: Musealização do Patrimônio Arqueológico.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Etchevarne
Coorientador: Dr. Antonio Gomes de Souza Filho

CACHOEIRA - BAHIA
2023

C512e Chaves, Roberto Moreira.

Estudos arqueométricos e tafonômicos para o diagnóstico do estado de conservação das cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara. / Roberto Moreira Chaves. Cachoeira, BA, 2023.
232f., il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Etchevarne
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Gomes de Souza Filho

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Artes Humanidades e Letras, Programa de Pós-graduação em Arqueologia e Patrimônio Cultural, Bahia, 2023.

1. Arqueologia. 2. Cerâmica – Jericoacoara (CE). 3. Cerâmica – Conservação. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Artes, Humanidades e Letras. II. Título.

CDD: 930.1

Ficha elaborada pela Biblioteca do CAHL - UFRB.
Responsável pela Elaboração – Juliana Braga (Bibliotecária – CRB-5/ 1396)
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico)

ROBERTO MOREIRA CHAVES

ESTUDOS ARQUEOMÉTRICOS E TAFONÔMICOS PARA O DIAGNÓSTICO DO
ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS DO SÍTIO
JERICOACOARA I

Dissertação de Mestrado, realizada sob a orientação do Prof. Dr. Carlos Alberto Etchevarne e coorientação do Prof. Dr. Antonio Gomes de Souza Filho, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arqueologia e Patrimônio Cultural (PPGap), do Centro de Artes, Humanidades e Letras (CAHL), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Arqueologia e Patrimônio Cultural, na concentração: Arqueologia, linha 2- Musealização do Patrimônio Arqueológico.

Aprovado em 23 de outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Etchevarne (Orientador)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profa. Dra. Fabiana Comerlato (Membro interno)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profa. Dra. Maria Conceição Soares Meneses Lage (Membro externo)
Universidade Federal do Piauí

À minha avó, Maria Oneide (*In Memoriam*), minha eterna mestra, que sempre acreditou nos meus sonhos até mesmo quando eu duvidei, à dona “Maria Marreca” (*In Memoriam*) e a todas as “loiceiras¹” da Ribeira do Curu.

¹ Termo usado na região para designar as artesãs que produziam peças utilitárias em cerâmica.

O Anjo mais velho (O teatro mágico)

O dia mente a cor da noite
E o diamante a cor dos olhos
Os olhos mentem dia e noite a dor da gente

Enquanto houver você do outro lado
Aqui do outro eu consigo me orientar
A cena repete, a cena se inverte
Enchendo a minh'alma daquilo que outrora eu
Deixei de acreditar

Tua palavra, tua história
Tua verdade fazendo escola
E tua ausência fazendo silêncio em todo lugar

Metade de mim
Agora é assim
De um lado a poesia, o verbo, a saudade
Do outro a luta, a força e a coragem pra chegar no fim
E o fim é belo, incerto, depende de como você vê
O novo, o credo, a fé que você deposita em você e só

Só enquanto eu respirar
Vou me lembrar de você
Só enquanto eu respirar

Só enquanto eu respirar
Vou me lembrar de você
Só enquanto eu respirar

Enquanto houver você do outro lado
Aqui do outro eu consigo me orientar
A cena repete, a cena se inverte
Enchendo a minh'alma daquilo que outrora eu
Deixei de acreditar

Tua palavra, tua história
Tua verdade fazendo escola
E tua ausência fazendo silêncio em todo lugar

Metade de mim
Agora é assim
De um lado a poesia, o verbo, a saudade
Do outro a luta, a força e a coragem pra chegar no fim
E o fim é belo, incerto, depende de como você vê
O novo, o credo, a fé que você deposita em você e só

Só enquanto eu respirar
Vou me lembrar de você

Só enquanto eu respirar

Só enquanto eu respirar
Vou me lembrar de você
Só enquanto eu respirar

Fernando Anitelli

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e ajuda na superação das dificuldades;

À minha mãe Luiza, pelo amor, incentivo, apoio incondicional e batalhas enfrentadas para garantir meu acesso a uma educação de qualidade;

Ao meu pai, Rigoberto, pelo aprendizado prático através do princípio da dúvida metódica. Observando-o, desde a infância, aprendi que mais que respostas são importantes os questionamentos e a capacidade de elaborar boas perguntas, acredito que este lugar me tornou um pesquisador;

Às minhas avós, Maria Augusta e Maria Oneide (*In memoriam*), sem dúvida, as maiores incentivadoras na minha jornada acadêmica e profissional;

Ao meu avô Antônio Moreira (*In memoriam*), que mesmo sem ter tido acesso à educação formal, trilhou os mais áridos caminhos para proporcionar a minha mãe e aos meus tios a oportunidade de estudar;

Ao meu avô Joaquim Moreira (*In memoriam*) que, nos momentos de distância dos meus avós biológicos souberam dar a minha mãe o afeto e as oportunidades necessárias para torná-la esse grande exemplo de mulher na minha vida;

Ao meu avô Manoel Nunes (*In memoriam*) que sempre acreditou no poder da educação investindo nos estudos do meu pai e dos meus tios;

À tia Jane pela parceria, incentivo e compartilhamento de momentos felizes e aflições, ensinando-me, com seu jeito único, o verdadeiro significado da vida;

Aos meus tios, Gilberto Chaves e Maria das Graças Veras, por oportunizar minha vinda do interior (São Luís do Curu-CE), contribuindo nos meus primeiros passos para vida acadêmica e profissional em Fortaleza;

Ao meu padrasto, Francisco Antônio Furtado, pelo incentivo e por proporcionar a oportunidade de acesso à educação superior;

Aos (as) primos (as) e tios (as), em especial aos meus tios Antônio Alfredo (*In memoriam*), Fransquinha Nunes (*In memoriam*), Luís Nunes (*In memoriam*), Zé Nunes (*In memoriam*), Zilce Moreira (*In memoriam*), Maria Moreira (“Moreira”) (*In memoriam*), Maria Moreira (“Maria Moça”) (*In memoriam*) e Pedro Jucá (*In memoriam*), pela contribuição, através de estórias e memórias, influenciando minha busca do conhecimento e formação;

As minhas tias, Ângela, Hermínia, Ana e Gorete, pelo incentivo e por acreditar em minha vida acadêmica e profissional;

Ao professor Dr. Carlos Alberto Etchevarne, pela orientação e confiança na pesquisa;

Ao professor Dr. Antonio Gomes de Souza Filho pela coorientação, colaboração nas análises das cerâmicas e apoio na pesquisa;

Às professoras, Dra. Fabiana Comerlato (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB) e Dra. Maria Conceição Soares Meneses Lage (Universidade Federal do Piauí) pela contribuição e aceite ao convite na participação da banca;

Ao Laboratório de Espectroscopia Raman do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará e toda sua equipe pela ajuda e contribuição nas análises das cerâmicas, em especial ao professor Dr. Antonio Gomes, Wendel Oliveira e Ivo Fernandes que contribuíram diretamente na análise e interpretação dos dados gerados pela Espectroscopia Raman;

Aos meus irmãos Chesley Chaves, Kalyne Chaves, Gabriel Chaves, Samuel Chaves, Moisés Moreira e João Moreira, aos meus sobrinhos Lucas e Maria Dulce e à minha cunhada Vilmaria Barros, pela compreensão nos meus momentos de ausência;

À Silmara Rávyna Chaves, Hilmaria Rayane Chaves, Thiery Chaves e Flora Nunes, pelo incentivo diário e por compartilhar lutas e momentos especiais de irmandade;

Ao Museu Casa de Quinca Moreira e sua equipe (Luiza Sousa (Nega), Larissa Sousa, Vitória Régia Moreira, Luiza Maria Moreira, Antônio Victor Moreira, Jenifer Damasceno, Débora Romualdo, Mariana Barroso, Vilaci Moreira e Marília Barroso) pelo companheirismo, trabalho e dedicação na preservação da memória e cultura locais;

À comunidade de Salgado dos Moreiras;

À Universidade Federal do Ceará - UFC, pelo apoio e incentivo em meu processo de formação e qualificação profissional;

Ao Memorial da UFC e sua equipe, pela convivência diária, estímulo e contribuição, em especial, Gerda Holanda, Mônica Gonçalves, Marcela Texeira, Gregory Beviláqua, Rejane Mendonça, Rafael Vieira, Fátima Bessa, e Érica Pinho;

Às amigas e museólogas Graciele Siqueira e Josiane Vieira, e à amiga e bibliotecária, Gislene Guerra, pela colaboração, incentivo e acolhida nos momentos de aflição durante a escrita da dissertação;

Ao amigo e museólogo Saulo Moreno, pelo incentivo e colaboração no momento da escrita do projeto de seleção;

Ao amigo e fotógrafo Éden Barbosa pela contribuição no registro das peças;

Ao Instituto Cobra Azul de Arqueologia e Patrimônio - ICA e sua equipe em especial, João Moreira, pelo incentivo e contribuição e Daniel Luna, por sua teimosia que acabaram se tornando estímulos para seguir na arqueologia e por sua contribuição na pesquisa, principalmente na elaboração dos gráficos, tabelas e imagens;

À Renata Dantas e Marília Barroso pela colaboração no processo de análise de Laboratório das cerâmicas arqueológicas;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pela oferta do curso de Pós-Graduação em Arqueologia e Patrimônio Cultural, proporcionando um ambiente criativo e amigável;

Aos professores do curso, pela contribuição e compartilhamento de suas experiências acadêmicas e profissionais em especial à professora Sabrina Damasceno (*In Memoriam*) pelo incentivo e contribuição;

Aos (as) amigos (as) e colegas após-graduação, no compartilhamento de suas experiências e presentes ao longo dessa jornada, em especial as amigas Dilaila Paixão e Flávia Santana Paranaguá pela contribuição, nas dificuldades da escrita com descontração e incentivo;

A todos (as) os (as) amigos (as), colegas e pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, contribuindo e incentivando, o meu muito obrigado!

RESUMO

A conservação pode ser considerada uma área fundamental para os estudos arqueológicos ao possibilitar a preservação e o entendimento acerca das alterações sofridas pelos objetos no processo pós-deposicional. Neste sentido, a análise organoléptica e os estudos arqueométricos ampliam consideravelmente o entendimento dos fatores e aspectos que influíram e influem na conservação ou na alteração/degradação dos objetos arqueológicos. Nesse sentido, esta pesquisa tem por objetivo a elaboração de um diagnóstico do estado de conservação da coleção de cerâmicas arqueológicas pertencentes ao sítio Jericoacoara I, localizado na praia de mesmo nome, no município de Jijoca de Jericoacoara-CE, através de estudos arqueométricos e tafonômicos. Para esta pesquisa foi considerada uma amostragem de 50% ou mais de cada grupo cerâmico (Papeba, Mina e Tupiguarani) presente na coleção e a partir dos processos de alteração/degradação encontrados físicos (deformações; abrasões, ocasionadas pela ação dos ventos; perdas ocasionadas por ação antrópica), químicos (presença de sais, em decorrência da região praieira) e biológicos (desenvolvimento de microrganismos, relacionados à umidade; desestruturação de peças, em decorrência da vegetação) foi possível selecionar algumas peças para a análise de espectroscopia Raman com o objetivo de caracterizar os materiais presentes na pasta. A partir do diagnóstico com base na análise organoléptica e o estudo da caracterização dos materiais é possível relacionar os elementos presentes nas cerâmicas com os processos tafonômicos relacionados ao ambiente pós-deposicional na coleção. Os estudos arqueométricos têm possibilitado o desenvolvimento de pesquisas na área de conservação de cerâmicas arqueológicas, auxiliando na caracterização dos materiais que foram empregados na manufatura dos artefatos e como estes podem ser alterados em contato com o ambiente e as condições de armazenamento. Assim, os dados gerados através da pesquisa nos trazem evidências que ajudam a pensar sobre o acelerado processo de erosão das peças cerâmicas tendo em vista que as incisões nas peças podem contribuir para o desenvolvimento dos processos erosivos em sua superfície, como também para a proliferação de microrganismos em decorrência dos canais gerados.

Palavras-chave: cerâmicas arqueológicas; ambientes dunares; diagnóstico de conservação; estudos arqueométricos e tafonômicos; espectroscopia Raman.

ABSTRACT

Archaeological conservation processes are vital to understanding any changes suffered by artifacts during the post-depositional process. Organoleptic analysis and archeometrics have likewise contributed to shedding light on factors that may impact the conservation or alteration/degradation of archaeological objects. In this study, we employed archeometric and taphonomic studies to establish a diagnosis of the state of conservation of archaeological ceramics found in the Jericoacoara I site, in the municipality of Jijoca de Jericoacoara, Ceará, Brazil. We considered a sample of 50% or more per ceramic group (Papeba, Mina and Tupiguarani). Artifacts were selected for Raman spectroscopic analysis and characterization based on their alteration/degradation processes, which were either physical (deformations; wind-related abrasions; damage caused by anthropic action), chemical (presence of sea salts) or biological (emergence of microorganisms owing to humidity; destructuring of artifacts caused by vegetation). The above procedures were deployed in order to establish connections between the elements found in the collection of ceramics and the taphonomic processes of the post-depositional environment. Archeometric researches have enabled the publication of studies on the conservation of archaeological ceramics, thus contributing to the characterization of materials used to manufacture various artifacts and explain how these may undergo alterations based on their environment and storage conditions. Our investigation concluded that the surface incisions found in the artifacts have the potential to accelerate erosion and thus contribute to the proliferation of microorganisms as a consequence of the resulting crevices.

Keywords: archaeological ceramics; dune environments; conservation diagnosis; archeometric and taphonomic studies; Raman spectroscopy.

LISTA DE SIGLAS

FTIR	Espectroscopia de Absorção no Infravermelho
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
PRONAPA	Programa Nacional de Pesquisa Arqueológica
SERS	Surface Enhanced Raman <i>Spectroscopy</i>
SHINERS	Shell-isolated nanoparticle-enhanced Raman Spectroscopy
SPHAN	Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1	Total de peças analisadas, considerandlamoto o processo de erosão.	p. 137
Gráfico 2	Processo de erosão do grupo cerâmico - mina.	p. 138
Gráfico 3	Processo de erosão do grupo cerâmico papeba.	p. 138
Gráfico 4	Craquelê geral.	p. 139
Gráfico 5	Craquelê cerâmica mina.	p. 140
Gráfico 6	Craquelê cerâmica papeba.	p. 140
Gráfico 7	Craquelê cerâmica papeba com incisão e sem incisão.	p. 141
Gráfico 8	Incisões cerâmica mina.	p. 142
Gráfico 9	Incisões cerâmica papeba.	p. 142
Gráfico 10	Delaminação na cerâmica mina.	p. 143
Gráfico 11	Delaminação na cerâmica papeba.	p. 144
Gráfico 12	Manchas na cerâmica mina.	p. 145
Gráfico 13	Manchas na cerâmica papeba.	p. 145
Gráfico 14	Espectro Raman da análise no ponto b da amostra ST2773.30. O comprimento de onda da excitação foi 532 nm.	p. 161
Gráfico 15	Espectro Raman da análise das amostras ST2888.29, ST2773.30, ST2885.59, ST1565.12 e ST208720. O comprimento de onda da excitação foi 532 nm.	p. 171
Gráfico 16	Espectro Raman da análise das amostras ST2077.1, ST2773.30, ST2885.59, ST2260.5, ST11565.12 e ST2885.59. O comprimento de onda da excitação foi 532 nm.	p. 175

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Mapa da localização do Sítio Jericoacoara I com a identificação de suas concentrações.	p. 58
Figura 02	À esquerda, podemos observar cauxi e, à direita, caraipé.	p. 81
Figura 03	Imagens de microscópio óptico identificando a presença de cauxi, quartzo e caraipé analisadas por Oliveira <i>et al.</i> , 2020.	p. 82
Figura 04	Abrasões generalizadas sobre a camada de tratamento da peça ST2311.	p. 85
Figura 05	Abrasões generalizadas sobre a camada de tratamento da peça ST2886.55.	p. 86
Figura 06	Riscos generalizados sobre a camada de tratamento da peça ST2892.30	p. 88
Figura 07	Riscos generalizados sobre a camada de tratamento da peça ST2886.36 e ST2886.61	p. 89
Figura 08	Peça ST2892.85 com processo de desgaste das bordas (arredondamento).	p. 90
Figura 09	Peça ST2892.85 com processo de desgaste das bordas (arredondamento).	p. 90
Figura 10	Peça ST2481.4 e ST2481.5 em elevado processo de erosão possuindo orifícios superficiais.	p. 91
Figura 11	Peça ST2260.4 e ST2260.5 em elevado processo de erosão possuindo orifícios superficiais.	p. 92
Figura 12	Peça ST1501.2 com elevado processo de craquelê possuindo perdas de suporte.	p. 93
Figura 13	Peça ST1276.2 com elevado processo de craquelê.	p. 94
Figura 14	Peça ST1276.2 com elevado processo de craquelê.	p. 95
Figura 15	Peças ST732.2 e ST732.3 apresentando craquelê elevado e processo de erosão em decorrência do desprendimento do craquelê.	p. 96
Figura 16	Peça ST2575.1 apresentando perda da volumetria em decorrência da erosão.	p. 97

Figura 17	Erosão pontual elevada na peça ST2404.21	p. 98
Figura 18	Erosão pontual elevada superficial	p. 99
Figura 19	Erosão pontual eleva na margem da peça e pontual superficial ao centro.	p. 99
Figura 20	Peça com face em processo de erosão total elevada.	p. 100
Figura 21	Fragmento com decoração incisa e elevado processo de erosão que acaba impossibilitando a visualização das incisões em alguns pontos.	p. 101
Figura 22	Peça com processo inicial de erosão próximo das incisões.	p. 102
Figura 23	Peça ST2260.4 e ST2260.5 com processo de erosão na parte interna da pasta causando delaminação.	p. 104
Figura 24	Processo de erosão da parte interna da pasta causando delaminação.	p. 105
Figura 25	Processo de erosão da parte interna da paste causando delaminação – perfil da peça ST2260.3 e ST2422.5	p. 106
Figura 26	Perda de suporte na borda da peça relacionada à abrasão.	p. 107
Figura 27	Quebra na peça ST2080.3	p. 108
Figura 28	Excremento de animais de grande porte sobre a superfície da peça ST2773.28	p. 109
Figura 29	Manchas pontuais na cor preta sobre a erosão da peça ST2892.36.	p. 110
Figura 30	Peça ST149 com erosão e manchas generalizadas na cor verde possivelmente relacionadas ao desenvolvimento de agentes biológicos.	p. 111
Figura 31	Peça ST1423.3 com manchas generalizadas na cor verde possivelmente relacionadas ao desenvolvimento de agentes biológicos.	p. 112
Figura 32	Peça ST2055.5 possui manchas de fuligem e/ou tratamento de superfície e manchas negativas, possivelmente, de raízes	p. 113
Figura 33	Peça ST2583.9 possui manchas generalizadas na cor	p. 114

verde/cinza, possivelmente relacionadas a processos de erosão e agentes biológicos.

- | | | |
|-----------|--|--------|
| Figura 34 | Peça ST2583.9 possui manchas generalizadas na cor verde/preta, possivelmente relacionadas a processos de agentes biológicos. À direita, podemos observar detalhes. | p. 115 |
| Figura 35 | Peça ST2447.6 com manchas negativas. | p. 117 |
| Figura 36 | Face interna e externa da peça ST2773.30, possuindo numa das faces manchas da cor preta sobre as incisões. | p. 118 |
| Figura 37 | Manchas na cor branca sobre a superfície da peça ST1578.19, possivelmente relacionadas à eflorescência de sais. | p. 120 |
| Figura 38 | Pontos na cor branca e preta localizados na delaminação da peça, possivelmente relacionadas à eflorescência de sais. | p. 121 |
| Figura 39 | Resíduo pontual de base na extremidade inferior da peça ST2579.13. | p. 123 |
| Figura 40 | Resíduo (mancha) fosca e brilhosa relacionada a registro anterior na peça ST2569.6. | p. 124 |
| Figura 41 | Mancha fosca de cola entre as peças ST2271.1 e ST2271.4, relacionadas ao processo de remontagem das peças. | p. 125 |
| Figura 42 | Face externa das peças ST2056.2, ST2056.3 e ST2190.3 que foram remontadas e apresentam cores distintas que estão relacionadas aos processos tafonômicos. | p. 126 |
| Figura 43 | Face interna das peças ST2056.2, ST2056.3 e ST2190.3 que foram remontadas e apresentam cores distintas que estão relacionadas aos processos tafonômicos. | p. 127 |
| Figura 44 | Peças ST1540.2, ST1540.3, ST1540.5, ST1540.6, ST1540.7 e ST1540.10 remontadas que apresentam manchas de fuligem. | p. 128 |
| Figura 45 | Rachadura atingindo as duas faces da peça ST2885.36. | p. 129 |
| Figura 46 | Presença de pedaço de material orgânico na pasta da | p. 130 |

	peça ST27, ST28 e ST544, evidenciada pela rachadura.	
Figura 47	Peça ST687 evidenciando uma grande quantidade de antiplásticos com rachadura.	p. 132
Figura 48	Peça ST2886.36 e ST2886.61 em processo de erosão e rachaduras.	p. 133
Figura 49	Mapa conceitual dos processos tafonômicos da coleção de cerâmicas do Sítio Jericoacoara I.	p. 135
Figura 50	Microscópio - Witec laser confocal Raman.	p. 156
Figura 51	Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058.	p. 157
Figura 52	Imagens geradas a partir das primeiras análises Raman.	p. 160
Figura 53	Área analisada da peça ST2887.20.	p. 164
Figura 54	Área analisada da peça ST1565.12	p. 165
Figura 55	Área analisada da peça ST2888.29.	p. 166
Figura 56	Área analisada da peça ST2773.30	p. 167
Figura 57	Área analisada da peça ST2077.1.	p. 168
Figura 58	Área analisada da peça ST2260.5 e ST2260.4.	p. 169
Figura 59	Área analisada da peça ST2885.59.	p. 170
Figura 60	Gráfico de Niessen (2010) identificando espectro Raman de Anatase (TiO_2) e Rútilo (TiO_2), no qual identificamos as bandas características destes minerais e espectros resultados de sua mistura.	p. 178
Figura 61	Quadro de imagens de microscopia óptica da área analisada representando as manchas na cor preta.	p. 197
Figura 62	Quadro de imagens de microscopia óptica da área analisada representando o material granular na cor branca.	p. 197
Figura 63	Transformações esquemáticas dos óxidos de ferro abaixo de 750°C.	p. 199

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Identificando os modos vibracionais Raman (cm^{-1}) de cada amostra analisada	p. 171
Tabela 2	Identificação dos modos vibracionais Raman (cm^{-1}) de cada amostra analisada.	p. 175

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	Caminhos Teóricos e Metodológicos para o Diagnóstico de Conservação em Arqueologia	20
2	ABORDAGEM TEÓRICA E METODOLÓGICA ACERCA DA CONSERVAÇÃO DE CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS EM AMBIENTES DUNARES.....	27
2.1	Sítios Arqueológicos em Ambientes Dunares	28
2.2	Contexto da Cerâmica Arqueológica no Brasil	36
2.3	A Conservação de Acervos Arqueológicos	45
2.4	Contexto do Sítio Arqueológico de Jericoacoara I	55
3	ELABORAÇÃO DO ESTUDO TAFONÔMICO DA COLEÇÃO DE CERÂMICAS DO SÍTIO JERICOACOARA I	64
3.1	Diagnóstico do estado de Conservação	77
3.2	O uso da Espectroscopia Raman em Coleções Arqueológicas	146
3.3	Análise e Interpretação do Caráter Componential das Cerâmicas Arqueológicas de Jericoacoara I	154
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	208
	REFERÊNCIAS	215
	GLOSSÁRIO	226

1 INTRODUÇÃO

Esta é uma pesquisa sobre o diagnóstico de conservação da coleção de cerâmicas do sítio Jericoacoara I, localizado no município de Jijoca de Jericoacoara, região oeste do litoral cearense. Este estudo é baseado no processo de análise da composição material das cerâmicas através da Espectroscopia Raman e a identificação dos processos tafonômicos da coleção no contexto pós-deposicional.

O interesse pelo tema é fruto do meu percurso na área de preservação da cultura material, iniciada por volta de 2004 na cidade de São Luís do Curu (município localizado na Ribeira do Curu, pertencente a região metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará), quando minha avó Maria Oneide, aos embalos de sua rede, me contava sobre sua chegada ao Ceará, fazendo o percurso inverso de seus avós, que haviam migrado para a região norte do país fugidos das secas que assolavam o nordeste brasileiro.

Dentre estas histórias, destaco a que remete ao período em que minha avó lavava roupa na curva do Rio Curu e ficava curiosa com as incisões em formato de pilão no lajeiro que servia de base para “quarar” suas roupas e que, segundo seu sogro, meu bisavô "vovô Sabino", como era carinhosamente chamado, eram pedras usadas como pilões por grupos indígenas que haviam povoado a região. Ao mesmo tempo em que contava suas memórias e estórias, vó Oneide ia produzindo peças e falando do processo de produção, que se iniciava no crochê passando pela costura, bordado, pintura têxtil, renda de bilros e até mesmo em algumas ocasiões a produção de cerâmica utilitária para uso na Fazenda Estreito. Sobre esse último, revelava a dificuldade que tinha em realizar a queima das peças em cerâmica e o auxílio que recebia de “Dona Maria Marreca”², como era popularmente conhecida sua comadre e moradora da Fazenda Estreito, e que desenvolvia a técnica de produção da cerâmica há muito tempo para fins utilitários. Essas memórias alimentaram minha curiosidade e me instigaram a conhecer mais sobre os grupos

²Maria da Silva, popularmente conhecida por Dona Maria Marreca, foi moradora da antiga Fazenda Estreito, no município de São Luís do Curu-CE. Por volta da primeira metade do Século XX, se destacou como “loiceira” da região, onde tirava o barro da croa do Rio Curu e produzia peças utilitárias, chegando a ensinar o ofício para algumas mulheres da região, dentre suas aprendizes estava a senhora Maria Oneide.

que haviam povoado a região, além das problemáticas em torno do processo de produção e queima das cerâmicas.

Quando chegavam as férias, distanciava-me das histórias de vó Oneide e me aproximava da avó Maria Augusta, que morava na comunidade de Curral Grande, no município de São Gonçalo do Amarante-CE. Vó Augusta era parteira, costureira, tecelã e a pessoa que rezava nos netos para curar os “quebrantos”, ofício herdado de sua mãe, a “vó Hermínia”. Vó Augusta também criava produtos com a palha de carnaúba e fazia queijo, mas o que mais me tocava eram as histórias de força enfrentadas por sua mãe, das inúmeras vezes que tiveram que partir de uma comunidade para outra, pois não possuíam casa própria, além da necessidade de estar sempre mudando em decorrência do ofício de sua mãe como parteira.

Alimentado e determinado a conhecer a história da minha região, mudei-me em 2012 para Fortaleza com o objetivo de cursar graduação em história, o curso que mais se aproximava dos meus anseios. Essa mudança levou-me a conhecer a Escola de Artes e Ofícios Thomaz Pompeu Sobrinho, onde ingressei nos cursos de conservação e restauro, com o objetivo de auxiliar na preservação do acervo que foi sendo constituído a partir da Coleção que iniciei em 2004.

Essa coleção foi formada a partir das memórias familiares de minhas avós, mas aos poucos pude perceber que, para além da história familiar, a coleção tratava sobre o processo de ocupação da minha região, a Ribeira do Curu. Assim, em 2019, a coleção se transformou no Museu Casa de Quinca Moreira, na comunidade rural de Salgado dos Moreiras, município de São Gonçalo do Amarante-CE.

Pelo trabalho que já vinha desenvolvendo na região a partir do registro dos relatos orais e a coleta de material para a coleção, em 2014, através de uma reunião entre a comunidade de Salgado dos Moreiras e a equipe de arqueólogos que participavam do processo de escavação dos sítios Caiçara e Salgado, o primeiro no território que compreende a comunidade e o segundo localizado na comunidade vizinha de mesmo nome, no município de São Gonçalo do Amarante-CE, conheci a equipe do Instituto Cobra Azul de Arqueologia e Patrimônio. A escavação ocorreu em função do processo de licenciamento ambiental da Linha de Transmissão Faísa-Pecém, na qual foram encontrados vestígios importantes para pensar o processo de ocupação do estado do Ceará. Devemos destacar que o sítio Salgado se caracteriza por um sítio de ocupação colonial e o sítio Caiçara como ocupação indígena, sendo de grande importância para pensar processo de ocupação da região. Ao tratar sobre

a localização do sítio Caiçara, Verônica Viana (2018) destaca que, mesmo estando localizado distante da praia, este sítio “se insere no ecossistema costeiro. [...] configura-se como o primeiro a fornecer uma sequência significativa de datações e, juntamente com um sítio da praia de Sabiaguaba, [...] fornece a datação mais antiga do litoral e de todo o território cearense” (VIANA, 2018, p. 62-63). Na reunião, compartilhei com a equipe um pouco do trabalho que desenvolvia na região e do interesse pela Arqueologia, e assim fui convidado para participar de um grupo de estudo sobre o tema, onde tive o primeiro contato com a área, participando também de atividades de campo no interior do estado.

Ao considerar as datações destes sítios litorâneos do Ceará e sua importância para as pesquisas arqueológicas no estado, passei a me interessar pelo processo de degradação na qual estas coleções oriundas destes sítios arqueológicos podem sofrer em decorrência das questões ambientais relacionadas ao seu contexto.

Em 2014, já no curso de história na Universidade Federal do Ceará - UFC ingressei como servidor da Instituição para o cargo de técnico de laboratório de conservação e restauro de bens culturais móveis no Memorial da UFC. Ao iniciar os trabalhos de conservação, percebi a necessidade de consolidar e criar protocolos e metodologias de conservação e restauração de acervos no âmbito da Instituição, considerando que as ações eram desenvolvidas de forma pontual por alguns profissionais das áreas da informação como biblioteconomia, museologia e arquivologia. Assim, pelo meu campo de atuação e a variedade de acervos da Instituição, havia a necessidade de ampliar as ações de conservação desde coleções gráficas até mesmo coleções arqueológicas salvaguardadas pela UFC. Assim, em 2016, é criado o Laboratório de Conservação e Restauro – LACOR, ligado ao Memorial da UFC, que passou a atuar não só no suporte do tratamento dos acervos do Memorial da UFC, mas como um espaço voltado para as ações em toda a Instituição dada à demanda dos procedimentos de conservação e restauração dos acervos da Universidade, se destacando ações formativas, consultorias, diagnóstico do estado de conservação de acervos e coleções, projetos de criação de locais de guarda, e conservação e restauração de acervos da UFC.

O LACOR para além de um laboratório de tratamento de acervo vem atuando na UFC como um local de pesquisa e produção de conhecimento tendo em vista à necessidade de se pensar a conservação dos nossos acervos levando em

consideração as predisposições destes e as variações ambientais locais. Assim, em 2016, fui selecionado para um estágio profissional no Ateliê de Conservação Restauração - ATECOR ligado a Fundação Catarinense de Cultura - FCC em Florianópolis- SC. O estágio foi dividido em aulas teóricas e práticas com a equipe do ATECOR, contribuindo para uma nova visão da conservação-restauração de acervos a partir da prática laboratorial e a relação interdisciplinar da área.

O contato com a Arqueologia e a experiência que fui criando na área de conservação e restauro, me fez integrar, em 2016, a equipe do Instituto Cobra Azul de Arqueologia e Patrimônio (Fortaleza-CE) na função de consultor, na área de conservação de acervos arqueológicos, aprofundando cada vez mais o assunto. O Instituto que recentemente havia se tornado Instituição de Pesquisa e Guarda no estado, passou a salvaguardar duas importantes coleções ligadas ao litoral cearense: a primeira pertencente ao sítio Jericoacoara I (advinda do município de Jijoca de Jericoacoara-CE) e a segunda referente ao sítio Aldeia Trairi I (advinda do município de Trairi-CE), sendo as duas coleções ligadas ao litoral oeste do Estado do Ceará. Atualmente, estas coleções servem de base para diferentes estudos acerca da Arqueologia cearense, sendo necessária uma série de cuidados de conservação que atuem na garantia da preservação destas tipologias de acervos para as pesquisas atuais e futuras.

A partir dessas experiências, pude perceber também que os acervos arqueológicos, assim como quaisquer outros, demandam uma série de cuidados de conservação, a fim de garantir a preservação, tanto do ponto de vista da salvaguarda e musealização, como também da informação para a pesquisa. Diante do processo de degradação na qual estes acervos estão sujeitos, e considerando toda a cadeia operatória da Arqueologia (do campo ao laboratório) devemos destacar que se faz necessário o entendimento mútuo dessas áreas de conhecimento. Dessa forma, cabe à Arqueologia considerar o uso adequado de técnicas e procedimentos pautados na conservação do acervo, assim como para a área da Conservação o entendimento dos métodos e das informações geradas pela Arqueologia para atuar na preservação dos objetos arqueológicos.

Assim, tendo em vista todo o trabalho desenvolvido no Memorial da UFC e a experiência adquirida através da consultoria em conservação e restauro de acervos arqueológicos no Instituto Cobra Azul de Arqueologia e Patrimônio – ICA, pude perceber a relevância dos estudos acerca do diagnóstico de conservação, que

podem contribuir para o desenvolvimento das práticas de conservação a partir do desenvolvimento de protocolos e metodologias que venham possibilitar o desenvolvimento da área de conservação. O diagnóstico de conservação é uma ferramenta capaz de contribuir não só para o entendimento de uma dada coleção, mas como uma metodologia capaz de direcionar os procedimentos necessários para o tratamento dos acervos, assim como entender seus diferentes processos de alteração.

1.1. Caminhos Teóricos e Metodológicos para o Diagnóstico de Conservação em Arqueologia

Podemos, então, entender as relações entre a Arqueologia e Conservação na construção de reflexões acerca destas áreas e como estas podem contribuir para o prolongamento da vida útil do material arqueológico nas diferentes fases da cadeia operatória da Arqueologia. Segundo J. M. Cronyn (1990) a Conservação pode ser entendida como área integrante e essencial para a pesquisa arqueológica ao proporcionar a preservação de elementos importantes para o desenvolvimento do estudo em torno do material coletado em escavação (CRONYN, 1990).

Portanto, esta pesquisa é baseada no diagnóstico de conservação da coleção de cerâmica do sítio Jericoacoara I, com base na análise organoléptica³, através do estudo das características físicas macroscópicas e da análise arqueométrica de forma amostral, através da Espectroscopia Raman no Laboratório de Física da Universidade Federal do Ceará. Ao abordar conceitos e instrumentos fundamentais para o trabalho de conservação das coleções presentes em instituições culturais, Yacy-Ara Froner e Luiz Antônio Cruz Souza (2008) afirmam que o diagnóstico é “um meio textual de medir os riscos tendo por base o reconhecimento dos fatores de degradação [...] construído a partir de enfoques determinados – um espaço específico, uma coleção ou um agente específico” (FRONER; SOUZA, 2008, p. 17).

De abordagem qualitativa, esta pesquisa está embasada metodologicamente em pesquisa bibliográfica e documental relacionadas ao tema, ajudando a

³ Observação direta através dos sentidos (vista, tato, olfato etc.). (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 131)

compreender um pouco mais sobre a formação da coleção e o contexto no qual as peças foram encontradas. Maria Cecilia de Souza Minayo (2010, p. 57) conceitua o método qualitativo como “[...] aquele que se aplica ao estudo da história, das relações, das representações, das crenças, das percepções e das opiniões, produtos das interpretações que os humanos fazem a respeito de como vivem”. Esse método, por meio do seu fundamento teórico, permite desvelar os processos sociais ainda pouco conhecidos referentes a grupos particulares e propicia a construção de novas abordagens, revisão e criação de novos conceitos durante a investigação (MINAYO, 2010). Assim, nesta pesquisa, a abordagem qualitativa se baseia nos agentes de alteração da coleção, identificados através da análise organoléptica, que foram tomados como base na seleção de amostras para o uso da espectroscopia Raman, auxiliando na identificação dos processos tafonômicos da coleção.

A preservação de cerâmicas arqueológicas implica em procedimentos teórico-metodológicos específicos, conciliando a Arqueologia e a Conservação nos processos de escavação, coleta e guarda, além de entender a constituição material dos bens e a relação com o ambiente e contexto pós-deposicional (LIMA, 2016). Para isso, é necessário o entendimento dos conceitos acerca do patrimônio arqueológico e sua legislação nacional e diretrizes internacionais que norteiam os critérios necessários para o desenvolvimento da Arqueologia, seja na gestão ou na produção do conhecimento científico.

No Brasil, os critérios de preservação do patrimônio cultural são efetivados a partir da criação do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) criado em 1937, através da Lei nº 378 de janeiro de 1937 que passa a gerir o patrimônio brasileiro.

Outro decreto brasileiro que merece destaque é o Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, que trata sobre a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional, criando o tombamento como um dos mecanismos de preservação do país com a criação dos livros de tombos, na qual podemos destacar o livro do tomo “Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico” que, para nossa análise, será importante no pensamento acerca da preservação dos acervos arqueológicos.

No contexto mundial, podemos ressaltar a elaboração da Recomendação de Nova Delhi, em 5 de novembro de 1956, a partir da Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura que

ocorreu em Nova Delhi, na qual destacou em seu texto o patrimônio arqueológico e as medidas necessárias à sua preservação.

Nesse contexto, no Brasil é criada a Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961 que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Esta lei vai tratar sobre o patrimônio arqueológico que passa a ser patrimônio da União independentemente do local onde for encontrado, garantindo a preservação do patrimônio arqueológico no Brasil.

Com a Constituição Brasileira de 1988, um novo conceito de patrimônio cultural no Brasil é inaugurado, ao agregar as práticas imateriais, destacando em seu Art. 216 que,

Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (BRASIL, 1988, Art. 216).

Em 2009, através do Decreto nº 6.844, de 07 de maio de 2009, é criado o Centro Nacional de Arqueologia (CNA) que passa a tratar e ser responsável pelas ações voltadas ao patrimônio arqueológico no Brasil. Com a criação do CNA observa-se uma maior efetivação dos procedimentos de salvaguarda do patrimônio arqueológico.

Com a criação da Instrução Normativa Nº 001, de 25 de março de 2015, que trata sobre o processo de licenciamento ambiental, há uma maior efetivação das pesquisas arqueológicas no Brasil, pois a normativa passa assegurar o desenvolvimento de projetos de pesquisa voltados para a preservação dos acervos arqueológicos, ao destacar,

Art. 48. Será revogada a autorização concedida pelo IPHAN quando:

I - constatado descumprimento do TCA ou de atividades aprovadas com base na presente IN;

II - constatada a ausência do Arqueólogo Coordenador, ou do Arqueólogo Coordenador de Campo, do local de realização dos procedimentos autorizados e conforme cronograma aprovado; e
III - constatada a má conservação ou guarda inadequada dos bens arqueológicos durante as etapas de campo e laboratório (BRASIL, 2015, Art. 48).

Assim, podemos observar a partir do Art. 48 da Instrução Normativa N° 001, de 25 de março de 2015, uma preocupação com a conservação e guarda do acervo arqueológico, sendo considerado um dos critérios de revogação da autorização concedida pelo Órgão.

Com a criação da Portaria N° 196, de 18 de maio de 2016, que “Dispõe sobre a conservação de bens arqueológicos móveis, cria-se o Cadastro Nacional de Instituições de Guarda e Pesquisa, o Termo de Recebimento de Coleções Arqueológicas e a Ficha de Cadastro de Bem Arqueológico Móvel”, temos uma maior efetivação das ações de conservação nas áreas de guarda de acervos arqueológicos criando protocolos padronizados para as instituições museológicas, de guarda e pesquisa, sendo um marco para a área de conservação no Brasil.

Assim, com a criação da Portaria N° 196 há uma maior efetivação dos procedimentos de conservação de acervos arqueológicos nas unidades de guarda de acervos ao considerar a efetivação da portaria, assim como é cada vez maior a necessidade de se pensar em protocolos e metodologias que considere não só o contexto da guarda destes acervos como também os processos de alteração gerados no sítio arqueológico que podem contribuir para o entendimento dos materiais da coleção e assim garantir sua preservação. Diante deste contexto, esta pesquisa tem por objetivo elaborar um diagnóstico do estado de conservação da coleção de cerâmicas do sítio Jericoacoara I, possibilitando o entendimento dos diferentes processos de alteração/degradação⁴ da coleção no contexto pós-deposicional.

Considerando o prazo limitado para a realização de um mestrado, o estudo da coleção foi feito por amostragem. A partir da análise organoléptica com vistas ao diagnóstico de conservação da coleção foram selecionados os itens que apresentam um panorama amplo das diferentes alterações que ocorrem na coleção e assim

⁴Para esta pesquisa será considerado o uso do termo alteração/degradação em virtude do uso da terminologia alteração pela arqueologia, considerando também que estas alterações dentro da conservação são compreendidas como agentes de deterioração, por essa similaridade optamos por usar os termos de maneira integrados.

geram questões importantes quanto à desestruturação dos materiais que ajudam na identificação dos processos tafonômicos⁵ da coleção. Neste sentido, podemos traçar comparação entre a composição do suporte, o ambiente e os processos de alteração/degradação. A análise organoléptica e os dados gerados pela arqueometria podem ampliar consideravelmente o entendimento dos fatores e aspectos que influíram e influem na conservação ou na deterioração dos objetos.

Os estudos arqueométricos⁶ têm possibilitado o desenvolvimento de pesquisas na área de conservação de cerâmicas arqueológicas, auxiliando na identificação dos materiais que foram empregados na manufatura dos artefatos e como estes podem ser alterados em contato com o ambiente e as condições de armazenamento. Com isso, vem auxiliando a preservação dessa tipologia de bens culturais, bastante presente em acervos e coleções no Brasil. Silvia Cunha Lima (2016) afirma que estes estudos,

[...] tem colaborado para determinação de características tecnológicas específicas da cerâmica, identificação de matérias-primas e observação de produtos de alteração desse material, com o intuito de elucidar os processos de interação entre objeto e ambiente de deposição, para a compreensão dos agentes modificadores do registro arqueológico e do estado de conservação dos objetos. Esses estudos também têm permitido a caracterização físico-química de complexos cerâmicos, gerando novos dados para a interpretação cronológica e espacial do registro arqueológico (LIMA, 2016, p. 547).

A partir da identificação dos materiais constituintes das peças, podemos mapear os possíveis processos de alteração/degradação que estes desenvolvem ao longo de sua vida útil, além de entender a influência do contexto pós-deposicional do sítio nos processos de alteração/degradação das peças.

⁵ Estes estão relacionados aos processos de alteração dos artefatos durante o processo pós-deposicional. Em arqueologia, a tafonomia pode ser entendida como o estudo dos processos físicos e químicos de alteração causados pela ação humana, de animais ou de agentes naturais que modificam um organismo após sua morte, sendo incorporado a depósitos geológicos sedimentares. (WINTER, FAGUNDES e RODRIGUES, 2010; LAMOTTA; SCHIFFER, 2005)

⁶ Os estudos arqueométricos são caracterizados pelo uso da arqueometria. A arqueometria segundo Luis Carlos Duarte Cavalcante, José Domingos Fabris e Igor Linhares Araújo (2015) ao ser aplicado ao estudo de cerâmicas arqueológicas pode ser “utilizada como uma ferramenta complementar nas investigações arqueológicas, área de conhecimento que vem ganhando espaço no cenário científico, com abordagens direcionadas ao entendimento do comportamento cerâmico, desde a preparação, secagem, até o uso, conferindo dados próprios das ciências naturais” (CAVALCANTE; FABRIS; ARAÚJO, 2015, p. 206)

A pesquisa bibliográfica e documental é, sem dúvida, uma das etapas mais importantes da pesquisa, pois subsidiará a análise do processo de formação do sítio Jericoacoara I, de seu contexto arqueológico e de suas coleções, possibilitando o entendimento da coleção de cerâmicas, considerando os processos tafonômicos sofridos pela coleção relacionados aos agentes químicos, físicos e biológicos. Esta etapa também possibilitará entender sobre as ferramentas metodológicas usadas na pesquisa, como a tafonomia e arqueometria (tendo por base os estudos de Espectroscopia Raman) e a formação dos sítios de ambientes dunares ao considerar as questões relativas a esta tipologia de ambientes e como este contexto podem influenciar nestes processos de alteração/degradação das peças arqueológicas.

Dessa forma, elabora o diagnóstico de conservação do sítio Jericoacoara I é de extrema importância para o entendimento dos processos de alteração desta coleção, como também entender de que forma os diferentes materiais empregados na produção dessas peças se portaram as variações ambientais no ambiente dunar, ao considerar o contexto arqueológico do sítio.

Assim, espera-se que este diagnóstico possa ser utilizado como ferramenta, em momento posterior à elaboração da dissertação, na construção de quadros cerâmicos comparativos para procedimentos padronizados em outras partes do Brasil, entendendo os processos de alteração/degradação das cerâmicas arqueológicas de ambientes dunares e auxiliando no desenvolvimento dos processos teórico-metodológicos de gestão e preservação do patrimônio arqueológico.

Assim, a pesquisa é organizada em quatro momentos básicos:

- 1) interpretação da dinâmica dunar e da ação do intemperismo, na alteração/degradação do modelamento. Identificar a força ou intensidade desses agentes sobre o campo contextual é fundamental para compreender as marcas de alterações que estão presentes nos fragmentos cerâmicos;
- 2) Análise e interpretação do caráter composicional das cerâmicas dunares de Jericoacoara, mediante exame espectroscópico utilizando a técnica de espalhamento Raman no Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará coordenado pelo Prof. Antonio Gomes de Souza Filho. Entender a composição da pasta cerâmica é fundamental para saber a

forma em que elementos químicos reagem aos diferentes agentes intempéricos;

- 3) Interpretação do resultado da ação dos agentes tafonômicos no corpo físico dos fragmentos cerâmicos;
- 4) Elaboração de um diagnóstico tafonômico geral do sítio e de seus efeitos sobre os fragmentos cerâmicos.

Com base nestes quatro momentos da pesquisa, a dissertação estrutura-se em dois capítulos: O primeiro capítulo, que trata sobre a abordagem teórica e metodológica da pesquisa, considerando o contexto dos sítios arqueológico em ambientes dunares, as pesquisas em torno da cerâmica arqueológica que nos possibilita o entendimento acerca desta tipologia de acervos, a conservação de acervos arqueológicos considerando que esta pesquisa é voltada para o diagnóstico de conservação, sendo necessário as discussões dos conceitos norteadores da área e o contexto do sítio arqueológico Jericoacoara I, destacando seu contextos ambientais para interpretar a coleção e assim entender sobre o processo de alteração/degradação das peças arqueológicas.

O segundo capítulo é baseado no estudo tafonômico da coleção de cerâmicas do sítio Jericoacoara I, destacando a importância da análise organoléptica e os principais critérios usados para o desenvolvimento desta etapa da pesquisa, assim como a metodologia aplicada para o estudo amostral das peças que foram analisada do ponto de vista da caracterização de seus materiais no Laboratório de Espectroscopia Raman do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, que possibilitou a caracterização dos materiais presentes na pasta cerâmica e assim interpretar os processos de alteração/degradação das cerâmicas arqueológicas considerando o contexto arqueológico do sítio e tendo como base pesquisas voltadas para a preservação de acervos e coleções.

Ao final da dissertação, consta um glossário com as terminologias usadas nesta pesquisa, que ajuda o leitor no entendimento e aplicação destes conceitos, para a compreensão do diagnóstico de conservação da coleção de cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara I.

2 ABORDAGEM TEÓRICA E METODOLÓGICA ACERCA DA CONSERVAÇÃO DE CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS EM AMBIENTES DUNARES

Neste capítulo, buscaremos abordar os princípios teóricos que norteiam esta pesquisa levando em consideração a compreensão do objeto ora estudado, que é caracterizado pelas cerâmicas arqueológicas pertencentes ao Sítio Jericoacoara I, que aqui pretendemos trabalhar a partir de quatro momentos. O primeiro como parte das discussões acerca dos sítios arqueológicos de ambientes dunares, trazendo um pouco mais sobre o contexto geral desta categoria de sítio. No segundo momento buscaremos trabalhar um pouco sobre a formação dos sítios de cerâmicas arqueológicas no contexto do Brasil, levando em consideração as questões tecnológicas pertencentes a esta tipologia de acervos. O terceiro momento trata sobre a conservação de acervos arqueológicos, trazendo importantes contribuições para o campo da conservação e do entendimento das coleções e sua relação com o ambiente na qual estão inseridas. E o quarto aborda o contexto do sítio arqueológico Jericoacoara I, para entender um pouco mais sobre a formação da coleção arqueológica e como ela está organizada. Estes aspectos são fundamentais, pois nos dão base ao entendimento e interpretação do dado arqueológico.

Bruce Graham Trigger (2004), ao tratar sobre a interpretação arqueológica, destaca que a Arqueologia é uma ciência social, pois procura explicar o que aconteceu a determinados grupos que viveram no passado, fazendo generalizações para interpretar suas mudanças culturais, pois, ao contrário de outras áreas do conhecimento, o arqueólogo não tem acesso a essas pessoas. Assim, cabem a estes profissionais a interpretação de elementos que ajudem na compreensão dos grupos e o entendimento de suas relações sociais através da cultura material deixada (TRIGGER, 2004). O autor destaca que,

A arqueologia infere comportamento humano, e também ideias, a partir de materiais remanescentes do que pessoas fizeram e usaram, e do impacto físico de sua presença no meio ambiente. A interpretação de dados arqueológicos depende da compreensão de como seres humanos se comportam no presente e, em particular, de como esse comportamento se reflete na cultura material. Os arqueólogos também têm de recorrer a princípios uniformitaristas para que possam valer-se do entendimento de processos biológicos e geológicos contemporâneos na interferência de como tais

processos ajudaram a configurar o registro arqueológico. (TRIGGER, 2004, p. 19)

Portanto, cabe ao arqueólogo o uso de ferramentas que lhe auxiliem no processo de interpretação do dado arqueológico e assim produzir informações acerca dos grupos, sua cultura material e as relações sociais existentes. Ao tratar sobre a importância do contexto arqueológico na interpretação dos dados Ian Hodder (1988) destaca que,

Todo objeto existe ao mesmo tempo em muitas dimensões significativas e, portanto, onde há dados, é possível acompanhar exhaustivamente uma densa rede de associações e contrastes até o fim até que se construa uma interpretação do significado. A totalidade das dimensões relevantes de variação de qualquer objeto pode ser identificada como o contexto desse objeto. (HODDER, 1988, p. 167) [Tradução nossa]⁷

Segundo Hodder (1988) a ideia de que a cultura material é um texto de leitura, existe há muito tempo. Para o autor, a importância dessa analogia aumenta quando o arqueólogo quer descobrir os significados do comportamento do passado (HODDER, 1988). Neste sentido, é importante abordar nesta pesquisa as características acerca da formação dos sítios de ambientes dunares ao considerar o sítio Jericoacoara I, que dará base para a análise das cerâmicas arqueológicas abordadas nesta pesquisa e, assim, pensar os processos tafonômicos relacionados a estes ambientes.

2.1 Sítios Arqueológicos em Ambientes Dunares

Ao tratar das pesquisas arqueológicas realizadas no litoral brasileiro e sua importância na percepção do processo de ocupação das regiões (SCATAMACCHIA, 1991; SOUSA, 2011) se refere à ocupação do litoral como sendo de,

[...] grupos pescadores-coletores-caçadores correspondentes aos sambaquis da região Sul e Sudeste. Na região Norte e Nordeste,

⁷Texto original: Todo objeto existe al mismo tiempo en muchas dimensiones significativas, y por ello, allí donde hay datos, es posible seguir exhaustivamente y hasta el final toda una densa red de asociaciones y contrastes hasta construir una interpretación del significado. La totalidad de las dimensiones relevantes de variación de cualquier objeto puede identificarse con el contexto de ese objeto. (HODDER, 1988, p. 167)

encontram-se vestígios de grupos pescadores-coletores-caçadores-ceramistas, cujas datações existentes apontam para as ocupações mais antigas de grupos ceramistas no Brasil. (SCATAMACCHIA, 1991 *apud* SOUZA, 2011, p. 27)

Gabriela Martin (1997) ao se referir sobre a ocupação pré-histórica do litoral do Nordeste, explica que os sambaquis eram jazidas arqueológicas formadas pelo acúmulo de moluscos bivalves que serviam de alimento para grupos pré-históricos permanentes ou sazonais que se estabeleciam nas áreas litorâneas ricas em peixes e moluscos, e que no litoral de Santa Catarina e São Paulo alguns sambaquis chegaram a alcançar 30 metros de altura, mas que em sua maioria foram destruídos pela ação do homem, pois serviram de matéria prima para a produção de cal e aterros da construção de casas (MARTIN, 1997).

Neste sentido, é fundamental destacar o papel dos primeiros pesquisadores brasileiros que atuaram ativamente no desenvolvimento da Arqueologia brasileiro e na preservação do material arqueológico. Para André Prous (2019), merece destaque o trabalho desempenhado pelo antropólogo Luís de Castro Farias (Museu Nacional), José Loureiro Fernandes (Universidade do Paraná) e Paulo Duarte (intelectual e político brasileiro) na preservação do patrimônio arqueológico e na promoção da formação de pesquisadores no Brasil, destacando-se também os trabalhos de escavação realizados por eles em sambaquis de Santa Catarina (Cabeçuda), Paraná (Matinhos) e São Paulo (Piaçaguera) (PROUS, 2019).

Neste processo de incentivo à formação de pesquisadores para atuarem em sítios arqueológicos no Brasil, merece destaque a vinda de pesquisadores estrangeiros que passaram a contribuir na formação deste campo, na qual podemos destacar o geógrafo francês Joseph Emperaire e a arqueóloga e professora francesa Annette Laming-Emperaire que atuaram na escavação de sítios no interior do Paraná e sambaquis no Paraná e São Paulo; o americano Wesley Hurt Jr. com os trabalhos realizados em Lagoa Santa e os sambaquis de Laguna (SC) e do Paraná; A. Bryan com o trabalho de escavação desenvolvido em Forte Marechal Luz; o casal Orssich que atuou no litoral do Paraná e do Espírito Santo; o espanhol Valentin Calderón, com as primeiras escavações sistemáticas no Recôncavo da Bahia; o casal norte-americano Clifford Evans e Betty J. Meggers com os trabalhos voltados para a região amazônica; e o alemão P. Hilberts que contribuiu com o casal Evans, dando continuidade ao trabalho na região amazônica (PROUS, 2019). Assim, podemos

perceber que as pesquisas desenvolvidas por estes estrangeiros estavam voltadas em sua maioria para o estudo e escavações dos sambaquis do litoral brasileiro.

Ao tratar sobre os sítios de coletores-pescadores no litoral meridional, central e nordestino do Brasil, Prous (2019) afirma que os sambaquis são os mais conhecidos sítios do litoral, mas não são os únicos, existindo desde sítios relacionados à cultura sambaquieira até outras comunidades. Ao caracterizar cada um destes sítios, o autor destaca os processos de formação destes, trazendo um pouco do seu contexto e como foram encontrados. Dentre os sítios do litoral que o autor destaca estão: os esconderijos, identificados como locais isolados com objetos enterrados sejam como forma de guarda ou por razão ritual; os sítios rupestres, identificados a partir de paredões gravados, em sua maioria localizados em ilhas; os sambaquis fluviais, formados a partir do resto de conchas e moluscos; os acampamentos conchíferos, sítios litorâneos de coletores-pescadores com que possuem morfologia distinta dos sambaquis, correspondendo a outras culturas; os acampamentos meridionais (Rio Grande do Sul - São Paulo), “fáceis meridionais” dos acampamentos, pouco numerosos se comparados aos “sambaquis stricto sensu”; incursões dos caçadores-coletores interioranos no litoral meridional, caracterizando-se por indústria típica do interior; e os sítios do litoral nordestino (estados da Bahia e do Maranhão), sítios de coleta e pesca do nordeste também conhecidos como “sambaquis” que entram, segundo o autor, no conceito de sítios acampamentos (PROUS, 2019).

Prous (2019), ao contextualizar os sítios do litoral nordestino, aponta para características importantes que nos ajudam a entender o processo de formação do contexto dos sítios arqueológicos da região e os processos na qual os sítios presentes nesta região podem sofrer em relação às predisposições do ambiente. O autor destaca que o ambiente dos sítios do litoral nordestino difere do que ocorre no Sul,

[...] o litoral nordestino não é separado das terras interioranas por nenhuma barreira orográfica. Apenas existe uma pequena falésia com cerca de 10 metros de altura, que corre ao longo do litoral e corresponde aos depósitos areno-argilosos da formação Barreiras, erodidos durante as sucessivas fases de avanços do mar. Dessa forma, esse litoral é ocupado, sobretudo, por longas praias dunares, cortadas por algumas baías; se pode ir facilmente da costa para o interior das terras (PROUS, 2019, p. 388).

Para Prous (2019), os sítios do litoral nordestino presentes em dunas ainda são pouco estudados arqueologicamente, destacando os processos de alteração/degradação destes em decorrência da ação antrópica, realizada por colecionadores e turistas. Esta ação se dá principalmente em decorrência da retirada irregular de peças dos sítios, durante seu processo de afloramento em decorrência das dinâmicas dunares, ou seja, as peças acabam passando por um processo de movimentação, na qual acabam sendo cobertas e descobertas, dentro do sítio arqueológico (PROUS, 2019).

Ao tratar sobre sítios em contextos dunares, devemos destacar a pesquisa intitulada *Sítios Dunares: contribuição a arqueologia do Sub-médio São Francisco* de Carlos Alberto Etchevarne (1991) que aborda sobre a formação dos sítios sobre dunas fluviais às margens do Rio São Francisco. Na pesquisa o autor aponta sobre a escassa bibliografia referente a sítios desta natureza, destacando que, no Brasil, essas publicações estavam voltadas para outras unidades geomorfológicas como os sítios sobre dunas do litoral, justificando sua escolha pelo tema a partir da “[...] singularidade do padrão de ocupação ali evidenciado, único não somente no âmbito da região sanfranciscana, como também no da arqueologia brasileira” (ETCHEVARNE, 1991, p.10).

Martin (1997) ao observar a formação de sítios pré-históricos dunares no litoral do Rio Grande do Norte, já destacava o processo de interferência da ação eólica que acaba aflorando o material em superfície. A autora destaca que “os sítios pré-históricos dunares do Rio Grande do Norte apresentam grandes quantidades de material lítico que, por efeito da ação eólica, ficam ao descoberto e identificam-se facilmente pelo brilho que apresentam sob o sol” (MARTIN, 1997, p. 149), mostrando o processo de movimentação e exposição que o material arqueológico oriundo de sítios dunares pode sofrer durante o processo pós-deposicional. Martin (1997) complementa falando do estranhamento no primeiro momento da identificação destes materiais em meio às dunas que a leva a pensar sobre o processo de modificação geomorfológica ocorrido na área, destacando que,

À primeira vista parece insólito a presença do material lítico e cerâmico, indicadores de assentamentos pré-históricos, no meio das dunas, “habitat” inaceitável, mas levando-se em conta as modificações geomorfológicas ocorridas na área, pode-se ver que o ambiente, no passado, era muito diferente. Basta se observar o aspecto das atuais lagoas vivas, situadas entre dunas na mesma

região e nas proximidades do sítio do Fim do Mundo, como a lagoa do Genipabu, que possui pesca abundante, olhos 'água doce e está rodeada de cajueiros nativos na margem ainda não ameaçada pelas dunas, para compreender as condições de habilidade que desfrutaram os antigos assentamentos, hoje mascarados pelo avanço das areias. Foi na beira dessas depressões lagunares e em córregos, hoje secos, onde se assentaram essas populações pré-cerâmicas e cerâmicas. (MARTIN, 1997, p. 150)

Para Carmelo Fernández Ibáñez (1990), os ecossistemas desenvolvem papel fundamental no processo de conservação dos sítios arqueológicos. Assim se faz necessário, nesta pesquisa, o entendimento do ecossistema de sítios em ambientes dunares, pois para o autor, o estado de conservação dos materiais encontrados durante a escavação são frutos das ações e dinâmicas existentes no contexto arqueológico, destacando os agentes naturais (que compreendem todos os agentes ambientais) e artificiais (que compreendem as ações antrópicas) (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990).

Ao tratar sobre os ecossistemas que de maneira mais direta atuam como agentes de degradação das peças no sítio arqueológico, pois são responsáveis pelo desequilíbrio, Fernández Ibáñez (1990) destaca o ar e solo como elementos fundamentais para o entendimento dos processos de alteração dos sítios arqueológicos afirmando que o ar,

[...] reúne todos os agentes naturais externos: chuva, vento, gelo, granizo, enfim, todos os agentes responsáveis pelo clima. Da mesma forma, este ecossistema atua sobre as mudanças e variáveis de umidade relativa, temperatura e luz, embora estes últimos fatores influenciem fundamentalmente o objeto uma vez extraído e, portanto, condicionarão o novo microclima. Por fim, devemos destacar que este ecossistema influenciará decisivamente o seguinte ecossistema: Solo. O solo constitui o meio que realmente mantém uma relação mais direta com o objeto, que estabelecerá com ele relações de equilíbrio com o passar do tempo. Reúne os fatores de atividade físico-química e biológica sobre os objetos enterrados e portanto, no momento da escavação será necessário conhecer o tipo de solo com que se trata. Como já dissemos acima, o solo tem uma relação estreita, assim como outros fatores internos (degradação da rocha mãe, lençóis freáticos, ações biológicas); Tudo isso contribui gradativamente para formar e/ou modificar o conjunto de diferentes tipos de terrenos ou horizontes que formam o chamado Edafotossistema de um determinado local; no nosso caso, de um

sítio arqueológico. (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990, p.15) [Tradução nossa]⁸

Assim, o autor nos faz compreender a importância do contexto no entendimento das alterações dos materiais, auxiliando o arqueólogo e o conservador na identificação dos fatores de alteração/degradação que o dado arqueológico pode sofrer durante o processo pós-deposicional e como estes materiais podem se portar durante a escavação.

Ao considerar as publicações e pesquisas em arqueologia que tratam de sítios do Ceará, observamos que nas últimas décadas tem crescido bastante os estudos arqueológicos voltados para a costa cearense. Nota-se que isto se dá pelo aumento da arqueologia de contrato e pelo número cada vez maior de cearenses seguindo a formação em pós-graduação na área. Devemos destacar que, por muito tempo, as pesquisas realizadas no Ceará eram desenvolvidas por Instituições de outros Estados e que os materiais coletados, em muitos dos casos, não eram mantidos no território cearense. Segundo Viana (2018),

Com relação à preservação e à construção de conhecimento científico acerca da arqueologia do Ceará, cumpre-nos ressaltar que o advento de muitos empreendimentos na zona costeira, com um aumento exponencial na década de 2000, em virtude da instalação de parques geradores de energia eólica, trouxe à tona a existência de sítios arqueológicos que, nessas áreas, aparecem em profusão, elevando a quantidade de sítios cadastrados na costa. Esses dados geraram um balanço desproporcional, se comparados aos dados das regiões serranas e sertanejas, o que, de fato, apenas demonstra um desequilíbrio numérico entre obras realizadas nas zonas costeira e continental. (VIANA, 2018, p. 26)

⁸Texto Original: [...] aglutina todos los agentes naturales exteriores: lluvia, viento, hielo, granizo, en definitiva, todos los agentes responsables del clima. Del mismo modo, este ecosistema actúa en los cambios y variables de humedad relativa, temperatura, y luz aunque estos últimos factores influyen en el objeto fundamentalmente una vez que ha sido extraído y por ello, condicionarán al nuevo microclima. Finalmente debemos destacar que este ecosistema va a influir de manera decisiva en el ecosistema siguiente: Suelo. El suelo constituye el medio que realmente mantiene una relación más directa con el objeto, que establecerá con él relaciones de equilibrio con el objeto, que establecerá con él relaciones de equilibrio con el pasodeltiempo. En él se aglutinan los factores de actividad físico-química y biológica sobre los objetos enterrados y por ello, en el momento de la excavación, será necesario conocer el tipo de suelo con el que nos enfrentemos. Como yadijimos arriba, el suelo guarda una estrecha relación, así como otros factores internos (degradación de la roca madre, aguas subterráneas, acciones biológicas); todo ello contribuye paulativamente a ir formando y/o modificando el conjunto de los diferentes tipos de tierras u horizontes que forman el denominado Edafosistema de un determinado lugar; en nuestro caso, de un yacimiento arqueológico. (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990, p.15)

Neste sentido, é importante destacar algumas pesquisas voltadas para o estudo da arqueologia na costa cearense que nos dão base para pensar e entender as dinâmicas que ocorrem nestes ambientes litorâneos, tendo por base nosso estudo voltado para os sítios de ambientes dunares no Ceará, e compreender também a formação destes sítios levando em consideração sua cultura material.

Luci Danieli Avelino de Sousa (2011) em seu trabalho intitulado *Os grupos pré-históricos da Praia de Sabiaguaba, Fortaleza/CE - Brasil*, a autora faz uma análise acerca do perfil cerâmico e lítico presentes no Sítio Sabiaguaba, localizado na praia de mesmo nome, definindo suas características tecnológicas e analisando a disponibilidade dos recursos alimentares no ecossistema marinho e flúvio-marinho do sítio. A autora classifica a partir das características do perfil cerâmico do grupo como pertencentes à fase Papeba a partir de sua similaridade com essa tradição, se destacando o processo de tratamento da superfície e paredes finas das cerâmicas, não se caracterizando como Tradição Tupiguarani. Sousa (2011) destaca ainda que por muito tempo as pesquisas da costa brasileira se limitaram aos estudos dos sambaquis e que é cada vez maior a necessidade de estudos voltados para grupos ceramistas que ocuparam o litoral e que não constituíram sambaquis e que também não são filiados à Tradição Tupi-Guarani (SOUSA, 2011).

Karlla Andrêssa Soares (2012) ao se deparar com uma variabilidade de artefatos em condições nãoestratificadas no Sítio Serrote I, localizado na enseada de Jericoacoara elabora a pesquisa intitulada *Caracterização do(s) grupo(s) ceramista(s) da enseada de Jericoacoara, extremo litoral noroeste do estado do Ceará: subsídios tecnológicos, crono-estratigráficos e etno-históricos*, na qual analisa o conjunto cerâmico, com a finalidade de elaborar o perfil cerâmico, além de registros etno-históricos para tentar entender o processo de ocupação e reocupação de grupos que foram responsáveis pela formação do sítio arqueológico.

João Nilo de Souza Nobre (2013) em seu estudo *Memória social e espacialidade de grupos ceramistas em Trairi, CE*, realiza identificação das semelhanças entre a espacialidade e a tecnologia do sítio Boa Esperança registrado em 1996 com o sítio Aldeia de Trairi localizado por moradores em 2011, pertencentes ao município de Trairi-CE e de tradição Tupi-Guarani. O autor realiza estudo no material cerâmico com a finalidade de caracterizar os perfis técnicos do sítio e assim suas comparações técnicas, para identificar as semelhanças e variações do conjunto cerâmico. O autor destaca que uma das impossibilidades de

se identificar espacialmente as áreas adjacentes do sítio Boa Esperança está relacionada aos fatores pós-deposicionais, relacionados à urbanização e à dinâmica eólica litorânea, que acabam levando a perda da informação de materiais adjacentes ao sítio, mas que as datações através de termoluminescência apontam para a contemporaneidade dos artefatos dos sítios, além da semelhança dos perfis cerâmicos (NOBRE, 2013).

Everaldo Gomes Dourado (2015) em sua pesquisa *Modos de Habitabilidade dos grupos ceramistas: dispersão e dinâmica dunar na praia de Flecheiras, em Trairi, no Ceará* na qual o autor realiza um estudo acerca de quatro assentamentos (Trairi I, II, III e IV) localizados na praia de Flecheiras, no município de Trairi-CE, de grupos ceramistas ligados à Tradição Tupi-Guarani e Cabocla, foram identificados também material de lascamento, núcleos e percutores em quartzo e material malacológico, identificados através de procedimentos de arqueologia preventiva. Nesta pesquisa, o autor identifica o padrão de assentamento destes, tendo em vista a relação com o bioma na qual estão inseridos e seus aspectos tecnológicos, destacando os fatores de alteração pós-deposicionais e como estes fatores podem influenciar nas análises arqueológicas (DOURADO, 2015).

Já Thalison dos Santos (2018), em sua pesquisa intitulada *Tecnologia Lítica e economia no sítio serrote de Jericoacoara: caracterização de uma indústria do Holoceno recente*, o autor trata sobre estudos da tecnologia lítica pré-histórica pertencente ao sítio Serrote, caracterizado como uma ocupação do holoceno localizado na praia de Jericoacoara no município de Jijoca de Jericoacoara. Na pesquisa, o autor analisa 1320 artefatos líticos provenientes das escavações ocorridas em 2010 e 2017, que foram encontrados em superfície e nas concentrações 1 e 2 de seis zonas de concentrações identificadas no sítio Serrote, realizando a caracterização da tecnologia do sítio a partir da análise tecnológica e funcional, tendo como base sua contextualização com outros sítios do litoral cearense. Assim, o autor conseguiu confirmar a múltipla funcionalidade da tecnologia lítica, sua versatilidade e diversidade de instrumentos, contribuindo para os estudos acerca da tecnologia lítica do litoral cearense e nordestino (SANTOS, 2018)

No Ceará, segundo Verônica Viana, Karlla Soares e Luci Danielli Souza (2007), no artigo *Os antigos habitantes da praia de Jericoacoara, Ceará: arqueologia, história e ambiente*, por todo o litoral podemos identificar a descobertas

de vestígios arqueológicos que nos levam a entender um pouco sobre as populações que passaram por este território sejam pré-históricas ou históricas, nos mostrando o potencial que estas fontes possuem para o desenvolvimento de novas pesquisas no campo da arqueologia no Estado.

Assim, podemos perceber a partir destes estudos realizados em sítios arqueológicos do litoral cearense a diversidade destes sítios, destacando-se os sítios de grupos ceramistas, mostrando a necessidade de se realizar estudos voltados para o conhecimento dos processos tafonômicos, garantindo a conservação destes acervos e o entendimento dos processos de alteração/degradação das coleções que podem auxiliar em sua salvaguarda em ambientes de guarda e na produção de informações para as pesquisas arqueológicas.

2.2 Contexto da Cerâmica Arqueológica no Brasil

Maria Sanz Najera (1988), ao tratar sobre a importância da cerâmica na pesquisa arqueológica, por ser um dos elementos que, na maioria das vezes, se encontra no melhor grau de preservação, e que pode estar presente nos mais variados contextos arqueológicos destaca que,

A cerâmica constitui um dos grupos mais importantes devido à sua abundância em escavações arqueológicas desde o Neolítico. O constituinte básico de toda pasta cerâmica é a argila misturada com um desengraxante para modificar sua plasticidade. O efeito térmico durante o processo de fabricação produz modificações estruturais, resultando em pastas mais ou menos duras ou porosas. O resultado é um material de grande estabilidade, o que explica porque é o mais bem conservado (em termos gerais) de todos os obtidos no registro arqueológico. (SANZ NAJERA, 1988, p. 68) [Tradução nossa]⁹

Neste sentido, Cláudia Alves (1991) destaca que as primeiras pesquisas desenvolvidas pela arqueologia brasileira foram desenvolvidas por profissionais das

⁹Texto Original: La cerâmica constituye uno de los grupos más importantes por su abundancia en las excavaciones arqueológicas desde el neolítico en adelante. El constituyente básico de toda pasta cerámica es la arcilla mezclada con un degreasante para modificar su plasticidad. El efecto térmico durante el proceso de elaboración produce modificaciones estructurales, dando como resultado pastas más o menos duras o porosas. El resultado es un material de gran estabilidad, lo que explica que sea el mejor conservado (en términos generales) de todos los que se obtienen en el registro arqueológico. (SANZ NAJERA, 1988, p. 68)

áreas de: Botânica, Zoologia, Geologia, Linguística, Geografia e Etnologia e que se caracterizavam,

[...] pela recuperação de objetos culturais líticos ou cerâmicos, que se encontravam em processo de destruição natural, ou depredados pelos mais diversos interesses. Um dos exemplos mais marcantes em nossa história é o da destruição dos sambaquis, provocada pela exploração industrial que os transformou em fontes de matéria-prima para a produção de cal. (ALVES, 1991, p. 13-14)

É no final do Século XIX e começo do Século XX na região amazônica, que têm início às pesquisas arqueológicas voltadas para o estudo de cerâmicas arqueológicas no Brasil com ênfase em seus grupos étnicos. Neste sentido, nota-se a necessidade que havia de se preservar o material arqueológico, que sofria pela alteração/degradação causada por agentes naturais e pela ação humana, como destacado pela autora no caso dos sambaquis do litoral brasileiro, que em alguns casos foram levados à total destruição, em função da exploração de seus materiais (ALVES, 1991).

Na região amazônica merece destaque o trabalho desenvolvido pelo casal norte-americano Clifford Evans e Betty J. Meggers que iniciaram, em 1949, escavações na foz do rio Amazonas e conseguiram estabelecer uma cronologia para as culturas encontradas na Ilha do Marajó. As datações destas pesquisas apontaram para uma introdução da cerâmica do Brasil bem mais antiga do que se imaginava e a sofisticação das peças na fase Marajoara apontavam para um desenvolvimento tecnológico e social não esperado pelo casal no contexto florestal (PROUS, 2019).

Prous (2019) destaca a importância do Seminário sobre a pesquisa em sítios cerâmicos a partir do método Ford realizado em 1964 e ministrado pelo casal Clifford Evans e Betty J. Meggers no Paraná, para a criação do Projeto Nacional de Pesquisa Arqueológica (Pronapa), desenvolvido entre o Museu Paraense Emílio Goeldi e pesquisadores do Sul e do Nordeste do Brasil em colaboração com o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN e a Smithsonian Institution (norte-americana) (Prous, 2019). O autor complementa que o Pronapa tinha como objetivo,

[...]promover durante os anos de 1965-1971 prospecções e testes (pequenas escavações rápidas visando elaborar, sem demora, um quadro geral das culturas brasileiras. Registraram-se milhares de

sítios, a maior parte pertencentes aos períodos mais recentes (com presença de cerâmica) da pré-história brasileira. Várias tradições ceramistas foram assim definidas, enquanto os resultados para períodos anteriores foram mais modestos, exceto no Rio Grande do Sul. Os sítios litorâneos, tipo sambaqui, foram pouco pesquisados, com exceção do Paraná, talvez por serem já bastante conhecidos e a metodologia escolhida não se aplicar com muito sucesso a eles (PROUS, 2019, p. 25-26).

Para Viviane Maria de Castro (2000), os estudos arqueológicos voltados para os grupos ceramistas do Nordeste brasileiro nos permitem perceber as distintas técnicas que estes grupos locais desenvolveram, nos levando a compreender a organização destes grupos e sua identificação a partir de sua cultura material (CASTRO, 2000).

É importante destacar que além de compreender os aspectos culturais e tecnológicos do grupo, o estudo acerca do processo de produção das cerâmicas arqueológicas permite compreender a natureza dos materiais empregados e como estes são aplicados no processo de produção, e assim estabelecer mecanismos que garantam a preservação destas peças para as gerações presentes e futuras, ao considerar que a presença destes elementos pode contribuir para o processo de degradação das peças em situações de variações ambientais. Outrossim, devemos considerar que as peças dentro de seu contexto arqueológico, podem sofrer processos de alteração/degradação físico-químicos influenciados por agentes presentes no solo ou pela movimentação ocasionada pela ação humana ou por animais no sítio arqueológico.

Castro (2000) destaca que apesar de haver na cultura material, objetos semelhantes, cada grupo acaba imprimindo características técnicas próprias em sua produção, na qual podemos identificar através do seu tratamento de superfície, tamanhos, formas, decorações e usos, que nos ajudam a compreender o grupo na qual foram produzidos (CASTRO, 2000). Estes elementos nos ajudam também a entender os processos de alteração/degradação na qual os materiais que compõem estes acervos podem sofrer e assim, a partir dessa dinâmica, traçar meios e mecanismos de preservação das coleções.

Neste sentido, merece destaque o trabalho desenvolvido por Fernando La Salvia e José P. Brochado (1989) com o título de *Cerâmica Guarani*, sendo considerado um dos clássicos da arqueologia brasileira voltados para o estudo de cerâmica. A obra elaborada em um formato de manual se destaca por ser a primeira

desta natureza que aborda as características e métodos de análises para a identificação da cerâmica Tupi-Guarani, trazendo elementos importantes não só para os estudos desta tipologia de cerâmica, mas dando base para outros estudos de cerâmica no Brasil.

Silvia Moehlecke Copé e Carolina Aveline Deitos Rosa (2008) destacam que os estudos da vida útil das cerâmicas arqueológicas nos permitem entender um pouco mais sobre os grupos que produziram as peças, entendendo aspectos como a produção, os usos, suas organizações, matéria-prima, dentre outros aspectos da vida social destes grupos. As autoras afirmam que,

A vida útil dos recipientes varia conforme os seguintes aspectos: a função, a resistência, o tamanho, a frequência de uso, os hábitos motores, a presença de animais domésticos. O estudo da vida útil dos recipientes permite compreender a formação do refugio, estimar demografia, estimar tempo de permanência, número de recipientes por unidade doméstica (status), proporção das categorias de recipientes (subsistência). As literaturas etnológicas e etno-arqueológicas nos permitem inferir os processos cognitivos envolvidos nas diversas escolhas e o possível contexto social da produção da cerâmica. (COPE; ROSA, 2008, p. 14)

Fernández Ibáñez (1990), ao tratar sobre os ecossistemas e sua influência sobre o material arqueológico, afirma que o conceito de alteração compreende os processos de degradação física e química que os objetos podem passar diante das alterações do ambiente no qual estão inseridos, sejam eles em superfície ou em profundidade, levando em consideração a estabilidade dos materiais ou alterações que estes estabelecem com o meio. Dessa forma, alguns objetos podem ser levados ao seu estado material natural ou preservados dependendo das dinâmicas existentes neste processo (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990). Para o autor, este processo,

Podem ser objetos enterrados, objetos que permaneceram no subsolo por determinado período de tempo e até objetos que permaneceram na superfície. Na realidade, a degradação nada mais é do que o equilíbrio ou estabilidade que o objeto estabelece com o ambiente que o rodeia (ou seja, um microclima). Para fins visuais, esta estabilidade se estabelece em toda uma série de relações como dissemos antes: deformações, lascas, perdas de volume... Em suma, na maioria dos casos, o material visa retornar à forma original daquilo que lhe deu origem. matéria constituinte. No caso do metal, por

exemplo, ele tenderá de certa forma a retornar ao seu valor original. (FERNÁNDEZ IBAÑEZ, 1990, p. 13) [Tradução nossa]¹⁰

Devemos considerar também que um dos principais desafios para a conservação do material arqueológico está relacionado às variações ambientais na qual as peças são submetidas desde o processo de escavação, ou seja, a quebra do equilíbrio ambiental entre os materiais e o meio, pois à medida que os objetos são retirados de seu contexto original podem sofrer alterações. Ao considerar o processo de escavação das cerâmicas e a quebra desse equilíbrio ambiental, Sanz Najera (1988) aponta que esse tipo de material é exposto “[...] subitamente às mudanças de temperatura e umidade, o que provoca a mobilização dos Sais sensíveis a essas mudanças. É um problema a tal ponto que pastas com alto grau de impregnação podem produzir eflorescência, lascas, esfoliar e até estourar” (SANZ NAJERA, 1988, p. 68)[Tradução nossa]¹¹.

Ao tratar sobre o processo de conservação dentro do projeto de escavação e as possíveis consequências na qual os objetos podem sofrer no momento da retirada de seu contexto arqueológico Nicholas P. Stanley Price (1984) destaca que,

O momento da escavação pode facilmente ser desastroso para os vestígios arqueológicos. Desde que foram abandonados, a sua deterioração está quase concluída, permanecendo num semi-equilíbrio com o seu ambiente imediato. Quando reexpostos pela escavação ficam sujeitos a uma mudança brusca na temperatura ambiente e na umidade relativa e no contato com a luz e o oxigênio. O objetivo da escavadeira deve então ser minimizar o impacto ambiental sofrido pelos restos mortais quando são extraídos e durante o seu estudo. Também durante a embalagem e transporte para armazéns no caso de objetos de mobiliário. (STANLEY PRICE, 1984, p. 17) [Tradução nossa]¹²

¹⁰Texto original: Puede tratarse de objetos enterrados, objetos que permanecieron bajo tierra durante un cierto espacio de tiempo e incluso, objetos que permanecieron en superficie. En realidad la degradación no es otra cosa que el equilibrio o estabilidad que el objeto establece con el medio que le rodea (es decir, un microclima). A efectos visuales, esta estabilidad se establece en toda una serie de relaciones como antes dijimos: deformaciones, escamas, pérdidas de volumen [...] En definitiva, en la mayor parte de los casos, el material pretende retornar ala forma originaria de lo que fuesu matéria constituyente. En el caso por ejemplodel metal tenderá em certa manera a tornar a sumena originaria. (FERNÁNDEZ IBAÑEZ, 1990, p. 13)

¹¹Texto original: [...] bruscamente a câmbios de temperatura y humedad, do cual provoca movilizaciones de las Sales sensibles a estos câmbios. Hasta tal punto es un problema, que las pastas con un alto grado de impregnación pueden producir eflorescências, picarse, exfoliarse e incluso estallar.(SANZ NAJERA, 1988, p. 68)

¹²Texto original: El momento de la excavación puede resultar fácilmente desastroso para los restos arqueológicos. Desde que fueran abandonados, su deterioro ha casiconcluido, quedando detenido en un semiequilibrio con su ambiente inmediato. Al ser reexpuestos por laexcavación, son sometidos a

A conservação arqueológica tem papel fundamental na escavação, pois tem o objetivo de minimizar a perda de informação no momento que o objeto é retirado de seu contexto. Neste sentido, a conservação e arqueologia podem ser áreas complementares ao considerar que o conservador necessita dos dados relacionados ao contexto dos objetos no momento de sua escavação e o arqueólogo precisa dos dados gerados pelo conservador-restaurador das interações entre o material coletado e seu ambiente pós-escavação e a possibilidade de obter novos dados a partir de suas análises (STANLEY PRICE, 1984; TENREIRO, 2000).

Para Carlos Alberto Santos Costa *et al.* (2021) em *Nota sobre a conservação de um púcaro cerâmico do Sítio Ladeira da Barroquinha, Salvador, Bahia*, com o processo de escavação e retirada dos materiais arqueológicos do sítio, a conservação integra as atividades que garantem o prolongamento da vida útil dos materiais, de maneira que não haja a interferência na leitura física e informacional do bem. Os autores complementam conceituando a preservação e a conservação, dando um aporte sobre seus limites e o campo de atuação. Para Costa *et al.* (2021),

Preservação é um conjunto de medidas e estratégias de ordem administrativa, política e operacional que contribui direta ou indiretamente para a integridade dos materiais; conservação refere-se a um conjunto de ações estabilizadoras que visam desacelerar o processo de degradação do patrimônio cultural, por meio de controle ambiental e tratamentos específicos – como higienização, reparos e acondicionamento; e, por fim, restauração é o conjunto de medidas que objetiva estabilizar ou reverter danos físicos ou químicos sofridos pelo bem ao longo do tempo, evitando interferências que afetem o valor estético e documental do patrimônio. Mais do que operar com conceitos, esse processo de evidenciação de definições serve para explicitar os limites das ações desenvolvidas no laboratório. (COSTA *et al.*, 2021, p. 362)

Ao tratar sobre o processo de desequilíbrio no qual os materiais podem sofrer no momento da escavação em relação a seu contato com a umidade do ar, Gael Guichen (1984) afirma que, no caso das cerâmicas, por ter como característica a porosidade,

un cambio brusco en su temperatura ambiente y humedad relativa y en su contacto con la luz y el oxígeno. El objetivo del excavador debe ser entonces minimizar el impacto ambiental que sufren los restos cuando son extraídos y durante su estudio. También durante su embalaje y transporte a los almacenes para el caso de objetos muebles. (STANLEY PRICE, 1984, p. 17)

Eles transportam água na forma líquida por capilaridade. Quando entram em contacto com água que contém gases solúveis (por exemplo, águas subterrâneas), absorvem-nos. Depois que o objeto é escavado, esses sais, que geralmente são higroscópicos, absorvem o vapor d'água do ar úmido ou cristalizam no ar seco. (GUICHEN, 1984, p. 35) [Tradução nossa]¹³

Assim, para compreender os fatores de deterioração das cerâmicas arqueológicas é necessário a identificação dos agentes de degradação que, para a arqueologia, estão relacionados aos processos de alteração/degradação do objeto e são considerados como agentes tafonômicos. Estes agentes podem contribuir no entendimento do contexto arqueológico, sendo relacionados ao processo pós-deposicional. Portanto, devemos destacar que os sítios litorâneos possuem uma dinâmica diferente dos demais sítios em decorrência do contexto dunar sendo exposto a incidência eólica, movimentação das dunas, ações do homem e, em muitos casos, processo de degradação ou movimentação das peças em decorrência do avanço do mar. Para Marlucia Lopes Silva (2003),

Deve-se aceitar que os sítios de dunas são exemplos das transformações de tipo extremo pelas quais pode passar um sítio arqueológico. Não obstante, deve ser lembrado que o pesquisador pode utilizar técnicas de coleta e interpretação mais adequadas à realidade dos fenômenos observados. Tais transformações geram a necessidade de compreensão dos seus efeitos na modificação do registro arqueológico dos sítios eólicos (SILVA, p. 55, 2003).

Em relação aos cuidados que devem ser tomados durante o momento da escavação, Gonzalo Ruiz Zapatero (2013) aponta que os arqueólogos precisam estar atentos a mecanismos de estabilização dos materiais que sofrem processos de deterioração em decorrência do rompimento de seu equilíbrio no momento da escavação, pois ao serem escavados e retirados do seu contexto, alguns materiais iniciam processos de degradação de forma rápida e grave, levando a perda de seus materiais (ZAPATERO, 2013).

Sanz Najera (1988), ao tratar sobre a conservação de cerâmica em arqueologia, afirma que a degradação da cerâmica se dá basicamente em

¹³Texto original: Transportan agua en forma líquida por capilaridad. Al ponerse en contacto con agua que conten gasales solubles (por ej. Águas subterrâneas), las absorben. Una vez que se excava el objeto, estas sales, que a menudo son higroscópicas, absorberán vapor de agua del aire humedo, o se cristalizarán en aire seco. (GUICHEN, 1984, p. 35)

decorrência da convergência de três elementos: o tipo de argila, o grau de queima e a presença de sais em contexto (SANZ NAJERA, 1988). A autora complementa destacando que,

Em relação à argila, o fator fundamental é a sua granulometria: quanto mais uniforme e menor ela for, melhor qualidade se pode esperar do produto cerâmico. A queima é outro aspecto básico que influencia a qualidade de um corpo cerâmico. Quanto mais uniforme for e quanto mais elevada for a temperatura (sem ultrapassar os limites de vitrificação ou de fusão), mais resistente será o produto acabado. A cozedura irregular produz massas com qualidades não homogêneas, sendo este um dos fenómenos que leva à esfoliação ao longo do tempo. Por outro lado, quanto melhor for a cozedura, menor será a porosidade e, portanto, a capacidade de ficar impregnado com sais nocivos. O terceiro factor a ter em conta, e que na maioria das vezes tem efeitos mais nocivos, é a presença de sais, nomeadamente os solúveis em água. Quer a cerâmica esteja enterrada, submersa no fundo do mar ou lago ou no ar, certos sais solúveis em água penetram pelos poros da pasta, depositando-se no seu interior. Outros sais não solúveis em água (especialmente carbonato e sulfato de cálcio) tendem a se depositar na superfície formando concreções. (SANZ NAJERA, 1988, p. 68).[Tradução nossa]¹⁴

Um dos desafios para a conservação e preservação das cerâmicas pode estar relacionado aos processos de degradação no qual Luiz Antônio Cruz Souza (2008), em seu estudo *Conservação Preventiva: controle ambiental vai* chamar de natureza “intrínseca” (SOUZA, 2008, p. 3) da matéria do objeto, ou seja, a composição química relacionada ao processo de produção destes artefatos e sua relação com o ambiente que se caracteriza pela ação de degradação “extrínseca” (SOUZA, 2008, p. 3). Segundo Souza e Froner (2008),

¹⁴Texto original: Respecto de la arcilla, el factor fundamental es su granulometría: cuanto más uniforme y pequeño sea ésta mejor calidad cabe esperar del producto cerámico. La cocción es otro aspecto básico que influye en la calidad de una pasta cerámica. Cuanto más uniforme sea esta y más elevada la temperatura (sin superar los límites de vidriado o fusión), más resistente será el producto acabado. Una cocción irregular produce pastas con cualidades no homogéneas, siendo este uno de los fenómenos que llevan a la exfoliación con el paso del tiempo. Por otro lado, cuando mejor sea la cocción menor será la porosidad, y por tanto la habilidad para impregnarse de Sales perjudiciales. El tercer factor a tener en cuenta, y que la mayoría de las veces es el de efectos más perjudiciales lo constituy el a presencia de sales, en particular los hidrosolubles. Tanto si la cerámica se encuentra enterrada, sumergida en el fondo marino o lacustre o al aire, determinadas Sales solubles en agua penetran a través de los poros de la pasta instalándose en el interior de la misma. Otras sales no hidrosolubles (en especial el carbonato y sulfato cálcico), tienden a depositarse en la superficie formando concreciones (SANZ NAJERA, 1988, p. 68)

[...] a cerâmica arqueológica pode ser encontrada em diversos estágios de conservação. As soluções que circulam no solo impregnam os materiais porosos com diversos tipos de sais, os quais irão se depositar no interior dos poros da cerâmica, formando cristais solúveis em água. Os sais influenciam nas reações de corrosão de natureza química; a variação da U.R. acentua o afloramento e a deposição de sais solúveis e insolúveis, gerando abrasão, ruptura e perda da coesão física do suporte (SOUZA; FRONER, 2008, p.11-12.).

Em linhas gerais é de fundamental importância o estudo das tipologias materiais e sua composição ao pensar mecanismos de preservação que sejam trabalhados a partir de suas especificidades, tendo como base a relação entre Conservação e Arqueologia.

Copé e Rosa (2008) destacam que, no processo de análise dos objetos arqueológicos, é importante considerar duas bases de constituição material, uma relacionada a objeto de origem na natureza que são apropriados e modificados pelos grupos e aqueles voltados para o domínio da pirotecnologia (fogo), ou seja, os artificiais nos quais podemos destacar a cerâmica, o vidro, a faiança, a louça e os metais (COPÉ; ROSA, 2008). Estes elementos são fundamentais na compreensão dos processos de alteração/degradação dos materiais cerâmicos, pois nos levam a entender como os materiais presentes na pasta se comportam ou se portaram no momento de sua queima e como isso vai interferir em sua preservação.

Ao tratar sobre a importância da pasta, para o entendimento do grupo, e considerando seus elementos característicos La Salvia e Brochado (1989) destacam que “a pasta é um elemento importante na definição do modo de produção, utilização e acabamento superficial. É comum torná-la como uma das bases para a definição do grupo e de suas relações com seus aparentados utilizando-se também e de forma incisiva, o antiplástico como diagnóstico” (LA SALVIA; BROCHADO, 1989, p. 12). Assim, para esta pesquisa, a pasta é elemento fundamental, pois a partir de sua caracterização, podemos entender um pouco sobre os processos de alteração/deterioração das peças, ao considerar a relação entre estes elementos intrínsecos com os valores extrínsecos e como estes elementos atuam no contexto pós-deposicional.

Além destas questões teóricas é importante compreender dentro do estudo documental e bibliográfico, um pouco sobre a legislação brasileira acerca do patrimônio com foco na gestão e preservação de acervos arqueológicos, pois sem

dúvida dão base e orientam aos profissionais e instituições de guarda destas coleções em todo o país.

2.3 A Conservação de Acervos Arqueológicos

A preservação de cerâmicas arqueológicas implica em procedimentos teórico-metodológicos específicos, conciliando a Arqueologia e a Conservação, nos processos de escavação, coleta e guarda, além de entender a constituição material dos bens e a relação com o ambiente e contexto pré e pós-deposicional (LIMA, 2016).

Para entender um pouco sobre a conservação, precisamos abordar sobre os conceitos-chaves acerca dos métodos de preservação dos bens culturais, neste caso, caracterizados pelas cerâmicas arqueológicas pertencentes ao sítio arqueológico Jericoacoara I. Assim, merece destaque para o entendimento do processo de elaboração do diagnóstico de conservação da coleção, que norteia o desenvolvimento desta pesquisa, o conceito de preservar¹⁵, que se torna basilar para o entendimento dos procedimentos de conservação e restauração, que atuam no prolongamento da vida útil dos acervos, sendo ferramentas necessárias para a garantia do patrimônio para as gerações atuais e futuras.

Devemos considerar que o campo da preservação do patrimônio foi sendo pensado ao longo do tempo a partir de diferentes abordagens, e teóricos que foram consolidando o patrimônio como uma área importante para o entendimento dos grupos e as relações sociais em torno da cultura material e das práticas culturais. Assim, para esta pesquisa, é importante também o entendimento dos conceitos de conservação e restauração que, segundo Salvador Muñoz Viñas (2010) o termo

¹⁵Significa proteger uma coisa ou um conjunto de coisas de diferentes perigos, tais como a destruição, a degradação, a dissociação ou mesmo o roubo; essa proteção é assegurada especialmente pela reunião, o inventário, o acondicionamento, a segurança e a reparação. Na museologia, a preservação engloba todas as operações envolvidas quando um objeto entra no museu, isto é, todas as operações de aquisição, entrada em inventário, catalogação, acondicionamento, conservação e, se necessário, restauração. Em geral, a preservação do patrimônio conduz a uma política que começa com o estabelecimento de um procedimento e critério de aquisição do patrimônio material e imaterial da humanidade e seu meio, cuja continuidade é assegurada com a gestão das coisas que tornaram objetos de museu, e finalmente com sua conservação. Neste sentido, o conceito de preservação representa aquilo que é fundamental para os museus, pois a construção das coleções estrutura o desenvolvimento e a missão do museu. A preservação constitui-se em um eixo da ação museal, sendo o outro eixo o da difusão aos públicos (DESWALLÉES; MAIRESSE, 2014, p. 79).

restauração no espanhol e em outros idiomas latinos é usado para descrever o conjunto mais amplo de atividades do restaurador, ou seja, as ações de conservação e restauração, as ações de restauração propriamente ditas que se diferenciam da conservação ou conservação preventiva (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 22). O autor complementa destacando sobre a ambiguidade existente entre estes conceitos, pois

Esta circunstância produz muitas confusões que dificultaram e dificultam qualquer reflexão minimamente rigorosa, porque nem sempre é possível distinguir com clareza em que sentido se está empregando a expressão. Em alguns textos, como os estatutos da E.C.C.O. [European Confederation of Conservator-Restorers' Organisations], por exemplo, se evita esta perigosa ambiguidade falando de conservation-restoration para descrever as atividades do conservator-restorer, isto é, do profissional de conservação e restauração. (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 22)

Cesare Brandi (2004) [1963] destaca em sua obra *Teoria da Restauração* critérios e problemáticas necessárias para o processo de intervenção de restauro em bens culturais, trazendo exemplos práticos dos problemas relacionados às intervenções. Sua obra serviu de base para a elaboração da Carta de Restauração de 1972, que se destaca por ser um instrumento que estabelece normas para as intervenções de restauro, além de proibir as interferências que apaguem a trajetória da obra de arte, como é o caso de adições de estilos.

Dessa forma, os conceitos de preservação, ou melhor, restauração e conservação de acervos foram sendo pensados com o passar dos tempos a partir das especificidades e realidade de cada país, ao perceber que, assim como os acervos, os locais onde eles estão inseridos possuem realidades distintas e é a partir desse contexto que se consegue elaborar meios e mecanismos para sua preservação.

Com a criação da Carta Internacional de Lausanne, em 1990, que trata sobre as questões acerca da gestão e proteção do patrimônio arqueológico, a conservação de acervos arqueológicos ganham um novo olhar dentro do panorama da preservação do patrimônio mundial. Em seu Art. 6º a carta destaca que,

Conservar in situ monumentos e sítios deveria ser o objetivo fundamental da conservação do patrimônio arqueológico, incluindo também sua conservação a longo prazo, além dos cuidados dedicados à documentação e às coleções etc., a ele relacionados.

Qualquer translação viola o princípio segundo o qual o patrimônio deve ser conservado no seu contexto original. Esse princípio enfatiza a necessidade da manutenção, conservação e gestão apropriadas. Decorre disso que o patrimônio arqueológico não deve ser exposto aos riscos e às consequências da escavação ou abandonado após a escavação, caso não tenham sido previstos os recursos necessários à sua manutenção e conservação. (CARTA DE LAUSANNE, 1990, p. 5)

É importante destacar que a Carta vai destacar a necessidade dos cuidados de conservação dos acervos arqueológicos em seu contexto, no momento da escavação e nos locais de guarda, mostrando a necessidade de se pensar em técnicas de conservação para os diferentes contextos e tipologia de materiais.

Segundo Muñoz Viñas (2010) as primeiras pesquisas relacionadas à aplicação da Ciência em Restauração¹⁶ com o objetivo de conhecer os aspectos materiais e suas técnicas de produção datam do início do Século XX e estavam associadas a processos de intervenção de pinturas, dando base para o entendimento das técnicas e dos processos de Restauro (MUÑOZ VIÑAS, 2010).

Ao tratar sobre a relação entre Ciência e Restauração, Muñoz Viñas (2010) afirma que a relação destas “se produzir de forma e graus muito diversificados” (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 131) destacando 8 (oito) pontos fundamentais para entender a relação das duas áreas do conhecimento:

1. Aplicação de princípios científicos ao trabalho manual de Restauração.
2. Aplicação de princípios científicos ao trabalho intelectual ou projetual de Restauração [...]
3. Estudos *ad hoc* e *in situ* mediante meios científicos desenvolvidos pelo restaurador enquanto trabalha. Estes estudos podem ser de natureza bem diferente. Podem, por exemplo, basear-se na análise organoléptica, isto é, na observação direta através dos sentidos (vista, tato, olfato etc.), na observação mediante ferramentas auxiliares, como microscópios, estereoscópios, lupas ou videomicroscópios [...]
4. Estudos *ad hoc* e *in situ* mediante instrumentos científicos desenvolvidos por especialistas deslocados do local de trabalho. [...]
5. Estudos *ad hoc* em laboratórios científicos. Neste caso, a variedade de técnicas possíveis de análise é enorme: cromatografia de camada fina, líquida ou gasosa; espectroscopia visível, ultravioleta, infravermelho ou Raman; condutimetria, viscosimetria,

¹⁶ O autor Salvador Muñoz Viñas na obra *Teoría Contemporánea da Restauração* (1963) trata “Restauração” em seu “sentido mais amplo (isto é, como sinônimo de “conservação e restauração”) (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 22), ou seja, referindo-se aos processos de conservação-restauração de bens culturais.

espectroscopia de massas, difração de raio X ótica, microscopia ótica, confocal, eletrônica de transmissão ou de varredura etc. [...]

6. Estudos Genéricos com aplicação direta ao trabalho do restaurador. Os estudos podem realizar-se sobre casos particulares ou sobre problemas gerais - ou sobre casos particulares dos quais se extraem consequências gerais. [...]

7. Estudos genéricos que eventualmente poderiam chegar a ser úteis para a Restauração. São pesquisas que não se desenvolvem sobre temas diretamente ligados ao trabalho do restaurador, mas que poderiam chegar a sê-lo [...]

8. Ciência para o fundamento. Mesmo a ciência fundamental é potencialmente útil para o restaurador e pode repercutir sobre seu trabalho da mesma maneira que repercute sobre outros tantos campos [...] (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 131-133).

A partir destes 8 (oito) pontos, Muñoz Viñas (2010) vai tratar da relação entre a Ciência e a Restauração tendo em vistas os principais métodos de desenvolvimento de pesquisas que são utilizadas pela área. Neste caso, com maior ênfase para nossa pesquisa é importante considerar segundo a análise de Viñás (2010), dois deles: o ponto três que vai abordar sobre a "análise organoléptica" que é aquela desenvolvida a partir da observação feita por meio dos "sentidos (visão, tato, olfato etc.)" que, no nosso caso, vai ser fundamental para iniciar o processo de diagnóstico da coleção de cerâmicas arqueológicas do Sítio Jericoacoara I. E o ponto cinco no qual o autor fala sobre as análises de laboratório *ad hoc* e em laboratório no qual vai trazer os métodos convencionais de análise da física e da química, dentre eles, a Espectroscopia Raman que subsidiará posteriormente o estudo dos processos tafonômicos da coleção.

Ao se referir sobre o surgimento da Ciência da Conservação no contexto do patrimônio cultural, Dalva Lúcia Araújo de Faria e Thiago Sevilhano Puglieri (2011) destacam que esta ciência nasce a partir da necessidade de se desenvolver metodologias científicas como estratégias de conservação e garantir a preservação destes bens evitando os processos de degradação (FARIA; PUGLIERI, 2011). Os autores complementam que, "[...] no caso da conservação preventiva, a compreensão dos aspectos químicos das variadas substâncias empregadas, como a interação entre elas e mecanismos envolvidos em sua degradação, é absolutamente essencial" (FARIA; PUGLIERI, 2011, p. 1323).

Assim, para o desenvolvimento desta pesquisa é importante destacar também o conceito de degradação, que aqui também trataremos como alteração, ou seja, usaremos como processos de "alteração/degradação", pois, para a

conservação, as transformações ocorridas nos bens culturais são efeitos de processos de deterioração causados nos suportes, já a Arqueologia entende estes processos de deterioração como sendo processos de alteração das coleções que, para o arqueólogo, podem contribuir para o entendimento dos grupos aos quais as peças pertencem, pois carregam informações que enriquecem a análise do dado arqueológico.

Assim, nesta pesquisa, usaremos o conceito de alteração que compreende os processos de degradação químicos e físicos trabalhado por Fernández Ibáñez (1990) em seu Guia de Campo para la recuperación y conservación del material arqueológico “in situ”, no qual o autor afirma que,

Atualmente, o conceito de alteração inclui a degradação física e/ou química que todos os objetos sofrem inexoravelmente, até ao momento da sua descoberta. Podem ser objetos enterrados, objetos que permaneceram no subsolo por determinado período de tempo e até objetos que permaneceram na superfície. Na realidade, a degradação nada mais é do que o equilíbrio ou estabilidade que o objeto estabelece com o ambiente que o rodeia (ou seja, um microclima). Para fins visuais, esta estabilidade se estabelece em toda uma série de relações como dissemos antes: deformações, lascas, perdas de volume... Em suma, na maioria dos casos, o material visa retornar à forma original do que era o seu material constituinte. (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990, p. 13).[Tradução nossa]¹⁷

Para Fernández Ibáñez (1990), estes processos de alterações dos materiais estão relacionados ao equilíbrio ou a estabilidades destes com o meio no qual estão inseridos, ou seja, que os objetos tendem a voltar para sua matéria original, destacando que em alguns casos estes podem se transformar

[...] produtos ou materiais secundários que nada têm a ver com a sua real constituição, e às vezes podemos até constatar que em certos materiais como barro cozido, osso, madeira encharcada, etc... não há transformação alguma. não ser físico (quebra, esmagamento,

¹⁷Texto original: Actualmente, el concepto de alteración comprende las degradaciones de tipo físico y/o químicos que sufren inexorablemente todos los objetos, hasta el momento mismo de su hallazgo. Puede tratarse de objetos enterrados, objetos que permanecieron bajo tierra durante un cierto espacio de tiempo e incluso, objetos que permanecieron en superficie. En realidad la degradación no es otra cosa que el equilibrio o estabilidad que el objeto establece con el medio que le rodea (es decir, un microclima). A efectos visuales, esta estabilidad se establece en toda una serie de relaciones como antes dijimos: deformaciones, escamas, pérdidas de volumen [...] En definitiva, en la mayor parte de los casos, el material pretende retornar a la forma originaria de lo que fue su materia constituyente (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990, p. 13).

deformação, poeira...)(FERNÁNDEZ IBÁNEZ, 1990, p. 13). [Tradução nossa]¹⁸

Outro conceito importante para o desenvolvimento do estudo tafonômico da coleção é o conceito de dano que, neste caso, não está relacionado ao processo de deterioração e sim ao processo de alteração física dos materiais de forma espontânea ou intencional. Para Viñas (2010), os conceitos de dano e deterioração são fundamentais para a Restauração¹⁹, pois justificam a existência da atividade (MUÑOZ VIÑAS, 2010). O autor acrescenta que,

São ideias simples e, talvez por isso, permitam crer que são também objetiváveis, mas, neste sentido, seria um erro grave identificar alteração física com deterioração. A alteração física é objetivável, mas a deterioração não o é, em absoluto. Lowenthal (1994) pôs em relevo como ao longo da história as alterações dos objetos de Restauração são, frequentemente, positivamente consideradas. (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 113)

Assim, é importante destacar na coleção de cerâmicas do Sítio Jericoacoara I, possíveis alterações físicas sofridas nos objetos antes do processo pós-deposicional, ou seja, interferências humanas intencionais quanto aos usos e reúsos das peças. Viana (2018) em sua análise sobre a coleção de cerâmicas do sítio Jericoacoara I, destaca a existência de 27 peças cerâmicas com furos finalizados e cerca de 10 itens inacabados, sendo situados em suas bordas, estando presentes nas pastas 3, 5 e 6, que pode ser considerado como uma característica da coleção (VIANA, 2018). Ao tratar da função das vasilhas com furos, a autora aponta que,

[...] observaram-se marcas que podem estar associadas ao transporte das vasilhas, a começar pela presença constante de furos e tentativas de furos nas peças, sendo esses realizados, em sua maioria, após a queima, fato que nos leva a pensar num eventual acréscimo de mais uma função. Em alguns furos, vale ressaltar, existem desgastes indicando a utilização de cordas e indícios de corrosão, por fricção das mesmas, os quais aparecem em algumas

¹⁸ Texto original: [...] en productos o materiales secundárias que nada tienen que ver con su constitución real, e incluso podemos ver algunas veces que en ciertas materias tales como la arcilla cocida, el hueso, la madera empapada, etc...no existe transformación alguna a no ser de tipo físico (roturas, aplastamientos, deformaciones, pulverulencia...) (FERNÁNDEZ IBÁNEZ, 1990, p. 13).

¹⁹Muñoz Viñas (2010) diferencia Restauração (inicial maiúscula) e restauração (inicial minúscula). A Restauração compreendendo as ações de conservação e restauração, enquanto restauração, como sendo a ação de intervenção no bem que busca restabelecer suas características de um outro momento histórico. (MUÑOZ VIÑAS, 2010)

bordas extrovertidas, exemplificados por sulcos existentes nas proximidades do lábio. A média plasticidade identificada num número significativo de fragmentos, decorrente do uso de elementos vegetais, ajudam a compor essa característica de uma cerâmica leve, ideal para o transporte (VIANA, 2018, p. 241).

Neste sentido, o estudo acerca das peças e dos materiais formadores das coleções, considerando suas interações como o ambiente pós-deposicional se faz necessário para entender as dinâmicas existentes entre o contexto arqueológico e os suportes da coleção, dando base para a elaboração de um diagnóstico de conservação, com base nestas questões tafonômicas e assim possibilitar a preservação das cerâmicas arqueológicas para as gerações presentes e futuras.

Ao se referir as práticas de conservação, Salvador Muñoz Viñas (2010) afirma que a conservação “[...] é a atividade que consiste em adotar medidas para que um determinado ativo sofra o menor número de alterações pelo maior tempo possível” (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 19) [Tradução nossa]²⁰, ou seja, a conservação tem o papel de desenvolver ações que contribuem para o prolongamento da vida útil dos materiais que compõem os acervos.

Luiz Antônio Cruz Souza e Yacy-Ara Froner (2008), ao considerar os processos de degradação que alteram as cerâmicas arqueológicas, afirmam que “os sais influenciam nas reações de corrosão de natureza química; a variação da U.R. acentua o afloramento e a deposição de sais solúveis e insolúveis, gerando abrasão, ruptura e perda da coesão física do suporte” (SOUZA; FRONER, 2008, p.11-12).

Ao tratar sobre os estudos voltados para a ciência da conservação de sítios arqueológicos, Maria Conceição Soares Menezes Lage e Benedito Batista Farias Filho (2018), destacam a importância dos estudos arqueométricos para o entendimento dos depósitos de alteração, que acabam influenciando no processo de degradação dos sítios arqueológicos. Os autores afirmam que, no caso dos sítios de arte rupestres, estes depósitos de alteração “tratam-se de depósitos minerais, também chamados de eflorescência salinas, que são agregados cristalinos de sais com composição química variada e formados pela migração de sais solúveis e insolúveis, presentes no interior da rocha, e que são levados pela água de vaporização para a superfície por meio da rede de capilaridade” (LAGE e FARIAS

²⁰Texto original: [...] es la actividad que consiste en adoptar medidas para que un bien determinado experimente el menor número de alteraciones durante el mayor tiempo posible. (MUÑOZ VIÑAS, 2010, p. 19)

FILHO, 2018, p. 330) e que, em contato com as alterações da temperatura, estes sais cristalizam-se formando elemento na cor branca (LAGE e FARIAS FILHO, 2018).

Ao considerar o levantamento dos dados gerados a partir da análise da coleção e sua comparação com os registros de seu contexto, Cecília Winter, Marcelo Fagundes e Sílvio Carlos Rodrigues (2010) afirmam que, “[...] a comparação desses dados mostrará se há coerência entre um e outro, e estipularão quais agentes influenciaram a constituição, distribuição e morfologia das assembleias cerâmicas” (WINTER; FAGUNDES; RODRIGUES, 2010, p.22) [Tradução nossa]²¹.

Por se tratar de uma pesquisa de caráter exploratório, com base no estudo arqueométrico das cerâmicas arqueológicas por meio da Espectroscopia Raman, é importante destacar que será considerada para a análise, uma amostragem da coleção, levando em consideração as pastas definidas durante o processo de escavação do sítio Jericoacoara I e os principais elementos constituintes do quadro comparativos dos processos de alteração/degradação identificados através da análise organoléptica. Ao abordar sobre os métodos de análises da informação em pesquisa científica, Margarida Pocinho (2012) afirma que o método pode ser entendido como “um dispositivo específico de recolha ou de análise das informações [...] destinado a testar hipóteses de investigação ou responder às questões de investigação. No âmbito da aplicação prática de um método, podem ser utilizadas técnicas específicas, como por exemplo, as técnicas de amostragem” (POCINHO, 2012, p. 109) Neste sentido, é importante destacar que a Espectroscopia Raman é um método de análise não destrutivo, seguindo os critérios de acervos históricos e arqueológicos, na qual devemos garantir a preservação da coleção. João Cura D’Ars de Figueiredo Júnior (2012) ao tratar sobre os tipos de ensaios usados para a análise de materiais em bens culturais, destaca que os ensaios não destrutivos são aqueles “no qual o material analisado não sofre alterações em sua constituição” (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2012, p. 167).

Owen S. Rye (1981) ao abordar a conservação de peças cerâmicas destaca que qualquer artefato que tenha sido preservado, que esteja enterrado por centenas ou milhares de anos, conseguiu alcançar seu equilíbrio químico e físico com o

²¹Texto original: [...] la comparación de estos datos mostrará si hay coherencia en uno y otro, y estipular que agentes influyeron em la constitución, distribución, y morfología de los conjuntos cerâmicos. (WINTER; FAGUNDES; RODRIGUES, 2010, p.22)

ambiente em que se encontra e que o processo de escavação poderá levar o objeto a um novo grau de equilíbrio ao qual não estava acostumado que podem gerar a deterioração mais rápida para alguns objetos (RYE, 1981). Este desequilíbrio em relação ao processo de escavação também foi pontuado por alguns autores que passaram a pensar sobre a conservação de acervos arqueológicos, como podemos ver mais adiante nos próximos capítulos. Para Rye (1981),

Felizmente, as cerâmicas são compostas por silicatos e óxidos que são estáveis em uma ampla variedade de contextos. Esta estabilidade também significa que a conservação da cerâmica escavada por arqueólogos raramente é um problema. [...] Quatro regras gerais devem ser observadas:

- (1) A conservação deve estabilizar em vez de alterar um artefato.
- (2) Todos os tratamentos devem ser reversíveis.
- (3) Todos os tratamentos químicos ou físicos devem ser registrados, especificando adesivos ou meios de impregnação, bem como procedimentos mais simples, como a remoção de sais solúveis dos poros.
- (4) As amostras instáveis devem ser mantidas em ambiente semelhante ao de onde foram retiradas; se molhado, mantenha molhado; se estiver seco, mantenha-o seco. (RYE, 1981, p. 09-10) [tradução nossa]²².

Para Cronyn (1990), a deterioração dos materiais depende de sua natureza e do ambiente no qual esteja inserido. Ao tratar do ambiente arqueológico, o autor afirma que a descoberta de um artefato arqueológico após um longo período implica que a deterioração esperada não ocorreu, considerando que toda matéria está sujeita ao decaimento, ou seja, alguns ou todos os agentes de decomposição estão ausentes, ou que as condições necessárias à preservação do material foram mantidas. O autor complementa afirmando que,

Em outras palavras, não é tanto a velocidade de ação dos agentes de decadência que é importante; é a sua presença, ausência ou inativação que deve ser considerado. Essa consideração é mais

²²Texto original: For some artifacts, this means very rapid deterioration. Fortunately, ceramics are composed of silicates and oxides that are stable in a wide variety of contexts. This accounts for the preservation of ceramics where other kinds of materials have decomposed. This stability also means that the conservation of pottery excavated by archeologists is seldom a problem. The following discussion emphasizes aspects relevant to excavators. Special problems should be resolved in consultation with an experienced conservator. [...] Four general rules should be observed: (1) Conservation should stabilize rather than change an artifact. (2) All treatments should be reversible. (3) All chemical or physical treatments must be recorded, specifying adhesives or impregnation media, as well as simpler procedures such as the removal of soluble salts from pores. (4) Unstable samples must be kept in an environment similar to that from which they were taken; if wet, keep wet; if it's dry, keep it dry. (RYE, 1981, p. 09-10)

significativa quanto maior for o período de deposição. É verdade que imediatamente após o abandono ou sepultamento a taxa de decomposição pode ser rápida, mas para que um determinado material sobreviva, essa taxa deve ser rapidamente reduzida a quase zero. Se isso não acontecer, o material irá alterar a composição tanto em algo que está em equilíbrio com o meio ambiente, e assim sobrevive, ou em algo que se decompõe completamente. Muito frequentemente o material alterado sobrevivente retém a forma original do artefato, um processo conhecido como substituição pseudomórfica; caso contrário, simplesmente torna-se uma massa disforme (CRONYN, 1990, p. 17) [tradução nossa]²³.

Cronyn (1990) destaca que, dentre os agentes de deterioração e/ou preservação dos acervos arqueológicos, merecem destaque os organismos que não são tão conhecidos quanto os fatores relacionados ao ambiente como a temperatura e umidade. Estes agentes, em sua maioria, necessitam de água para sobreviver, sendo, em alguns casos, limitados em decorrência da dessecação, frio, calor intenso, alta presença de sais e alguns compostos químicos. O autor divide estes organismos em dois grupos, o primeiro relacionado aos animais e plantas superiores, na qual destaca a necessidade do uso do oxigênio. E o segundo relacionado aos Microrganismos, pontuando que estes são mais suscetíveis às variações do ambiente, se adaptando às altas taxas de pH, dessecação, ou a ausência de oxigênio. Cronyn (1990) destaca que “O metabolismo de microrganismos não é particularmente eficiente e excretam ácidos que em organismos mais eficientes seriam decompostos em fornecer mais energia” (CRONYN, 1990, p.15). Dentre os microrganismos trabalhados pelo autor podemos destacar: algas, fungos, líquens²⁴ e bactérias (CRONYN, 1981).

Ao tratar sobre o ambiente arqueológico Cronyn (1990) destaca os seguintes agentes de decomposição dos materiais: **a água** - conhecida como solvente

²³Texto original: Other words, it is not so much the speed of action of the agents of decay which is important; it is their presence, absence, or inactivation which must be considered. This consideration is more significant the longer the period of deposition. It is true that immediately upon abandonment or entombment the rate of decay may be fast, but for a particular material to survive this rate must be rapidly reduced to near zero. If this does not happen, the material will alter composition either into something which is in equilibrium with the environment, and thus survives, or into something which decomposes completely. Very often the surviving altered material retains the original shape of the artefact, a process known as pseudomorphic replacement; otherwise it simply becomes a shapeless mass. (CRONYN, 1990, p. 17)

²⁴Segundo Meyer (1978) *Apud* Droguett (2023) um líquen é um organismo vegetal simbiótico, composto de fungos (ascomicetos e basidiomiceto), algas (clorofíceas ou esquizofíceas) e, ocasionalmente, cianobactérias. (MEYER, 1978 *Apud* DROGUETT, 2023)

universal, atua na ativação de agentes de decomposição, facilitando as reações químicas, permitindo também o desenvolvimento de organismos; pode ser absorvida por microporos através de capilarização em materiais de granulação fina, como é o caso das argilas; **o oxigênio** - considerado um agente oxidante, que tem papel fundamental no desenvolvimento dos organismos, sendo responsáveis pela decomposição dos materiais; **a acidez e alcalinidade** - é medida através do valor de pH, sendo responsável pela estabilização dos materiais, ou seja, alguns materiais são estáveis em níveis ácidos, outros em alcalinos e alguns em neutro; **o potencial redox**- está relacionado também ao pH, pois os íons de hidrogênio atuam nas reações de oxidação ao adquirir elétrons ao ser reduzida; **os sais** - formados a partir da combinação de ácidos e bases, os sais solúveis podem cristalizar e em materiais porosos podem atuar em sua quebra e os insolúveis podem obscurecer os objetos ao precipitar em sua superfície; **os complexos** - formados através dos cátions com compostos orgânicos, tornando os íons solúveis em algumas condições, seu papel no processo de degradação dos materiais presentes no solo ainda não está claro; **a temperatura** - baixas temperaturas podem causar congelamento dos materiais e altas temperaturas podem aumentar as reações químicas e propiciar o desenvolvimento biológico; **a sobrecarga** - o peso sobre o solo no qual os materiais estão depositados pode causar danos e deformações nas peças; e **os organismos** - seus efeitos são conhecidos por biodeterioração, são mais comuns em materiais orgânicos por atuarem como fonte de alimentação destes agentes, mas acabam afetando também os materiais inorgânicos, na qual nas duas situações sua aparência “pode ser desfigurada por partículas de pigmento produzidas por fungos e bactérias ou por sulfetos negros resultante da atividade de bactérias redutoras de sulfato; superfícies podem ser obscurecidas pelo crescimento de plantas ou microrganismos” (CRONYN, 1990, p. 24), sendo importante considerar o papel destes ambientes nos processos de alteração/degradação.

2.4 Contexto do Sítio Arqueológico de Jericoacoara I

O litoral cearense estende-se por 573 km, limitando-se com o Rio Grande do Norte, a leste, e ao Piauí, a oeste, com paisagens formadas por praias, falésias, cordões de *beachrocks*, pontas litorâneas rochosas, barreiras e flechas litorâneas,

planícies flúvio-marinhas, lagunas, lagoas e campos de dunas (CLAUDINO-SALES, 2007).

Ao se referir sobre o patrimônio arqueológico e suas abordagens no Ceará, Martin (1997), afirma que os sítios arqueológicos sobre dunas do litoral cearense se encontram em iminente perigo de destruição, deixando claro a importância que estes possuem diante do estudo arqueológico no Brasil e os danos e possíveis processos de degradação a que estão sujeitos (MARTIN, 1997).

Dos mais de 40 sítios arqueológicos cadastrados na Superintendência do IPHAN-CE, podemos destacar o Sítio de Jericoacoara I, localizado no Parque Nacional de Jericoacoara, no município de Jijoca de Jericoacoara-CE que se destaca por possuir um conjunto significativo de cerâmicas que para Viana, Soares e Souza (2007, p.181) “verifica-se a recorrência de um conjunto artefactual único que pode estar associado a ocupações passageiras ou permanências prolongadas de um grupo”, mostrando sua importância na compreensão dos processos de ocupação do território cearense.

As cerâmicas pertencentes ao Sítio Serrote de Jericoacoara tornaram-se um dos principais elementos de análise para os estudos sobre o povoamento do litoral cearense e a produção material dos primeiros povos que viveram na região noroeste do Estado do Ceará. Dessa forma, faz-se necessário entender a formação do sítio arqueológico e os processos de alteração que as peças coletadas no sítio sofreram ao longo do tempo, e assim desenvolver um estudo tafonômico da coleção de cerâmicas levando em consideração o contexto do sítio, que é formado por ambientes dunares.

O Acervo pertencente ao Sítio Jericoacoara I, material recuperado em superfície e profundidade possui um total de 5.100 peças oriundas das escavações realizadas no ano de 2010 e 2017, e que se encontra no Instituto Cobra Azul de Arqueologia e Patrimônio (ICA) em Fortaleza-CE. Ao analisar a formação do sítio e o contexto no qual as peças foram encontradas no sítio Jericoacoara I, Viana (2018) destaca que,

[...] as sete concentrações correspondem a depressões interdunares, rasas ou profundas, nas quais os materiais arqueológicos se encontram visíveis nas suas respectivas bases ou paredes erosivas. Essas áreas foram tratadas como concentrações devido ao fato de reunirem muitos vestígios dispersos em superfície, com relativa proximidade entre si. Ao mesmo tempo, elas encontram-se

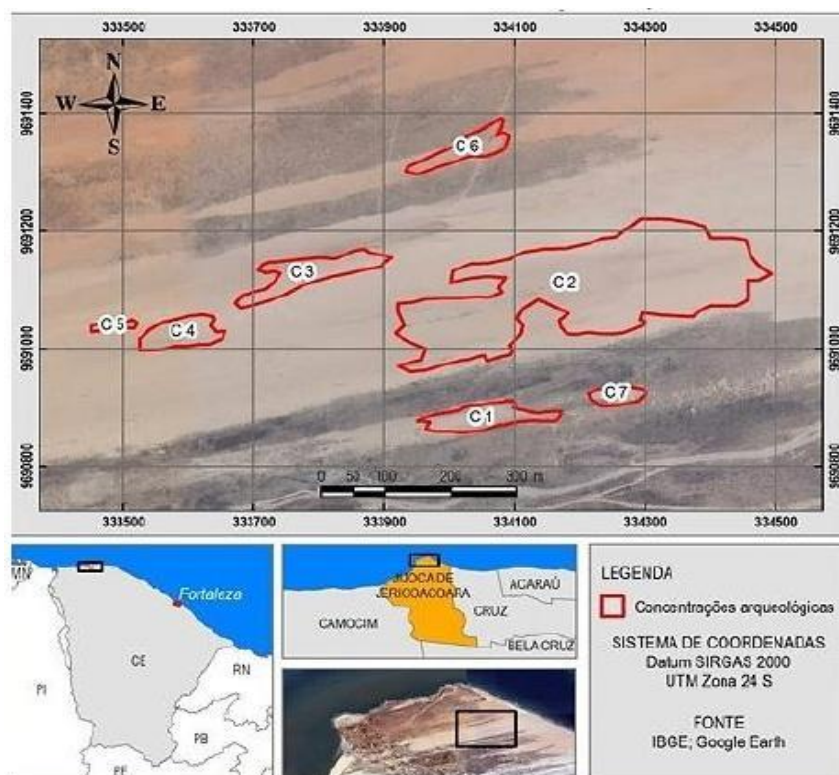
separadas por matrizes sedimentares que não apresentam vestígios em superfície, embora se presume que possa haver camada arqueológica em subsuperfície nos intervalos que as separam (VIANA, 2018, p. 150).

Assim, o entendimento acerca da formação do sítio se faz necessário para compreensão das questões relacionadas às predisposições do ambiente e como estas podem agir sobre os materiais presentes na coleção. Para Viana (2018), a formação das concentrações 2, 3, 4 e 5 são correspondentes a corredores eólicos, já as 1, 6 e 7 são correspondentes a bacias de deflação que, para a autora,

A diferença principal entre essas feições na área de estudo reside no fato de que as bacias possuem estratigrafia preservada em trechos de dunas inativas, enquanto nos corredores eólicos, caracterizados por áreas de intensa aspensão, a matriz sedimentar foi erodida por força dos processos deflacionários. (VIANA, 2018, p. 151)

A coleção do sítio Jericoacoara I é formada por materiais cerâmicos, líticos, malacofauna, além de alguns ecofatos e biofatos, tais como exemplos de carvão, ossos de animais, flora, como também amostras de sedimentos dos trechos escavados (VIANA, 2018). O conjunto de cerâmicas é o maior grupo de peças pertencentes a coleção contendo cerca de 3.501 peças correspondendo 70% da coleção sendo composta por “fragmentos de vasilhas (borda, bojo e base), registrando-se ainda um fuso e quatro fragmentos de objetos que não foram identificados” (VIANA, 2018, p. 204).

Figura 01 – Mapa da Localização do Sítio Jericoacoara I com a identificação de suas concentrações.



Fonte: VIANA, 2018.

É preciso ressaltar que, segundo Viana (2018), o conjunto cerâmico do Sítio Serrote de Jericoacoara se destaca por possuir uma quantidade significativa de peças com decoração plástica incisada²⁵ que, para Viana (2018),

As cerâmicas com decoração plástica incisa, de ampla ocorrência em Jericoacoara, têm sido identificadas em alguns sítios litorâneos do Ceará, particularmente no trecho oeste, [...] todavia, diferentemente do que acontece no sítio Jericoacoara I, em todos os que foram aqui elencados ocorrem em menor proporção, conforme informações disponíveis no momento (VIANA, 2018, p. 219).

Verônica Viana (2018) identifica a coleção de cerâmicas do sítio Jericoacoara I em três conjuntos com tecnologias distintas, que possuem similaridades com tradições/fases culturais já encontradas na literatura arqueológica, sendo o Grupo 1 associado à fase Papeba, o Grupo 2 à tradição Mina e o Grupo 3 à tradição Tupi-Guarani (VIANA, 2018).

²⁵Um tipo de decoração que consiste nas incisões praticadas por meio da extremidade aguçada de instrumentos variados, na superfície da cerâmica, antes da queima (CHMYZ *et al.*, 1976, p.133).

Ao tratar do Grupo 1, Viana (2018) destaca que este conjunto é formado por 1.038 fragmentos de cerâmica de baixa plasticidade, possuindo três tipos de areia (fina, média e grossa), além da presença de minerais ferrosos e matéria orgânica, possivelmente raízes, que foram encontradas nas concentrações C1 e C2, que passaram por análise de difração de raios-X (DRX) na qual foram identificados quartzo e o feldspato (VIANA, 2018). Segundo Viana (2018),

[...] Essas cerâmicas apresentam-se em três colorações: a primeira, uma variação de marrom escuro a preto; a segunda, em tons de vermelho; e uma terceira, em tons amarelados. Os oleiros utilizaram duas manufaturas distintas, a acordelada e a modelada, sendo a técnica de modelagem majoritária nesse tipo de cerâmica. A técnica acordelada está associada, especialmente, ao antiplástico “areia grossa”, mas nesse antiplástico a técnica de modelagem também predomina. Os tratamentos de superfície utilizados nessas vasilhas do tipo 1 foram o alisado, o polido, o brunido e o pintado de vermelho, havendo ainda um único fragmento apresentando pintura amarela. Pode-se dizer que, apesar da presença de objetos bem alisados ou mesmo polidos, a maioria dos fragmentos possui um alisamento grosseiro, deixando, por vezes, muitas ranhuras, as quais podem ser confundidas com decoração incisa (VIANA, 2018, p. 247).

Segundo Viana (2018) ao tratar sobre a fase Papeba, Nasser (1974) destaca que pode ser associada a sítios encontrados no litoral do Ceará e Rio Grande do Norte. Assim Viana (2018) identifica algumas similaridades com o grupo 1 da coleção de cerâmicas de Jericoacoara, ao destacar que segundo Nasser (1974),

Esta fase define-se por um extenso sítio que ocupa 18.400 m de área, com material predominantemente cerâmico. Seu contorno é elíptico e os restos arqueológicos nele coletados, invariavelmente, estavam concentrados em manchas de terra escura (...). As manchas eram em número de cinco e mediam, a grosso modo, 30 x 20, sugerindo habitações de uma aldeia. As coleções cerâmicas de superfície e amostras estratigráficas atingiram a soma de 12700 cacos, classificados em dois tipos: simples e decorado (papeba vermelho). Este último, apresenta-se apenas com um banho vermelho externo, interno ou em ambas as superfícies. Nele destacam-se os apêndices verticalmente vasados, provavelmente com a função de passagem para um cordel de sustentação dos vasilhames. De forma mais simples, talvez para o mesmo emprego, são encontradas pequenas perfurações circulares nas paredes dos vasilhames. Todas as formas são de volume reduzido, com presença de tigelas, geralmente de borda circulares. O material lítico aparece em quantidade expressiva, com lascas de sílex com ou sem retoque, facas, raspadores, buris, machado polido de xisto com forma trapezoidal e em quartzo verde com depressões semiesféricas nas

duas faces, batedores e alisadores em seixos de quartzo (NASSER, 1974, p.161 *apud* VIANA, 2018, p. 46).

Já o Grupo 2 Viana (2018) define como sendo formada por 2.734 fragmentos cerâmicos em sua maioria de média plasticidade, possuindo algumas peças de alta plasticidade, que possuindo como antiplástico areia, bolo de argila e cacos de cerâmica moído, além da presença de minerais ferrosos. Em alguns fragmentos ocorre presença de materiais orgânicos, como pode ser evidenciado através de negativos possivelmente de raízes, conchas e carvões. Este grupo é encontrado em maior quantidade na C2 e em raros casos na C1, tendo passado por análise em DRX na qual identificado a presença do quartzo, o feldspato e o argilomineral illita (VIANA, 2018). Para Viana (2018) este grupo,

[...] Diferentemente do que ocorre com o tipo 1, predominam nesse conjunto as cerâmicas de coloração mais clara. Com relação às técnicas de manufatura, a série analisada conta com o acordelado e o modelado, com a superioridade da primeira. Os tratamentos de superfície utilizados nessas vasilhas são representados pelas técnicas a seguir: alisado, brunido, pintado, polido e engobado. No mais, ocorrem exemplares nos quais coexistem dois tipos de tratamento de superfície: inciso/polido, pintado/polido, inciso/engobado, inciso/pintado, pintado em vermelho/engobado em cinza e amarelo; ou mesmo três tratamentos: inciso/engobado/pintado e inciso/polido/pintado. Diante desses resultados, confere-se ao tipo 2 de Jericoacoara uma diversidade maior de tratamentos de superfície, principalmente se comparado aos fragmentos dos tipos 1 e 3 (VIANA, 2018, p. 251).

O Grupo 3 é caracterizado segundo Viana (2018) por 47 fragmentos cerâmicos de baixa plasticidade, possuindo como antiplástico bolo de argila e/ou cacos de cerâmica moídos, e, em alguns casos, areia, na qual a autora destaca que,

É importante pontuar que a utilização de cacos de cerâmica moídos e bolos de argila como antiplásticos torna a peça resistente ao choque térmico, sendo ainda um bom condutor térmico. Por outro lado, esse antiplástico diminui a resistência aos impactos. Essas cerâmicas apresentam-se em três cores, uma mais escura, e outras duas claras em tons amarelados. Durante as análises só foi possível perceber uma técnica de manufatura, a acordelada, identificada através das quebras angulares e dos negativos e positivos de roletes. O acordelado foi utilizado para a confecção de vasilhas e também de um fuso identificado na coleção. Os tratamentos de superfície utilizados nesse tipo cerâmico foram o alisado, o polido, o engobado e o pintado. Os engobos aparecem nas cores branca e cinza e as pinturas nas cores vermelha e branca. O alisamento foi

realizado com a mão e com instrumentos que deixaram sulcos e, às vezes, ranhuras. As bordas são majoritariamente reforçadas externamente, havendo, no entanto, bordas extrovertidas e bordas diretas. Os lábios são majoritariamente arredondados, havendo, no entanto, um lábio apontado (VIANA, 2018, p. 263-264).

Um dos principais problemas identificados em coleções oriundas de sítios em ambientes dunares, estão relacionados à exposição das peças à ação eólica que acaba gerando abrasões através do transporte das partículas de areia que podem influenciar no processo de erosão da peça e assim levar a destruição total desta (SILVA, 2003).

Ao tratar sobre o estado de conservação das peças do sítio Jericoacoara I, Viana (2018) destaca o elevado processo de desgastes do grupo de cerâmicas 1, considerando que estes fatores podem estar relacionados à ação eólica do ambiente litorâneo e sua relação com a formação tecnológica do grupo, afirmando que,

[...] observam-se que os fragmentos estão bastante desgastados, e tal situação pode ser decorrente da exposição a intempéries de natureza diversa, especialmente à abrasão eólica, (tendo em vista as características pertinentes a um ambiente litorâneo), bem como à queima dos fragmentos expostos em superfície em momentos posteriores. Em todo o caso, não pode ser desconsiderado que a presença excessiva de antiplásticos (areia fina a grossa) pode se constituir num importante fator de desgaste dos fragmentos desse conjunto (VIANA, 2018, p. 249).

Vanda Carneiro de Claudino-Sales (2007) ao tratar sobre o processo de formação das paisagens naturais presentes ao longo da costa cearense destaca que por sua diversidade devemos considerar a presença de litorais cearenses que tiveram origem a partir da evolução da zona costeira do Estado do Ceará (CLAUDINO-SALES, 2007).

Neste sentido, é importante destacar alguns elementos da dinâmica litorânea que contribuem para a alteração do ambiente e no caso das cerâmicas arqueológicas podem agir como elemento de alteração/degradação, durante o processo pós-deposicional. Claudino-Sales (2007) destaca que entre os agentes da dinâmica litorânea e costeira estão às precipitações elevadas que podem chegar anualmente em torno de 800 e 1.500 mm na faixa litorânea e entre 750 e 1.000 mm na área costeira, as oscilações da Zona de Convergência Intertropical que mantém a massa de ar úmida no primeiro semestre do ano e, no segundo semestre, um clima de

semiaridez que acaba elevando a temperatura, produzindo intenso processo de evaporação, processo eólicos que são controlados pelos ventos alísios que produzem uma direção final do vento orientada para leste, sendo a dinâmica da faixa litorânea controlada pelas marés, onda e correntes litorâneas (CLAUDINO-SALES, 2007); a autora destaca que,

Impulsionadas pelos ventos, pelas marés e pelas marinhas, ocorre uma forte corrente marinha próxima à costa, chamada de *deriva litorânea*, ou corrente longitudinal. A deriva litorânea desloca-se com velocidade média de 0,45 m/s, apresentando direção dominante E e SE (MAIA, 1998); ao deslocar-se, a deriva litorânea transporta consigo as areias que se acham em repouso nas praias, na antepraia e na plataforma continental interna, com o que podem engordar praias (quando deposita mais do que transporta), erodir praias (quando transporta mais do que deposita) ou alimentar as praias em um regime de equilíbrio dinâmico, no qual ao final de um período anual a quantidade de areia transportada de um mesmo setor é relativamente igual à depositada (CLAUDINO-SALES, 2007, p. 239-240).

É importante destacar que este contexto litorâneo nos faz refletir um pouco sobre os principais elementos de alterações das cerâmicas no contexto arqueológico e sua relação com os fenômenos ocorridos através da dinâmica do ambiente costeiro, mostrando a realidade e os agentes de deterioração presentes em sítios nestes ambientes.

Para entender um pouco mais sobre o contexto do sítio Jericoacoara I é importante analisar a dinâmica morfológica da praia de Jericoacoara ao considerar o processo de evolução da planície costeira, e assim traçar o estudo tafonômico dos materiais levando em consideração o processo de transformação do ambiente e como este processo pode influenciar na alteração/degradação das peças cerâmicas ao longo do processo pós-deposicional.

Segundo Antônio Jeovah de Andrade Meireles, Eustógio Wanderley Correia Dantas e Edson Vicente da Silva (2011) os eventos relacionados com as mudanças climáticas e do nível do mar no período quaternário foram importantes para o processo evolutivo da planície costeira da praia de Jericoacoara, e que podem ser identificados através de critérios tais como: “a presença de níveis escalonados de erosão (plataformas de abrasão) na base norte do serrote da Pedra Furada, a presença de terraços marinhos e a evolução dos canais fluviomarinhos” (MEIRELES; DANTAS e VICENTE DA SILVA, 2011, p. 48). Os autores definiram cinco estágios

do processo de evolução que levam em consideração a dinâmica das dunas locais e a relação com o acesso ao parque na qual destacam:

1. Penúltima transgressão, durante o Pleistoceno, em que o nível do mar atingiu cotas superiores a 6,0m acima do nível de maré máxima atual (evidenciado pelos diferentes níveis de plataformas de abrasão marinha) e provavelmente deu-se o início do processo de formação do campo de dunas fixas do tipo parabólica [...]
2. A regressão subsequente originou uma extensa planície pleistocênica. Foi provavelmente neste evento que ocorreu a formação de terraços marinhos pleistocênicos, sucessivamente recobertos por sedimentos eólicos durante a migração das dunas de primeira geração. Registros de níveis do mar de até 90 m abaixo do atual, nas costas leste e nordeste brasileiras, favoreceram a formação de depósitos marinhos dessa idade [...]
3. A última transgressão, holocênica, em que o nível do mar alcançou uma cota de aproximadamente 3m acima do nível do mar atual (MEIRELES, 2001), foi responsável pelo retrabalhamento dos terraços originados na regressão anterior, afogamento dos canais fluviais e retomada da erosão da plataforma de abrasão e dos arcos e pilares marinhos (origem da Pedra Furada). Foi iniciada a formação de níveis escalonados de plataforma de abrasão marinha a partir da erosão (ação das ondas e marés) das rochas metamórficas do serrote da Pedra Furada. [...]
4. A regressão subsequente foi responsável pela origem dos terraços marinhos holocênicos, depósitos geológicos referentes às antigas lagoas e lagunas, rochas de praia preenchendo as fraturas preexistentes no embasamento, retrabalhamento da plataforma de abrasão e atual configuração da linha de praia em seu setor rochoso (com a formação da Pedra Furada). A planície de aspersão eólica, associada a prováveis níveis de antigas linhas de praia, atuou como substrato morfológico para a migração dos campos de dunas. Durante essa fase regressiva, foram descobertas extensas zonas de praia, favorecendo a remobilização dos sedimentos pelo vento e origem dos campos de dunas dos tipos barcana e barcanóide que atualmente migram sobre a planície costeira. [...]
5. O nível relativo do mar alcança a costa atual, com um valor de maré média de 1,55m. As dunas recentes dispostas sobre a berma atual, apresentaram volume e largura (altura que não ultrapassa os 8m sobre a berma e largura média 90m), até 10 vezes menores que as barcanas de segunda geração, as quais alcançaram largura de até 1.100m e altura média em torno de 35m [...] (MEIRELES; DANTAS e VICENTE DA SILVA, 2011, p. 48-54).

Neste sentido, o entendimento do ambiente que forma o contexto arqueológico do Sítio Jericoacoara I é fundamental para a análise e interpretação dos dados arqueológicos gerados a partir das questões colocadas sobre o sítio de ambiente dunar e sua coleção de cerâmicas. Para Copé e Rosa (2008) “os dados são construções contemporâneas, frutos da prática interpretativa dos arqueólogos

ao escavar os sítios e ao analisar os restos materiais obtidos a partir de determinados métodos de análise” (COPÉ e ROSA, 2008, p. 02), ou seja, as autoras destacam que o dado arqueológico é gerado a partir de uma lente moderna a partir de uma leitura teórica (COPÉ e ROSA, 2008).

3 ELABORAÇÃO DO ESTUDO TAFONÔMICO DA COLEÇÃO DE CERÂMICAS DO SÍTIO JERICOACOARA I

Neste capítulo, abordamos sobre os conceitos teóricos e metodológicos empregados na elaboração do estudo tafonômico da coleção de cerâmicas arqueológicas do Sítio Jericoacoara I. O estudo tafonômico da coleção está dividido em três momentos, o primeiro relacionado ao diagnóstico com base na análise organoléptica da coleção de cerâmicas, identificando seus principais processos de alteração/degradação. O segundo momento deste capítulo está baseado na aplicação de métodos arqueométricos voltados para o uso da Espectroscopia Raman para análise composicional da pasta cerâmica, levando em consideração a formação de amostras previamente selecionadas a partir dos grupos de alteração. E o terceiro momento é a comparação dos dados gerados a partir da análise das peças por Espectroscopia Raman e sua relação com os dados tecnológicos das cerâmicas elaboradas no momento da escavação e os processos de alteração/degradação identificados a partir do diagnóstico de conservação.

A Arqueologia, por se tratar de uma ciência multidisciplinar, acaba exigindo de seus profissionais o conhecimento necessário para análise do dado arqueológico, ao considerar a relação deste com o contexto no qual foi encontrado, seja em superfície ou profundidade. Neste sentido, é fundamental que o arqueólogo busque informações necessárias para o entendimento de diversas questões acerca do sítio arqueológico, podendo destacar as propriedades pedológicas do solo, que nos leva a compreender questões importantes sobre a relação entre os artefatos e seu contexto arqueológico, como também entender os processos pós-deposicionais aos quais as peças foram expostas ao considerar as diferentes propriedades presentes no solo, que podem atuar como elementos de alteração das peças (COPÉ; ROSA, 2008).

Dessa forma, a Arqueologia acaba se aproximando de diferentes áreas do conhecimento como as ciências humana, da terra, exatas e biológicas, o que nos leva a entender a importância do seu caráter multidisciplinar na interpretação dos dados e como estas áreas do conhecimento contribuem para o desenvolvimento dos estudos arqueológicos (COPÉ; ROSA, 2008). Portanto, é a partir da relação entre a arqueologia e as ciências exatas, no processo de interpretação dos dados arqueológicos, que nasce a arqueometria. Segundo Lage e Farias Filho (2018) no Brasil, os estudos acerca do uso das ciências exatas para auxiliar a arqueologia datam da década de 1980, sendo realizados pelo Grupo de arqueometria da Universidade Federal do Piauí - UFPI que teve seu primeiro trabalho publicado na década de 1990 com o título *Premiers resultats de l'étudedes peintures rupestres de la Toca do Boqueirão do Sítio da Pedra Furada (Piauí-Brésil)* de autoria de Jacques Brunet e Maria Conceição Soares Meneses Lage. Atualmente, uma série de Instituições e Laboratório se destacam pelo trabalho voltados para o uso da arqueometria na análise de vestígios arqueológicos e como essa área pode contribuir na elucidação de informações acerca dos materiais que compõem estes artefatos e do processo de produção e uso (LAGE e FARIAS FILHO, 2008).

Ao tratar sobre o uso da arqueometria para a conservação de sítios de arte rupestre no estado do Piauí Lage e Farias Filho (2018) destacam que a arqueometria com sua interface nas ciências exatas e naturais a partir do uso de técnicas analíticas vem contribuindo bastante com os estudos dos sítios arqueológicos e com sua conservação, pois propõe “responder aspectos direcionados aos mais diversos problemas arqueológicos como função, procedência, tecnologia, subsistência, cronologia, e outras informações” (LAGE; FARIAS FILHO, 2018, p. 329-330).

Portanto, a arqueometria pode contribuir bastante para os estudos de sítios arqueológicos à medida que pode gerar informações importantes sobre a composição material e tecnológica dos objetos arqueológicos. Carlos Roberto Appoloni (2015) ao tratar sobre o uso da arqueometria como fonte de informação para a arqueologia destaca que,

Estas análises são um meio privilegiado de acesso a um conjunto de dados fundamentais para a compreensão dos processos tecnológicos de diferentes populações, que permite aos arqueólogos melhor compreenderem as características de performance dos

artefatos cerâmicos, possibilitando a construção de tipologias mais refinadas e, por outro lado, ampliando o entendimento sobre as características das tradições arqueológicas. (APPOLONI, 2015, p. 22)

Devemos destacar que a arqueometria, a partir de suas técnicas analíticas, tem sido usada nos últimos anos para definição de procedimentos de conservação e preservação de bens culturais, pois ajuda na compreensão dos componentes formadores dos suportes e de elementos aplicados sobre estes. Estes estudos auxiliam no entendimento dos processos de alteração/degradação que os bens culturais podem sofrer em contato com as variações ambientais e até mesmo no processo pós-deposicional. Ao se referir sobre o percurso da Ciência da Conservação Lage e Farias Filho (2018) destacam que,

[...] tais estudos eram realizados pelos químicos por meio de métodos clássicos para justificar uma seleção prévia de algum processo de limpeza e conservação. No entanto, devido à necessidade de estudos mais complexos, foram desenvolvidos novos procedimentos analíticos para a caracterização de vestígios da cultura material (LAGE; FARIAS FILHO, 2018, p. 330).

Ao tratar do uso da Espectroscopia, Raman e seu panorama em estudos voltados para a Ciência do Patrimônio na América do Sul, Dalva Lúcia Araújo de Faria (2018) destaca a importância do caráter interdisciplinar desse campo científico, destacando que estas pesquisas nem sempre são realizadas por especialistas em ferramentas analíticas, mas trazem impactos importantes seja nos resultados ou em suas interpretações (FARIA, 2018).

Neste sentido, ao abordar a conservação de acervos arqueológicos e a importância dos processos analíticos de identificação de suas propriedades materiais para a compreensão dos processos de alteração/degradação dos materiais arqueológicos é importante considerar o desenvolvimento de estudos interdisciplinares ou multidisciplinares que contribuam para ampliação dos métodos de identificação da composição dos materiais que formam os acervos e coleções através de método não destrutivo, que garanta a preservação dos materiais para as gerações presentes e futuras.

Ao destacar o panorama das políticas de salvaguarda do patrimônio arqueológico no Brasil e a influência do contexto mundial, podemos apontar alguns critérios de conservação importantes para pensar a relação entre Conservação e

Arqueologia e como estas áreas podem atuar de forma colaborativa para o desenvolvimento da Arqueologia.

Para a Conservação, o diagnóstico do acervo é um dos principais procedimentos de entendimento do estado de conservação e avaliação dos critérios necessários para possíveis intervenções. Portanto, o reconhecimento dos materiais que compõem os acervos e o entendimento dos processos de alteração/degradação pelos profissionais que atuam nos acervos, tornam-se elementos fundamentais para o diagnóstico de conservação das coleções sejam elas de natureza orgânicas ou inorgânicas, ao considerar que os acervos sofrem graus distintos de degradação, sejam elas em função das predisposições internas do suporte ou as ações externas do contexto das peças (SOUZA; FRONER, 2008). Ao destacar o papel do diagnóstico e a necessidade de abordagens específicas para entender o estado de conservação do sítio, Maria Conceição Meneses Lage (2007) destaca que,

Por causa da natureza complexa do trabalho de conservação, somente o especialista pode fazer o diagnóstico, propor e efetuar a intervenção. Especialistas de diferentes áreas como entomologia, microbiologia, geologia, geomorfologia, botânica, química, dentre outras, são chamados para estudar um sítio (LAGE, 2007, p. 100-101).

Já a Arqueologia entende as problemáticas de alteração/degradação do dado arqueológico não como agentes de degradação, mas como agentes tafonômicos que nos ajudam na compreensão da cultura material a partir da identificação destes agentes, ou seja, compreender a formação do contexto arqueológico, suas alterações e as questões adversas no contexto pós-deposicional. Ao se referir sobre o papel do registro dos agentes tafonômicos, Winter, Fagundes e Rodrigues (2010) destacam que,

O registro prévio do contexto indicará quais agentes tafonômicos poderiam ter atuado, e os vestígios identificados nos artefatos determinarão os agentes que alteraram cada um deles. A comparação desses dados mostrará se há coerência entre um e outro, e estipulará quais agentes influenciaram a constituição, distribuição e morfologia das assembleias cerâmicas. (WINTER; FAGUNDES; RODRIGUES, 2010, p.22) [Tradução nossa]²⁶

²⁶Texto original: El registro previo del contexto indicará qué agentes tafonómicos pudieron haber actuado, y los rastros identificados en los artefactos determinarán los agentes que alteraron a cada uno. La comparación de estos datos mostrará si hay coherencia en uno y otro, y estipular qué

Diante disso, ao considerar os achados arqueológicos como ferramenta fundamental na produção do conhecimento arqueológico, podemos então considerar os procedimentos de conservação como área auxiliar, ao colaborar na compreensão da cultura material a partir do entendimento dos materiais e sua interação com o meio, garantindo também, para as gerações futuras, o estudo e conhecimento de diferentes grupos a partir da preservação de seus elementos materiais. Lima (2016) ao tratar sobre as contribuições da Conservação para a Arqueologia destaca que,

Para os arqueólogos, o registro arqueológico, bem como seu contexto pré e pós-deposicional são matéria-prima fundamental para a produção do conhecimento arqueológico. É a materialidade do registro arqueológico e de seu contexto que torna possível a compreensão de aspectos tangíveis e intangíveis de uma determinada cultura. A Ciência da Conservação contribui para a construção deste conhecimento, na medida em que auxilia o arqueólogo a compreender os diversos aspectos físico-químicos, informacionais, estéticos, funcionais, tecnológicos – pré e pós-deposicionais – que definiram o ciclo de vida e a persistência dos bens arqueológicos, até a atualidade (LIMA, 2016, p. 244).

Neste sentido, os estudos acerca dos materiais que compõem os acervos e coleções são fundamentais para o entendimento dos processos de alteração/degradação, destacando o uso de estudos interdisciplinares que envolvam diferentes áreas do conhecimento, como a física, a química, a biologia, a paleontologia, a geologia, assim como outras áreas do conhecimento que acabam contribuindo para o entendimento dos acervos arqueológico. Em entrevista realizada ao Programa Conversa com Cientista da UFCTV ligado a Coordenadoria de Comunicação e Marketing da Universidade Federal do Ceará-UFC, o professor Antonio Gomes de Souza Filho (2018) destaca as contribuições da física para os estudos interdisciplinares dos materiais, apontando que,

[...] no caso da interdisciplinaridade [...], a Física tem um poder muito grande de colaborar com diferentes áreas porque as técnicas que ela tem desenvolvido [...] aprimoram o entendimento da matéria. E aí como eu falei, se você entende a matéria, você entende ou pelo menos avança bastante para entender outros fenômenos que estão relacionados com outras disciplinas. Então, por exemplo, como fazer

agentes influyeron en la constitución, distribución, y morfología de los conjuntos cerámicos (WINTER; FAGUNDES; RODRIGUES, 2010, p.22)

diagnóstico de doenças, como detectar determinadas substâncias se você não tem materiais que são muito sensíveis, cujas propriedades variam bastante quando eles entram em contato com essas estruturas que são alvo, como você monitora a poluição se você não tem materiais que são muito sensíveis a interação com essas moléculas. Então, a Física interage demais com esses sistemas, [...] com essas outras áreas onde você, a partir do entendimento das propriedades físicas, você monitora a interação de dispositivos desses sistemas com o que você está investigando. Então você tem, por exemplo, kits de diagnósticos que ilustram bem isso, um determinado material que muda de cor quando está em contato com determinado vírus ou determinada bactéria ou com determinado marcador biológico de uma patologia. A Física tem realmente uma capilaridade muito grande nas disciplinas. (SOUZA FILHO, 2018, s/p)

Assim ao pensar a conservação de acervos arqueológicos e suas alterações, deve-se considerar o conhecimento acerca da natureza dos materiais, seus processos de alteração/degradação e as interferências do contexto nestes objetos, pois cada sítio possui suas especificidades e a partir da análise destas, podem ser elaborados meios para entender cada objeto e suas dinâmicas. A conservação e alteração/degradação dos objetos são estabelecidas a partir dos fatores intrínsecos e extrínsecos de degradação, ou seja, os fatores relacionados à composição química dos suportes que, em contato com o meio em que estão inseridos podem, sofrer alterações; assim como os valores do contexto que, dependendo de suas condições, podem acelerar os processos de alteração/degradação dos materiais.

Marianne Sallum *et al.* (2018) em seu artigo *Estudos de Pigmentos, pastas e vestígios químicos de cerâmica Tupí do Sítio Gramado (Brotas, São Paulo – Brasil)*, destaca o papel dos estudos arqueométricos para o entendimento dos processos tecnológicos e a caracterização dos materiais presentes na pasta cerâmica.

Assim, a identificação de vestígios químicos em artefatos cerâmicos pode contribuir no entendimento da função das vasilhas cerâmicas, proporcionando resultados que, uma vez combinados com estudos físico-químicos, propiciam novas interpretações sobre dieta e subsistência, bem como os processos de escolha de argilas e pigmentos, de povos do passado. (SALLUM *et al.*, 2018, p. 198)

Outro elemento importante para entender a conservação dos acervos arqueológicos é a adaptação ao meio em que estão inseridos na qual Guichen (1984, p. 33), aponta que a “ausência de luz, presença de sais minerais contidas em

águas, solos meio corrosivos, temperatura extremamente estável, umidade relativa extremamente estável e acesso limitado de ar” podem levar a uma adaptação destes materiais ao ambiente e às condições em que estão inseridos. Desta forma, os objetos no ato de sua escavação arqueológica podem sofrer transformações, sejam eles de naturezas orgânicas ou inorgânicas que podem levar a perda ou alteração destes em decorrência de ações “físicas, químicas e mecânicas” (GUICHEN, 1984, p. 40), pois segundo Guichen (1984),

Esta transformación puede afectar su color, su peso, sus materiales, sus dimensiones. La mayoría de las veces la transformación lo lleva a su total destrucción. En algunos casos, por desgracia muy raros, el objeto no llega a destruirse porque la misma transformación que ha experimentado lo ha llevado a un nuevo estado estable. Se dice que el objeto ha alcanzado un equilibrio con su ambiente. El descubrimiento de un objeto implicará generalmente cambiarlo a otro ambiente, nuevamente diferente, que se caracteriza por: a) Una humedad relativa variable, con valores considerablemente más altos o más bajos que los del suelo. b) Aire que contiene oxígeno (además de CO₂, SO₂ y otros gases ácidos). c) Luz que puede activar los procesos de oxidación (GUICHEN, 1984, p.34). [Tradução nossa]²⁷

Dessa forma, percebe-se que a troca do ambiente dos materiais arqueológicos pode causar estabilidade ou perdas irreparáveis de elementos dos acervos, sendo importante a análise do material e a identificação destes processos na tentativa de estabilizar para evitar possíveis perdas do acervo.

Yacy-Ara Froner (2010) em seu artigo *Conservação e restauração: A legitimação da ciência* vai destacar as mudanças no paradigma em torno da conservação e restauração ao longo do tempo no Brasil, destacando o avanço de métodos voltados para a conservação e restauração de acervos e o fortalecimento da pesquisa científica, ao considerar o papel da interdisciplinaridade para a preservação de acervos. Para a autora,

²⁷Texto original: Esta transformación puede afectar su color, su peso, sus materiales, sus dimensiones. La mayoría de las veces la transformación lo lleva a su total destrucción. En algunos casos, por desgracia muy raros, el objeto no llega a destruirse porque la misma transformación que ha experimentado lo ha llevado a un nuevo estado estable. Se dice que el objeto ha alcanzado un equilibrio con su ambiente. El descubrimiento de un objeto implicará generalmente cambiarlo a otro ambiente, nuevamente diferente, que se caracteriza por: a) Una humedad relativa variable, con valores considerablemente más altos o más bajos que los del suelo. b) Aire que contiene oxígeno (además de CO₂, SO₂ y otros gases ácidos). c) Luz que puede activar los procesos de oxidación. (GUICHEN, 1984, p.34).

Cada vez mais, práticas e políticas de preservação de acervos demandam uma ação integrada entre pesquisadores de diversas áreas. Nesse sistema, a interdisciplinaridade promove a excelência em todos os níveis, tanto no estudo dos bens culturais e sua contextualização cultural, extraindo dele, portanto, as informações necessárias à sua compreensão, quanto em relação à sua integridade física, a partir de intervenções subsidiadas por um conhecimento profundo das interações físico-químicas da matéria e do ambiente circundante. Com a introdução de uma metodologia científica oriunda de outros campos de conhecimento, os avanços técnicos e os protocolos de preservação de acervos científicos e artísticos tornam-se cada vez mais determinantes para a manutenção da qualidade das pesquisas. Nesse sentido, do planejamento à coleta; do processamento ao estudo laboratorial; da armazenagem à exposição, o campo da conservação também se torna cada vez mais especializado. (FRONER, 2010, p. 50)

Carlos Alberto Santos Costa (2019) ao tratar das ausências na formação do arqueólogo no Brasil vai destacar que esta não torna os profissionais preparados para “[...] o adequado reconhecimento da natureza física e adoção dos critérios de prolongamento da vida útil da matéria, nem para a manipulação dos mecanismos de extroversão. Nesse aspecto, isso significa dizer que o olhar arqueológico se torna limitado [...]” (COSTA, 2019, p. 109). Outrossim, podemos notar a necessidade da Arqueologia por conhecimentos acerca das dinâmicas e conservação dos materiais formadores das coleções arqueológicas, para garantir o desenvolvimento da cadeia operatória da Arqueologia, demandando também um conhecimento acerca de outras áreas do conhecimento dependendo da abordagem analisada, na qual Costa (2019) completa afirmando que,

[...] Dessa forma, a atuação arqueológica demanda de uma predisposição interdisciplinar de ações. Por isso, outros campos de conhecimento se unem à tarefa da preservação, tais como a biologia, a conservação, a restauração, a museologia, a física, a educação, a arte, a história, a geologia, a antropologia, a química etc. Nesse sentido, é importante ressaltar dois campos de conhecimento que têm sido corriqueiramente acessados nos processos de gestão do patrimônio arqueológico no Brasil: a conservação e a museologia. A primeira, em decorrência da manipulação dos processos de prolongamento da vida útil do objeto; a segunda, pela lida com os procedimentos de salvaguarda e musealização (COSTA, 2019, p. 109).

Portanto, entendemos a necessidade de se elaborar protocolos metodológicos comuns entre a Arqueologia e a Conservação tendo em vista a necessidade de se pensar a preservação das coleções arqueológicas desde o

processo de escavação até o processo de extroversão. Dessa forma, a conservação poderá colaborar também na identificação de dados que podem auxiliar no entendimento dos grupos pela arqueologia.

Assim, para uma melhor compreensão acerca dos processos pós-deposicionais aos quais as cerâmicas arqueológicas estão sujeitas em seu contexto arqueológico e levando em consideração a relação multidisciplinar da arqueologia (COPÉ e ROSA, 2008), devemos nos voltar para a Paleontologia a partir de seus estudos tafonômicos para entender um pouco mais sobre os processos de alteração/degradação a qual as peças estão sujeitas levando em consideração as dinâmicas presentes entre o contexto arqueológico e os elementos formadores de seus suportes que Luiz Antônio Cruz Souza e Yacy-Ara Froner (2008), Francisca Rojas Pohlhammer (2009), Agesilau Neiva Almada (2015) e Livia Souza Guimarães (2019) se referem como valores “extrínsecos” e “intrínsecos” de alteração. Para Rojas Pohlhammer (2009),

Os danos presentes em cada peça podem ter natureza intrínseca ou extrínseca. No primeiro caso, a deterioração está ligada às condições da peça, seja pelos materiais que a constituem, pelo seu fabrico ou pelo uso que lhe foi dado. Já os agentes extrínsecos envolvem a interação do objeto com o meio ambiente, sendo este último aquele que causa deterioração, seja por condições ambientais, ação biológica ou ação antrópica. (ROJAS POHLHAMMER, 2009, p. 31)[Tradução nossa]²⁸

Neste sentido, é importante entender um pouco sobre o conceito de Tafonomia e como ele vem sendo empregado pela Paleontologia e auxiliando a Arqueologia no entendimento dos processos de alteração/degradação dos bens arqueológicos no contexto pós-deposicional. Fernando Erthal *et al.* (2017) afirmam que,

Dentre as diversas áreas da Paleontologia, a Tafonomia em especial se utiliza do ambiente recente para entender a formação biológica preservada no registro fóssil [objetivando] [...] compreender os processos de fossilização de remanescentes biológicos que alteram

²⁸Texto original: El daño presente en cada pieza puede tener una naturaleza intrínseca o extrínseca. En el primer caso el deterioro se vincula con las condiciones propias de la pieza, ya sea por sus materiales constitutivos, su factura o el uso que le fue dado. Los agentes extrínsecos en cambio, suponen la interacción del objeto con el medio, siendo este último el que causa el deterioro, ya sea por condiciones ambientales, por acción biológica o por acción antropogénica. (ROJAS POHLHAMMER, 2009, p. 31)

quali e quantitativamente a informação biológica preservada no registro fóssil. Um dos seus grandes objetivos, por exemplo, é quantificar a influência do ambiente sedimentar sobre o grau de destruição dos respectivos restos fósseis (ERTHAL *et al.*, 2017, p. 13).

Portanto, a Tafonomia atrelada aos estudos de conservação de cerâmicas arqueológicas pode contribuir bastante para entender a relação entre os compostos presentes na pasta cerâmica, principalmente aquelas relacionadas ao material orgânico usado como antiplástico e sua relação com as substâncias presentes no solo, além das predisposições do contexto arqueológico, neste caso relacionado ao ambiente dunar.

Segundo Rye (1981) as argilas, ao serem submetidas a temperaturas relativamente baixas, tornam-se duras e fortes, mas em decorrência de sua plasticidade, precisam ser melhoradas ao ponto de produzir objetos, e que não venham a rachar durante sua secagem e queima. Este processo de melhoramento da argila se dá através de aditivos não plásticos que acrescentados na pasta com o objetivo de melhorar sua maleabilidade e resistência, por serem materiais estáveis, ou seja, insolúveis que em contato com a água não desenvolvem plasticidade (RYE, 1981). A autora acrescenta que, segundo a denominação destes materiais,

Muitos outros termos têm sido usados, como "materiais de abertura", "aplásticos", "revestimento" e "enchimentos", mas "não plásticos" é o preferido. Os não plásticos podem ser minerais (como quartzo e calcita), orgânicos (sementes, caules de plantas, fragmentos de raízes), biominerais (concha, casca queimada, coral, espículas de esponja) ou artificiais (cerâmica triturada). Outra classe de aditivos comumente utilizada nas indústrias cerâmicas modernas são os corantes, como ocre e óxidos. Estes têm pouco efeito sobre a trabalhabilidade e propriedades de queima, além da cor queimada. Na cerâmica antiga, esses materiais eram comumente usados em revestimentos de superfície em vasos, mas não como aditivos corporais (RYE, 1981, p. 31). [Tradução nossa]²⁹

²⁹Texto original: [...] Many other terms have been used, such as "opening materials," "aplastics," "backing," and "fillers," but "non-plastics" is preferred. Non-plastics can be mineral (such as quartz and calcite), organic (seeds, plant stems, root fragments), bio-mineral (shell, burned bark, coral, sponge spicules) or man-made (crushed pottery). Another class of additives commonly used in modern ceramic industries is colorants, such as ochers and oxides. These have little effect on workability and fired properties, apart from fired color. In ancient pottery, these materials were commonly used in surface coatings on vessels, but not as body additives. (RYE, 1981, p. 31)

Assim, o conhecimento acerca dos materiais não plásticos ou antiplástico é de suma importância para o entendimento pelo arqueólogo dos processos de interação entre os materiais formadores da pasta cerâmica e as variações do ambiente no qual estão inseridas, pois podem auxiliar na interpretação do dado arqueológico contribuindo para o conhecimento destes materiais.

Trigger (2004) ao tratar sobre a interpretação do dado arqueológico afirma que é cada vez mais crescente o interesse por parte do arqueólogo em tentar interpretar os processos que acabam gerando o registro arqueológico, “os arqueólogos também estão cada vez mais interessados em entender os processos naturais que têm papel decisivo na formação de sítios e resultam em alterações pós-deposicional do registro arqueológico” (TRIGGER, 2004, p. 381). Ao tratar sobre a preparação da argila para produção de cerâmicas, Clive Orton, Paul Tyers e Alan Vince (1997) destacam o uso de quartzo, rochas trituradas, fragmento de conchas e ossos triturados e queimados, excrementos, palha e casca de arroz como elementos não plásticos que ajudam no processo de produção das cerâmicas (ORTON, TYERS e VINCE, 1997). Estes elementos são importantes para entender um pouco sobre a formação da pasta da cerâmica arqueológica e assim inferir sobre questões importantes relacionadas ao processo de alteração/degradação dos artefatos cerâmicos.

Fernando Ertahl e Matias do Nascimento Ritter (2017) destacam que a “Tafonomia Atualística” tem por bases a coleta e observação de dados em ambientes atuais para a interpretação de registros fósseis (ERTAHL e RITTER, 2017). Ao analisar os conceitos e aplicações os autores destacam processos tafonômicos relacionados a conchas de moluscos na qual gostaria de destacar 2 (dois), o primeiro, relacionado à abrasão, considerado processo de origem físico, na qual os autores afirmam que,

Conchas de moluscos são constituídas por carbonato de cálcio e por uma rede protéica que mantém os cristais inorgânicos coesos, ao mesmo tempo em que confere certa elasticidade. Após a morte, as conchas perdem esta malha orgânica (por decomposição microbiana, por exemplo) deixando os cristais carbonáticos soltos e diminuindo a resistência das conchas à fragmentação (Taylor, 1973; Glover & Kidwell, 1993; Zuchinet *et al.*, 2003). A combinação de dissolução com alta energia ambiental acelera o processo de perda dos cristais, e a primeira evidência tafonômica deste fenômeno recebe, genericamente, o nome de abrasão. Em ambientes fluviais, lóticos, a abrasão pode ser relacionada ao atrito da água (subsaturada em

carbonato de cálcio) (Newell *et al.*, 2007) (ERTAHL; RITTER, 2017, p. 38).

O segundo agente tafonômico que é importante destacar, está relacionado ao processo de origem químico que é a dissolução, que está diretamente relacionado ao processo de erosão da estrutura do material, na qual os autores Ertahl e Ritter (2017) destacam que,

O desequilíbrio químico entre o carbonato de cálcio na água do mar e no esqueleto dos organismos marinhos resulta na dissolução do material bioplástico. De forma geral, a dissolução é mais intensa próximo à interface sedimento-água, por causa da insaturação em CaCO₃. A desagregação gradual do arranjo cristalino após a perda da matriz orgânica produz um aspecto superficial gredoso, e é chamada maceração (ERTAHL; RITTER, 2017, p. 38-39).

Entender estes processos tafonômicos relacionados as conchas de moluscos são importantes, pois nos leva a compreender um pouco sobre o uso das conchas trituradas dentro da pasta de cerâmicas que são usadas como antiplástico e como estas podem influenciar em processos de alteração/degradação das peças cerâmicas que tenham como antiplástico conchas trituradas.

Ao tratar sobre o enfoque do estudo tafonômico para o estudo da cerâmica Winter, Fagundes e Rodrigues (2010) afirmam que este tipo de estudo se destaca pela análise integral e sistemática da coleção, permitindo entender como sucederam as alterações de cada uma das peças. Para eles,

[...] a abordagem tafonômica tem uma visão mais ampla do que a análise de vestígios de uso, pois contempla o fragmento cerâmico dentro de seu conjunto e contexto de deposição, permitindo fazer inferências de cronologia relativa, especialmente em materiais encontrados na superfície .(WINTER; FAGUNDES e RODRIGUES, 2010, p. 16).[Tradução nossa]³⁰

Fernández Ibáñez (1990) ao tratar sobre o papel do solo nos processos de alteração/degradação na qual os materiais arqueológicos podem sofrer no momento pós-deposicional, destaca que estes processos podem gerar nas coleções reações

³⁰Texto original: [...] el enfoque tafonómico tiene una mirada mas amplia que el análisis de rastros de uso, ya que contempla al fragmento cerámico dentro de su conjunto y contexto de depositación, permitiendo realizar inferencias de cronología relativa, especialmente en materiales encontrados en superficie (WINTER; FAGUNDES e RODRIGUES, 2010, p. 16)

que apontam para o entendimento do estado de conservação destas coleções. Assim o autor destaca que,

Podemos distinguir entre três tipos fundamentales de suelos: Ácidos, Neutros o Básicos. Serán Ácidos cuando su PH sea inferior a 7, Neutros, cuando tengan valor 7 y Básicos si su PH es superior a 7, Según nos enfrentemos a cada una de las variantes, los efectos sobre la materia serán diferentes. Un suelo ácido no suele conservar la materia orgánica y afecta dramáticamente a otros materiales como los metálicos por ejemplo, cerámica, piedra, etc... que se verán afectados seriamente. Sin embargo y para que comprobemos cuán dispares pueden ser los efectos sobre el material y cuanto desconocemos aún, los fenómenos de alteración conservan magníficamente todo resto de materia orgánica, a pesar de que una de sus características básicas es la marcada acidez de este tipo de suelos; los sacrificios de Tollunden Suecia constituyen un ejemplo ya típico de este fenómeno. En el caso de los suelos alcalinos, los restos orgánicos se descomponen muy rápidamente, aunque ciertos materiales como los huesos pueden llegar a fosilizar. Esta clase de suelo facilita la formación de carbonatos, que se incrustarán sobre todo tipo de materiales. Los carbonatos además, absorberán a todo objeto material que se encuentra a su alrededor. El resultado es la formación de duras costras difíciles de eliminar, y que ya nos son conocidas (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990, p. 15-16). [Tradução nossa]³¹

A partir desta problemática em torno dos processos de alteração/degradação na qual os artefatos arqueológicos podem sofrer no processo pós-deposicional relacionado à qualidade do solo, o autor destaca a problemática existente em torno destes processos de alteração/degradação e os desafios de se pensar cada vez mais na importância do conhecimento destes contextos e entender os processos para a aplicação de métodos e procedimentos corretos de conservação destacando a necessidade de se envolver as mais distintas ciências e seus métodos.

³¹Texto original: Podemos distinguir entre três tipos fundamentales de suelos: Ácidos, Neutros o Básicos. Serán Ácidos cuando su PH sea inferior a 7, Neutros, cuando tengan valor 7 y Básicos si su PH es superior a 7, Según nos enfrentemos a cada una de las variantes, los efectos sobre la materia serán diferentes. Un suelo ácido no suele conservar la materia orgánica y afecta dramáticamente a otros materiales como los metálicos por ejemplo, cerámica, piedra, etc... que se verán afectados seriamente. Sin embargo y para que comprobemos cuán dispares pueden ser los efectos sobre el material y cuanto desconocemos aún, los fenómenos de alteración conservan magníficamente todo resto de materia orgánica, a pesar de que una de sus características básicas es la marcada acidez de este tipo de suelos; los sacrificios de Tollunden Suecia constituyen un ejemplo ya típico de este fenómeno. En el caso de los suelos alcalinos, los restos orgánicos se descomponen muy rápidamente, aunque ciertos materiales como los huesos pueden llegar a fosilizar. Esta clase de suelo facilita la formación de carbonatos, que se incrustarán sobre todo tipo de materiales. Los carbonatos además, absorberán a todo objeto material que se encuentra a su alrededor. El resultado es la formación de duras costras difíciles de eliminar, y que ya nos son conocidas. (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990, p. 15-16)

3.1 Diagnóstico do estado de Conservação

O registro arqueológico, assim como seu contexto pré e pós-deposicional são fontes fundamentais para o arqueólogo na produção do conhecimento. É por meio da materialidade deste registro e de seu contexto que a arqueologia compreende os aspectos tangíveis e intangíveis de uma cultura (LIMA, 2016). Dessa forma, cabe à Ciência da Conservação a colaboração no desenvolvimento de métodos que possam assegurar o prolongamento da vida útil destes registros além de que “auxilia o arqueólogo a compreender os diversos aspectos físico-químicos, informacionais, estéticos, funcionais, tecnológicos – pré e pós-deposicionais – que definiram o ciclo de vida e a persistência dos bens arqueológicos, até a atualidade” (LIMA, 2016, p. 244).

Lage e Farias Filho (2018) ao tratar sobre o uso da arqueometria para a conservação de sítios de arte rupestre do estado do Piauí destacam a importância desta ferramenta nos estudos arqueológicos, pois, segundo os autores, “até pouco tempo atrás, esses estudos eram realizados empregando técnicas laboratoriais de microanálise, destrutivas, que necessitavam a retirada de amostras dos painéis rupestres” (LAGE; FARIAS FILHO, 2018, p. 334). Destaca-se que hoje, com o avanço dos métodos analíticos há equipamentos que permitem a análise *in loco* que garantem a preservação do patrimônio arqueológico ao criar alternativa a procedimentos destrutivos ao mesmo tempo em que aceleram a elaboração dos diagnósticos possibilitando a estabilização dos processos de degradação em tempo hábil a partir de métodos preventivos (LAGE e FARIAS FILHO, 2018).

O conhecimento acerca dos materiais que formam o suporte dos objetos e a identificação do ambiente em que o artefato foi encontrado, é de grande importância para a compreensão dos artefatos e de seu processo de degradação (GUICHEN, 1984). Em um novo meio, diverso daquele para o qual foram produzidos, os objetos sofrem alterações provocadas pelas novas condições, tendendo com o passar do tempo a destruição parcial, estabilização ou completa desintegração (GUICHEN, 1984).

Lage (2007) ao se referir sobre o processo de diagnóstico do sítio arqueológico e as diferentes áreas do conhecimento que podem contribuir para o estudo do sítio vai destacar que “quanto mais minuciosa for esta análise, mais completo e seguro será o diagnóstico sobre o estado de conservação do sítio” (LAGE, 2007, p. 101).

Diante disso, e levando em consideração a coleção de cerâmicas arqueológicas do Sítio Jericoacoara I, podemos identificar processos distintos de alteração/degradação das peças que estão diretamente relacionados às predisposições de seu contexto arqueológico levando em consideração as informações coletadas nas duas jornadas de recuperação do material realizadas em 2010 e 2017, com a composição material, seus processos tecnológicos e as informações produzidas a partir do diagnóstico de conservação da coleção. Segundo Verônica Viana (2018), este material foi recuperado nas duas escavações em profundidade e em superfície, na qual destaca neste caso a base de corredores ou bacias eólicas (VIANA, 2018). Dessa forma, é importante perceber a influência que as ações e predisposições existentes no contexto arqueológico possuem no processo de alteração/degradação e/ou preservação do sítio e das peças.

Para interpretar a Coleção de cerâmicas do Sítio Jericoacoara I e elaborar um diagnóstico acerca do estado de conservação das cerâmicas, devemos entender em primeiro lugar o processo de caracterização do conjunto que, segundo Viana (2018, p. 206) possui uma variabilidade artefactual que ajuda a entender um pouco sobre os grupos ou tradição cultural aos quais estão associadas. Neste sentido, é importante destacar os fatores tecnológicos que são fundamentais para o entendimento dos processos de alteração/degradação das peças ao se relacionar com o contexto e composição química dos materiais que compõem o acervo.

Neste trabalho, vamos considerar como elementos técnicos importantes para o entendimento das peças: a pasta (todos os elementos que compõem o suporte); tratamento de superfície (realizado na tentativa de melhorar a superfície da peça podendo ser: alisada, polida, brunida, decoração plástica incisa, engobado, pintado etc.); manufatura (a forma como é produzida a peça que pode ser acordelado, modelado, moldado e torneado). A queima, segundo (ORTON, TYERS e VINCE, 1997, p. 147-149) pode ocorrer de duas formas, em fogo aberto e em forno.

No que se referem aos elementos técnicos, podemos destacar também os tipos de lábios, borda, bojo e base, que nos ajudam a entender um pouco sobre a

incidência de alteração/degradação nas cerâmicas. A identificação dos processos técnicos das cerâmicas é importante, pois pode ajudar na identificação das alterações das peças no processo pós-deposicional.

Com a identificação dos elementos tecnológicos e da composição material do suporte, neste caso considerando a pasta da cerâmica que é identificada a partir da análise da coleção, podemos inferir a dinâmica destes materiais com o contexto e como eles reagiram e foram afetados gerando assim suas alterações. Dessa forma, teremos como base na análise da pasta da coleção o que foi definido anteriormente por Verônica Viana (2018), na qual caracteriza sua plasticidade como sendo, “três de baixa plasticidade (pastas 1, 2 e 7), três de média plasticidade (pastas 3, 5 e 6) e uma de alta plasticidade (pasta 4)” (VIANA, 2018, p. 209).

No processo de elaboração da cerâmica, o antiplástico tem papel fundamental, pois reduz a plasticidade da argila proporcionando uma maior resistência do material. Assim, o indivíduo usa materiais não plásticos que ajudam no processo de modelagem da peça. Estes materiais podem ser desde minerais como grãos de quartzos considerados mais duráveis, até materiais cerâmicos triturados, como também conchas e materiais orgânicos. Ao tratar sobre os tipos de materiais aplicados na pasta de argila para temperar a pasta e atuarem como antiplásticos na produção de cerâmicas, Anna O. Shepard (1980) destaca que há uma grande variedade de elementos que podem ser usados, como rochas, fragmentos de cerâmicas e materiais orgânicos (SHEPARD, 1980). A autora destaca ainda que,

Entre as rochas, todas as três classes principais estão representadas. Muitos são de origem ígnea, sendo os andesitos, dioritos, traquitos e basaltos especialmente comuns, como também cinzas vulcânicas não consolidadas e cinzas endurecidas ou tufo. Os sedimentares incluem arenito, calcário e dolomita; e os metamórficos, vários tipos de xisto e gnaisse. Os materiais de origem orgânica incluem tais diversas coisas como concha, terra de diatomáceas, espículas de esponja, sílica obtida por queima de casca, fibras vegetais e penas. Esta lista não é exaustiva, mas ele irá sugerir a gama de materiais. Esses materiais diferem no que diz respeito à mão de obra necessária para sua preparação, em seu efeito sobre a força e textura da cerâmica, e em suas reações aquecimento. (SHEPARD, 1980, p. 26) [tradução nossa]³²

³²Texto original: Among the rocks, all three of the major classes are represented. Many are of igneous origin, andesites, diorites, trachytes, and basalts being especially common, as are also unconsolidated

Neste sentido, é importante destacar o uso do antiplástico no processo de alteração/degradação da cerâmica, pois dependendo do material usado neste processo, isso pode atuar na fragilidade ou durabilidade da peça. Segundo Orton, Tyers e Vince (1997),

Quanto mais material de enchimento é adicionado. menor será a redução de volume (Jacobs, 1983). Argila com maior taxa de inclusão tende a ter maior resistência à umidade: pode resistir melhor durante o processo de secagem. Porém. Quanto mais materiais não plásticos houver, mais será reduzida a plasticidade da argila, aumentando a dificuldade de trabalho. Argila com alta proporção de enchimento não é muito adequada para fazer recipientes delicados ou para uso em torno. (ORTON, TYERS e VINCE, 1997, p 135).[Tradução nossa]³³

Angislene Costa *et al.* (2023) em seu trabalho *A produção de cerâmica no alto Rio Madeira (Século XI-XII AD): Uma abordagem das interações indígenas com a paisagem por meio das técnicas físico-químicas*, destaca a ausência e/ou existência do uso do caraipé e cauixi (figura 02) como antiplástico no conjunto Santo Antônio, e que o uso destes temperos pode ser explicado a partir da função do elemento cerâmico, sendo o caraipé, “cinzas silicosas de casca de árvore” (COSTA *et al.*, 2023, p. 126) e o cauixi, “espículas de esponja de água doce silicosas” (COSTA *et al.*, 2023, p. 126).

volcanic ash, and indurated ash or tuff. The sedimentaries include sandstone, limestone, and dolomite; and the metamorphics, various types of schist and gneiss. The materials of organic origin include such diverse things as shell, diatomaceous earth, sponge spicules, silica obtained by burning bark, plant fibers, and feathers. This list is by no means exhaustive, but it will suggest the range of materials. These materials differ with respect to the labor required for their preparation, in their effect on the strength and texture of pottery, and in their reactions on heating. (SHEPARD, 1980, p. 26)

³³Texto original: Cuanto más material de relleno se le agrega. menor es la reducción del volumen (Jacobs, 1983). La arcilla con mayor proporción de inclusión es tiende a tener una resistencia a la humedad más elevada: puede aguantar mejor durante el proceso de secado. Sin embargo. Cuantos más materiales no plásticos haya, más se reducirá la plasticidad de la arcilla, aumentando la dificultad para trabajar. La arcilla con una proporción elevada de relleno no es muy adecuada para la fabricación de vasijas delicadas o para el uso del torno (ORTON, TYERS e VINCE, 1997, p 135).

Figura 02 – À esquerda, podemos observar cauixi e, à direita, caraipé.



Fonte: OLIVEIRA *et al.*, 2020, com material cedido pela arqueóloga Angislaine Freitas Costa.

Ao tratarem sobre estudos arqueométricos de cerâmicas arqueológicas do conjunto Vilas e São João no Amazonas, Leo Sousa Santiago de Oliveira *et al.* (2020) destacam sobre o uso de elementos não plásticos também conhecidos por têmperas destacando o papel destes elementos na produção das cerâmicas e sua relação com a função das peças, destacando o papel das técnicas arqueométricas no entendimento e caracterização destes materiais. Para os autores,

A adição de materiais não argilosos (não plásticos), conhecidos como têmperas, à argila bruta melhora a sua trabalhabilidade, minimizando o encolhimento e evitando fissuras (Papachristodoulou *et al.*, 2008). A utilização de material orgânico pode ser especialmente vantajosa em recipientes para cozinhar, pois a maior parte da têmpera queima durante a queima, deixando vazios que podem interromper fissuras causadas pelo estresse térmico durante o uso (Bel, 2015). Exemplos de têmperas amplamente utilizadas em pastas cerâmicas por essas culturas amazônicas são o cauixi (esponja de rio – espículas de esponja) e o caraipé (casca de árvore queimada – cinza siliciosa de casca de árvore) (Hazenfratz *et al.*, 2016; Watling *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2010). [...] Cauixi é composto por SiO₂ amorfo. Antes de ser adicionado à cerâmica, o caraipé, diferentemente do cauixi, é queimado, para se obter apenas a base siliciosa do material. Caso esta queima não seja realizada, a presença na pasta de material orgânico afetará a durabilidade da peça cerâmica (Costa *et al.*, 2009). (OLIVEIRA *et al.*, 2020, p. 02)

Para Oliveira *et al.* (2020) algumas manchas escuras encontradas nas peças cerâmicas estão relacionadas à têmpera empregada na pasta cerâmica. Estas manchas têm origem com a carbonização resultante do processo de queima do caraipé que atua na eliminação dos elementos orgânicos da pasta, mantendo apenas a fase siliciosa deste temperamento (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Ao destacar

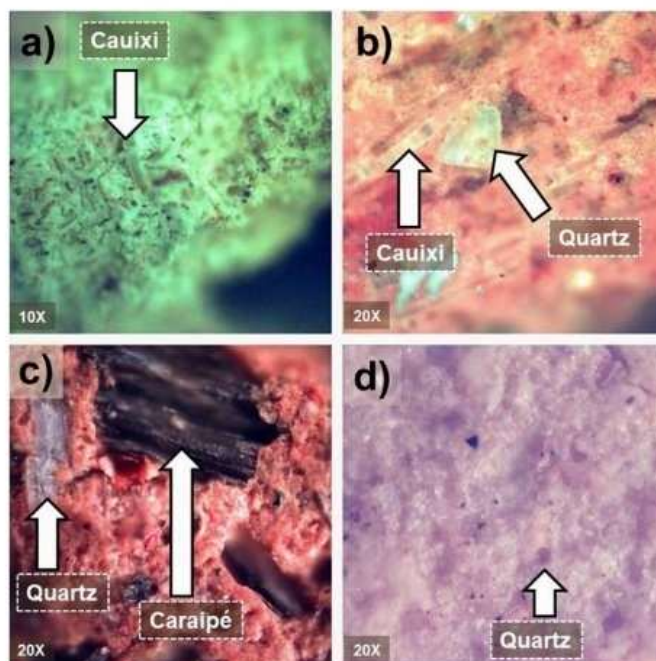
sobre a constituição das fases pertencente à coleção analisada os autores destacam que,

As olarias da fase Caiambé agregaram o cauixi como material não plástico e o engobe vermelho como decoração, sendo também comuns a cerâmica com incisões (desenho feito com instrumento cortante) e a pintura. Outra característica desta fase são os motivos com linhas alongadas em forma de S, em zigue-zague e espirais.

A cerâmica da fase Tefé tem como característica o uso do caraipé como têmpera e técnicas decorativas, como a pintura em preto e/ou vermelho sobre engobe branco, consumo e modelagem (Belletti, 2015; Hazenfratz et al., 2016). A partir da fase Pocó, a cerâmica ganhou temperamentos cauixi, com motivos poligonais e pinturas policromadas. A cerâmica desta fase tem a particularidade de ser leve e porosa (Lima e Neves, 2011).(OLIVEIRA et al, 2020, p. 06)

Assim, é importante pontuar as semelhanças entre a coleção de cerâmicas analisada por Oliveira *et al.* (2020) e a coleção de cerâmica de Jericoacoara, destacando a presença de elementos na pasta cerâmica que nos leva a pensar sobre o uso de materiais orgânicos como têmpera, pois algumas peças possuem elementos granulares na pasta e se caracterizam pela presença de pequenas manchas nos elementos granulares (figura 03), o elevado processo de erosão, a alta porosidade e a leveza de algumas peças.

Figura 03 – Microscópio óptico identificando a presença de Cauixi, quartzo e caraipé analisadas por Oliveira *et al.*, 2020.



Fonte:OLIVEIRA *et al.*, 2020.

Souza e Froner (2008) ao tratar do processo de composição das cerâmicas reforça o papel dos elementos agregados na pasta da cerâmica que contribuem para uma melhor elaboração das peças dependendo da argila utilizada, destacando que,

A argila dos objetos de cerâmica contém elementos e compostos como sílica, alumínio, substâncias plastificantes e impurezas, além de vários outros metais que caracterizam uma coloração distinta. As substâncias plastificantes contribuem para reduzir a contração e evitar a deformação da forma da peça durante o cozimento; incluem areia, conchas moídas, greta polida, além de matéria orgânica formada por gravetos, resíduos vegetais, cinzas, esponjas de água doce, tecidos e folhas que desaparecem na cocção (SOUZA; FRONER, 2008, p. 10).

É importante destacar que, no momento da análise da coleção, a autora Verônica Viana (2018) destaca as dificuldades existentes no momento da análise da coleção durante a escavação em decorrência do estado de conservação das peças, ou seja, os processos de alteração/degradação que as peças sofreram impediram a identificação do tratamento técnico de algumas peças da coleção, pois segundo a autora,

[...] as condições pós-deposicionais a que foi submetido o conjunto cerâmico no sítio Jericoacoara I, sejam elas naturais (a abrasão eólica, particularmente) ou antrópicas (tráfego constante de veículos sobre o sítio), tornou a análise mais dificultosa do que o comum, uma vez que muitas informações, tais como tratamento de superfície e a forma, foram inteiramente perdidas. (VIANA, 2018, p 208)

A “análise organoléptica” (MUÑOZ VIÑAS, 1963, p.131) é desenvolvida a partir da observação dos sentidos, neste caso a visão e o tato. As análises organolépticas podem auxiliar também na identificação de possíveis inclusões presentes nas pastas que podem ter sido usadas como antiplásticos para melhoramento da pasta ou que se impregnaram na superfície da peça que, nesta pesquisa, contribuirá para a formação do grupo de amostras, que posteriormente serão usadas também para análise de sua composição através de métodos arqueométricos não destrutivos, que possam evidenciar a presença destes materiais não plásticos na pasta das cerâmicas como material antiplástico, contribuindo para entendimento dos processos tafonômicos da coleção pertencente ao sítio Jericoacoara I. Ao considerar este processo de observação das inclusões presentes nas pastas das cerâmicas Rye (1981) destaca que,

Se um fragmento for examinado de perto, verá que há inclusões; fragmentos de rocha, minerais, pedaços de matéria orgânica ou outras partículas são distintos da matriz de argila mais fina. Dizer que o fragmento tem inclusões é uma descrição do fragmento, um objeto material (inclusões sendo "atributos"[...]). Dizer que o fragmento é temperado é uma afirmação sobre o comportamento humano em algum momento do passado. Inferir isso apenas a partir da observação de inclusões é injustificável porque as inclusões podem se originar de atividades não humanas, como transporte de materiais erodidos em rios e codeposição de minerais argilosos e não argilosos (RYE, 1981, p. 31) [tradução nossa]³⁴.

Outro aspecto importante sobre o diagnóstico da coleção de cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara I são os aspectos relacionados à forma como os artefatos cerâmicos foram encontrados, seja em superfície ou em profundidades. Podemos dizer que temos dois graus distintos de preservação, pois devemos considerar que os materiais em superfícies ficaram expostos as distintas de predisposição ambientais enquanto os que estavam em profundidade podem ter garantido sua estabilidade através do processo de adaptação.

Assim, foram elencados os seguintes agentes de alteração/degradação da cerâmica arqueológica do sítio Jericoacoara I: abrasões, desgaste das bordas (arredondamento), riscos, orifícios superficiais, craquelê, alteração de volumetria/erosão, desgastes pontuais, lascado ou delaminado, perda do suporte, quebra, material aderido, manchas, pulverulência ou eflorescência, alteração da cor e marcas, que serão discriminados em seguida.

O desenvolvimento das **abrasões** na coleção Jericoacoara I, pode ser entendido de 4 (quatro) formas: o primeiro, do contato direto entre as peças; o segundo, do processo eólico existente em sítios desta natureza (ambientes dunares) que acaba gerando ações abrasivas (figuras 04 e 05); o terceiro, da ação antrópica relacionada a movimentação de visitantes no sítio ao considerar que este está inserido dentro de um Parque Nacional que recebe milhares de visitantes diariamente; e o quarto, ao contato direto das peças com ferramentas usadas em

³⁴Texto original: If a sherd is examined closely, it will be seen to have inclusions; rock fragments, minerals, pieces of organic matter or other particles are distinct from the finer clay matrix. To say that the sherd has inclusions is a description of the sherd, a material object (inclusions being "attributes"[...]) To say that the sherd is tempered is a statement about human behavior at some time in the past. To infer this merely from the observation of inclusions is unwarranted because inclusions can originate from non-human activities, such as transport of eroded materials in rivers and co-deposition of clay and non-clay minerals.(RYE, 1981, p. 31)

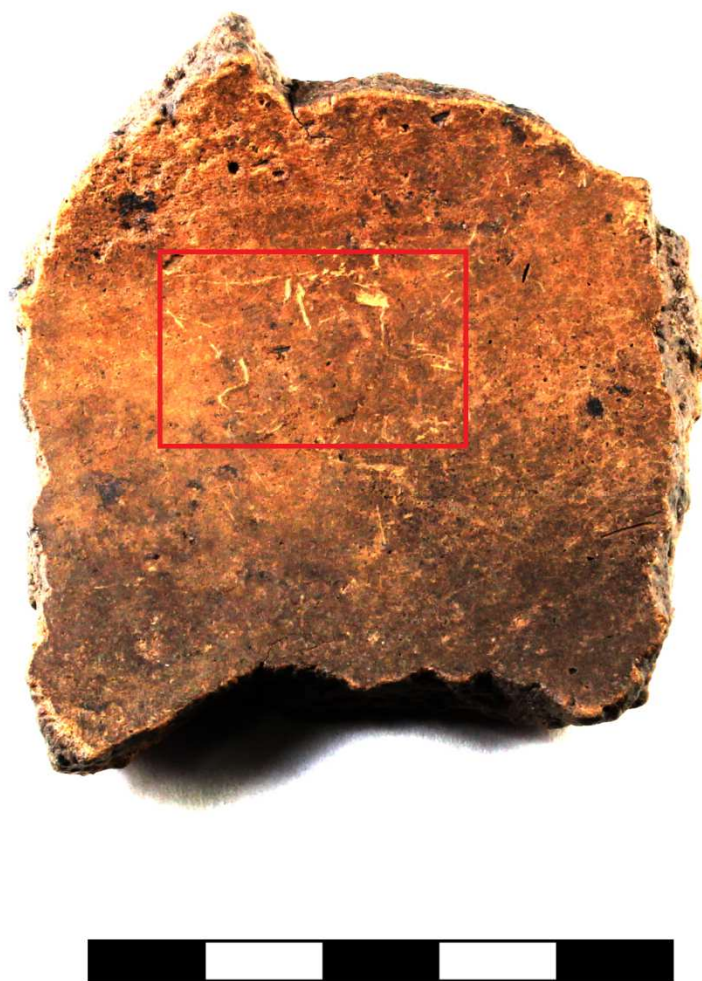
campo durante a escavação. Todos estes agentes tafonômicos geram de arranhões leves a intensos nas peças que podem causar perdas pontuais em seus suportes.

Figura 04 – Abrasões generalizadas sobre a camada de tratamento da peça ST2311.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Figura 05 – Abrasões generalizadas sobre a camada de tratamento da peça ST2886.55.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Ana Nascimento e Suely Luna (1997) ao tratar sobre a cerâmica arqueológica em sítios dunares no Rio Grande do Norte e os métodos de análises dessa tipologia de acervos, destaca que é necessário incorporar nesta metodologia, as informações acerca dos processos de erosão que as peças arqueológicas podem sofrer nestes sítios, afirmando que,

O transporte dos materiais erodidos, uma das três fases do ciclo erosivo terrestre, realiza-se por meio de três agentes: gelo, água (superficial e profunda) e vento. Estes agentes não funcionam exclusivamente como meros transportadores de materiais, mas, são por sua vez, responsáveis por um novo tipo de erosão, a erosão por atrito. Assim os materiais que estão sujeitos a esse processo podem sofrer modificações, adquirindo um modelado típico e ocasionando, também, desgastes em suas superfícies. O tratamento da superfície dos fragmentos cerâmicos, tem sido um dos elementos caracterizadores de unidades em sítios cerâmicos de outras regiões.

No caso dos sítios dunares, temos que levar em conta que o processo erosivo atua sobre a superfície dos fragmentos cerâmicos, modificando suas características. (NASCIMENTO; LUNA, 1997, p. 20)

Para Winter, Fagundes e Rodrigues (2010) “O grau de erosão causado pelo agente abrasivo vai depender do seu formato, dureza e intensidade. As partes com maior probabilidade de serem erodidas são: as bordas, partes convexas, alças e pontos de inflexão [...]” (WINTER; FAGUNDES; RODRIGUES, 2010, p.19) [Tradução nossa]³⁵. Desta forma, precisamos entender que quanto mais frágil for a composição material da peça ou sua superfície maior serão os processos de abrasões, ou seja, as abrasões são mais evidentes nas bordas das peças e podem estar relacionadas ao atrito direto com outros materiais ocorrendo com pequenas perdas na superfície da cerâmica, que também são influenciados pela composição do suporte. Assim, as abrasões podem gerar: riscos, perdas de suporte, erosões e desgaste das bordas (arredondamento) das peças.

É importante destacar que quando a abrasão ocorre de forma antrópica com algum elemento com grau de dureza menor que o da peça, esta ação é convertida em um **risco** que pode ser identificado pelo aspecto brilhoso ou até mesmo pigmentado (figuras 06 e 07).

³⁵“Texto original: El grado de erosión provocado por el agente abrasionador, dependerá de su forma, dureza e intensidad. Las partes más propensas a ser erosionadas son: los bordes, las partes convexas, asas y puntos de inflexión [...]” (WINTER; FAGUNDES; RODRIGUES, 2010, p.19)

Figura 06 – Riscos generalizados sobre a camada de tratamento da peça ST2892.30



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Figura 07 – Riscos generalizados sobre a camada de tratamento da peça ST2886.36 e ST2886.61.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

O processo de **desgaste das bordas (arredondamento)** ocorre em decorrência do processo de abrasão intenso das peças. Um dos principais exemplos desse processo abrasivo ocorre em decorrência do movimento eólico, ou seja, à medida que estas peças vão sendo movimentadas no ambiente dunar, vão perdendo suas vértices e arestas, deixando a peça com bordas e cantos arredondados (figuras 08 e 09). Ao considerar a alteração das peças, Fernández Ibáñez (1990), destaca que este processo atinge os materiais cerâmicos e acabam transformando as peças em matéria secundária do objeto de origem (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1990).

Figura 08 – Peça ST 2892.85 com processo de desgaste das bordas (arredondamento).



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Figura 09 – Peça ST 2892.85 com processo de desgaste das bordas (arredondamento).



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Devemos destacar que o processo de arredondamento tratado nesta pesquisa, não se trata da quebra das peças em formato de disco, como ocorre em peça roletada, mas no desgaste que ocorre nas extremidades das peças em decorrência das abrasões, que atuam no processo de alteração da forma das peças, ao acabar com seus ângulos. Na coleção Jericoacoara I, podemos observar casos de peças em formato de disco, ou seja, advinda de um processo roletado, mas que também sofreu o arredondamento das bordas.

Os **orifícios superficiais** ocorrem através de dois processos distintos, o primeiro no qual estamos identificando como pontual que é a existência de orifício de forma pontual em decorrência de bolha de ar ou da perda de grão de quartzo que ocorre na superfície da peça. E o segundo são pequenos orifícios que aparecem em maior quantidade nas peças que são acompanhados de manchas escuras, que possivelmente são elementos formados a partir do processo de degradação de material orgânico que pode ter sido usado como antiplástico. Neste caso, as peças que possuem estes orifícios são leves e ganham um aspecto poroso, em muitos dos casos estão em processo elevado de erosão (figuras 10 e 11), que nos leva a pensar que estes têm origem com os orifícios e depois ganham maior proporção.

Figura 10 – Peça ST2481.4 e ST2481.5 em elevado processo de erosão possuindo orifícios superficiais.



Figura 11 – Peça ST2260.4 e ST2260.5 em elevado processo de erosão possuindo orifícios superficiais.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Ao tratar sobre os materiais orgânicos inseridos na pasta das cerâmicas como antiplástico, Guimarães (2019) aponta que “Se à argila foram adicionados tempero de natureza orgânica, durante o processo de queima, esses materiais se perderão, deixando lacunas na pasta cerâmica, dando ao objeto características porosas permitindo a maior circulação de água em sua estrutura.” (GUIMARÃES, 2019, p.27) Assim, é importante destacar que quanto maior a presença de umidade na peça, maior é o grau de fragilidade da pasta.

O **craquelê** identificado em boa parte das peças da coleção ocorre em função da oscilação de temperatura e umidade sofridas pelas peças em seu contexto pós-deposicional ou devido ao processo de alteração de seu ambiente no momento de sua coleta. Percebemos também que, em algumas peças, não

conseguimos identificar o craquelê, pois já estão em processo acelerado de erosão. O craquelê fragiliza a camada superficial da peça, devido ao processo de ressecamento, que perde a capacidade de retração e pode desenvolver pequenas rachaduras (figura 13), ocorrendo o desprendimento da camada superficial da peça, ocorrendo algumas perdas dependendo do grau de craquelê (figura 12). Estas perdas geradas através do craquelê influenciam no processo de aceleração da erosão das peças.

Figura 12 – Peça ST1501.2 com elevado processo de craquelê possuindo perdas de suporte.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Figura 13 – Peça ST1276.2 com elevado processo de craquelê.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Segundo Almir Paredes Cunha (2005) em seu *Dicionário de artes Plásticas - Volume I*, na cerâmica, o craquelê é considerado como uma “rede de rachaduras na superfície do vidrado que recobre o objetocerâmico, causada por resfriamento rápido ou por diferença de retração entre o vidrado e a argila, durante esse processo de resfriamento” (CUNHA, 2005, p.83). É importante destacar que o craquelê em cerâmica pode ocorrer de forma proposital durante o processo de produção da cerâmica ou de forma natural em decorrência das alterações do ambiente (figura 14).

Figura 14 – Peça ST1312.5 com elevado processo de craquelê.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Ao tratar sobre o processo erosivo das cerâmicas arqueológicas Rojas Pohlhammer (2009) destaca também a influência da natureza higroscópica da argila como meio intrínseco de degradação, ou seja, a necessidade que a argila tem de reservas de umidade que, na ausência ou perda brusca dessa umidade, os objetos em argila acabam desenvolvendo desprendimento, ou seja, processo de craquelê de sua camada superficial. Segundo a autora,

Existem também propriedades físicas da argila que podem influenciar na deterioração de uma peça, como a higroscopicidade. A expansão ou contração da argila pode causar diversos tipos de alterações. Se o contexto arqueológico for muito húmido e o ambiente exterior, pelo contrário, for seco e quente, a peça ao ser extraída perde umidade rapidamente e pode rachar. O deslizamento, por exemplo, também pode ser afetado por este mecanismo, pois embora seja basicamente o mesmo material da pasta cerâmica, por constituir uma camada aderida à superfície, pode expandir-se ou contrair-se de forma diferente das paredes da superfície. peça, causando seu

desprendimento. (ROJAS POHLHAMMER, 2009, p.32) [Tradução nossa]³⁶

Assim, a interação entre os valores extrínsecos e intrínsecos de degradação são fundamentais para o entendimento dos processos de alteração/degradação das peças arqueológicas.

Figura 15 – Peças ST 732.2 e ST732.3 apresentando craquelê elevado e processo de erosão em decorrência do desprendimento do craquelê.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023).

³⁶Texto original: Existen también propiedades físicas de la arcilla que pueden influir en el deterioro de una pieza, como lo es por ejemplo la higroscopicidad. La arcilla al expandirse o contraerse puede ocasionar diferentes tipos de alteraciones. Si el contexto arqueológico es muy húmedo y el ambiente exterior por el contrario es seco y caluroso, la pieza al ser extraída pierde humedad con rapidez pudiendo resquebrajarse. El engobe por ejemplo, también puede ser afectado por este mecanismo, si bien es básicamente el mismo material que la pasta cerámica, al constituir una capa anexa en la superficie es posible que se dilate o contraiga de modo distinto a las paredes de la pieza, ocasionando su desprendimiento. (ROJAS POHLHAMMER, 2009, p.32)

A **alteração da volumetria**, aqui chamada também de **erosão**, se dá de 4 (quatro) formas, pelo processo de craquelê que enfraquece a superfície tratada (figura 15), pelo processo de incisão da peça que acaba atingindo a superfície tratada, pelo processo de abrasão que pode estar relacionado aos 4 (quatro) agentes relacionados ao seu desenvolvimento que foi citado nas seções anteriores ou de forma direta pela degradação de materiais presentes na parte interna da pasta, que vão se degradando e criam orifícios na pasta. Estes processos atuam na exposição da pasta (figura 16) às intempéries presentes em seu contexto arqueológico causando processos de erosão que podem estar associados aos fatores extrínsecos de degradação (temperatura, umidade, ação eólica...).

Figura16 – Peça ST 2575.1 apresentando perda da volumetria em decorrência da erosão



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

É importante destacar o papel do tratamento de superfície (engobo, resina, brunido...) na preservação da superfície da peça evitando ou prolongando o início do processo erosivo.

A erosão, quando ocorre de forma superficial, mantém a superfície plana e ocorre apenas a perda da camada de tratamento da peça, quando ocorre com mais intensidade, ou seja, de forma elevada, torna a superfície irregular alterando totalmente a volumetria da peça (figura 16). Esta irregularidade causa a perda da volumetria da peça e acaba interferindo na leitura e identificação do seu tratamento de superfície. Ana Lucia Herberts (2003) em seu *Relatório de Resgate arqueológico na faixa de Servidão da linha de Transmissão de 138 KV Quebra-Queixo - Pinhalzinho, SC*, classifica as cerâmicas totalmente erodidas em ambas as faces com a terminologia “Missing” (HERBERTS, 2003 p. 59), palavra de origem no inglês e que em português no campo da conservação é usada como perda, sendo assim relacionado a perda do volume da pasta cerâmica, aqui relacionado ao seu suporte (figura 16).

Figura17 – Erosão pontual elevada na peça ST2404.21.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Figura 18 – Erosão pontual elevada superficial.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Figura 19 – Erosão pontual eleva na margem da peça e pontual superficial ao centro.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023).

Assim, podemos classificar a erosão em superficial (figura 18) e elevada, delimitando sua área de atuação a partir das terminologias pontual ou total. A erosão pode ser pontual de forma superficial, ou seja, ocasionada a partir de **desgastes pontuais** ou pode ser pontual elevada (figuras 17 e 19) que pode ser de grande intensidade chegando a ultrapassar o volume da peça e atingir sua outra face, causando perda do suporte.

Figura 20– Peça com face em processo de erosão total elevada nas peças ST2862.9, ST2862.10 e ST2862.11.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

O desgaste da superfície de forma pontual pode ocorrer em decorrência de processos de deterioração da peça que acabam atingindo a camada que compreende o tratamento de superfície da peça (figura 21), ou até mesmo pelo processo de uso. Neste sentido, é importante destacar o trabalho de La Salvia e Brochado (1989) sobre a Cerâmica Guarani que, ao tratar sobre os critérios que levam à categoria de peças inclassificáveis, destaca o papel do desgaste como um dos agentes que impossibilitam a identificação do tratamento de superfície das peças, destacando que, “[...] por vezes o desgaste é tão acentuado que impossibilita a identificação da decoração ou do acabamento superficial. Este desgaste poderá

ser pelo uso ou, ainda, pelo rolamento do fragmento pela ação do arado.” (LA SALVIA; BROCHADO, 1989, p. 37)

Figura 21 – Peça ST2368.1 com decoração incisa e elevado processo de erosão que acaba impossibilitando a visualização das incisões em alguns pontos.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

É importante destacar que a partir do processo de erosão das peças da coleção, os fragmentos que possuem incisões, apresentam algum nível de erosão próximo dos elementos incisos, que nos apontam um nível de atenção ao processo de erosão e sua relação com as incisões (figura 21 e 22).

Figura 22 – Peça com processo inicial de erosão próximo das incisões.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Ao considerar o processo de erosão é importante destacar a influência do contexto do sítio no desenvolvimento deste agente de alteração/degradação ao considerar os processos naturais que ocorrem no sítio através da ação eólica e da chuva que podem contribuir consideravelmente para a elevação dos processos erosivos, principalmente considerando a dinâmicas das dunas que acabam aflorando o material arqueológico em superfície, possibilitando o contato das peças com estes agentes.

Ao considerar as ações dos agentes naturais sobre os sítios de várzeas e dunas do Sub-médio São Francisco, Carlos Alberto Etchevarne (1992) afirma que estas ocorrem de maneira diversa, apontando que nestes sítios,

Nas primeiras [Várzeas], enchentes de diferentes intensidades e frequências, e as chuvas torrenciais, provocam efeitos erosivos intensos, modificando os relevos e destruindo, concomitantemente, os sítios arqueológicos. Os sítios dunares, pelo contrário, sofreram

menos com os efeitos do intemperismo e da erosão, posto que a porosidade impede a formação de cursos d'água e o conseqüente ravinamento. A dinâmica eólica, insuficiente para a migração maciça das areias (fixas pela umidade e pela cobertura vegetal), é, no entanto, causa da remoção dos grãos mais superficiais, impedindo a acumulação. Assim o material arqueológico depositado ficou descoberto e exposto, quase sem dispersão, desde o momento de seu abandono no sítio. (ETCHEVARNE, 1992, p. 69)

Quando o processo erosivo se dá em decorrência de elementos presentes na pasta, podemos perceber que a peça acaba perdendo a camada interna criando duas superfícies (interna e externa) em formato de lâmina (figura 23, 24 e 25), gerando um processo de alteração que chamaremos, nesta pesquisa, de **lascado ou delaminação**. Este processo pode ocorrer também em função do processo incompleto da queima, que acaba deixando parte da peça com menor resistência a processos erosivos. Ao se referir sobre o processo de cocção das peças em cerâmica Souza e Froner (2008) destacam que “[...] quanto maior a temperatura de cocção, maior é a fusão dos componentes minerais e mais resistente é a cerâmica. As cerâmicas não cozidas, comuns em acervos de pré-história americana, tornam-se fráveis e pouco resistentes.” (SOUZA; FRONER, 2008, p.10)

Figura 23 – Peça ST2260.4 e ST2260.5 com processo de erosão na parte interna da pasta causando delaminação e quebra.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023).

Figura 24 – Processo de erosão da parte interna da pasta causando delaminação.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023).

Assim, a identificação dos processos de alteração das peças e o estudo acerca da composição material das cerâmicas podem contribuir para a elaboração do estudo tafonômico das coleções, levando em consideração os agentes físicos e químicos presentes no contexto pós-deposicional.

O processo de delaminação se dá pelo processo de erosão da parte interna da pasta, que acaba criando lâminas de argila ocasionando perdas da estrutura da peça. Este agente pode ocorrer em decorrência do antiplástico (figuras 23 e 24) usado na produção da cerâmica que pode se degradar causando processo erosivo ou pelo processo de queima incompleto que acaba agindo só nas superfícies da peça deixando a parte interna da pasta fragilizada.

Figura 25 – Processo de erosão da parte interna da paste causando delaminação – perfil da peça ST2260.3 e ST2422.5.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023).

Outra questão importante do processo de delaminação está relacionada à possibilidade de ocorrer a quebra e perdas do suporte em decorrência da fragilidade da estrutura das peças da coleção.

O processo de **perda do suporte** pode ocorrer também em decorrência da quebra (figura 26), abrasão elevada ou erosão do material que compõem a peça. Sem dúvida, a perda de suporte é uma das principais preocupações quanto à conservação das peças arqueológicas, pois acabam gerando danos irreparáveis ao acervo.

Figura 26 – Perda de suporte na borda da peça relacionada à abrasão.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Quando se trata da integridade da peça cerâmica é importante destacar o papel das rachaduras e fissuras, que podem ocorrer durante o processo de produção e queima das peças, dos usos e até mesmo em decorrência do impacto ou tensões físicas na peça no contexto arqueológico. As rachaduras e fissuras podem, dependendo do grau, gerar a perda do suporte dos materiais ou sua desestruturação criando assim outras peças a partir da quebra do fragmento ou peça.

A **quebra** da peça ocorre em decorrência da ação antrópica (Figura 27) existente no sítio, do processo eólico que pode atuar no transporte destes materiais dentro do sítio, como também por processos mecânicos no momento da escavação.

Figura 27 – Quebra na peça ST2080.3.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Assim, o processo de quebra é identificado pela fratura da peça, ou seja, o deslocamento de parte da peça com desprendimento ou não de materiais que causa desestruturação da peça e que, em alguns casos, ocorre a criação de outras peças a partir de uma peça, em decorrência dos processos tafonômicos mencionados anteriormente.

Em algumas peças há a presença de materiais que acabaram impregnados na superfície da peça, na qual chamaremos de **material aderido**. Estes elementos podem ser identificados como qualquer elemento que não pertença à peça, mas que se encontra impregnado à sua superfície em decorrência de alguma alteração ou interferência do sítio ou até mesmo em decorrência da ação natural. Neste caso, podemos considerar como material aderido à superfície o desenvolvimento de agentes biológicos que acabam desenvolvendo resíduos, a impregnação de materiais presentes no solo e resíduos oriundos de excrementos de animais presentes no sítio (figura 28).

Figura 28 – excremento de animais de grande porte sobre a superfície da peça ST2773.28.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Podemos identificar também em algumas peças da coleção a presença de **manchas**, que podem atuar na peça de forma pontual, relacionadas a agentes presentes no solo (bactérias, fungos ou líquens), não se caracterizando como tratamento de superfície ou relacionadas ao uso (figura 32), por serem manchas bem pontuais (figuras 29, 30, 31, 33 e 34). Pela estrutura identificada na análise organoléptica, estes elementos são semelhantes à líquens, a confirmação desse agente de deterioração poderá ser comprovada com a análise microscópica e em Espectroscopia Raman que confirmará os elementos presentes nas manchas identificadas.

Figura 29 – Manchas pontuais na cor preta sobre a erosão da peça ST2892.36.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Figura 30 – Peça ST149 com erosão e manchas generalizadas na cor verde possivelmente relacionadas ao desenvolvimento de agentes biológicos



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Figura 31 – Peça ST1423.3 com manchas generalizadas na cor verde possivelmente relacionadas ao desenvolvimento de agentes biológicos



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Figura 32– Peça ST2055.5 possui manchas de fuligem e/ou tratamento de superfície e manchas negativas, possivelmente, de raízes.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023).

Figura 33 – Peça ST2583.9 possui manchas generalizadas na cor verde/cinza, possivelmente, relacionadas a processos de erosão e agentes biológicos



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Figura 34 – Peça ST2583.9 possui manchas generalizadas na cor verde/preta, possivelmente, relacionadas a processos de agentes biológicos. À direita, podemos observar detalhes



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Ao tratar sobre os líquens é importante destacar que estes agentes biológicos são resistentes a condições ambientais extremas e que, no caso da cerâmica, o grau de dureza e os poros das cerâmicas contribuem para seu desenvolvimento. Assim, ao considerar que parte das peças da coleção foram encontradas em superfície e em condições ambientais extremas, tornando-se lugares propícios para o desenvolvimento desses agentes.

Ao abordar sobre o tratamento de peças cerâmicas que possuíam líquens, Déborah Mattos Droguett (2023) afirma que,

[...]Embora os líquenes se desenvolvam facilmente nas rochas e na casca das árvores, certas espécies de líquenes, especialmente os líquenes crustáceos, têm maior capacidade de se desenvolver num substrato duro, como as rochas. Os silicatos hidratados são os minerais que constituem a argila, matéria-prima para a fabricação da cerâmica. Com a queima, a pasta formada pela argila e pelos antiplásticos adicionados pelo ceramista perde água, o que faz com que os silicatos e os antiplásticos formem uma substância dura e rochosa. Agora, como a cerâmica é encontrada na superfície de solos pouco percorridos e perturbados, ela é suscetível a colônias de líquenes. Como revisamos, os líquenes não se alimentam da rocha ou substrato onde vivem, mas destroem gradativamente esse suporte, pois as hifas rizóides do talo penetram nos pequenos espaços da superfície onde colonizam, rompendo-o gradativamente. (DROGUETT, 2023, p. 113-114)[Tradução nossa]³⁷

A cerâmica pode atuar como um local de desenvolvimento deste tipo de microrganismos que acabam interferindo na superfície da peça e em alguns casos podem desenvolver ou alterar a cor da superfície (figuras 35 e 36). Daiana Marilé Soto (2015) ao tratar sobre o processo de deterioração dos fragmentos cerâmicos pertencentes aos sítios Aguada localizado no setor central do Vale do Antinaco, no norte da província de La Rioja, em seu artigo “Deterioro de fragmentos cerámicos por la acción de líquenes”, destaca que a partir das cerâmicas observadas, constata-

³⁷Texto original: [...] los líquenes se desarrollan facilmente en las rocas y en la corteza de los árboles, ciertas especies de líquen especialmente los líquenes crustáceos tienen mayor capacidad de desarrollarse sobre un sustrato duro como las rocas. Los silicatos hidratados en los minerales que constituyen la arcilla, materia prima de la fabricación de cerámica. A través de la cocción, la pasta formada por arcilla y antiplásticos añadidos por el ceramista pierde el agua, hecho que causa que los silicatos y antiplásticos formen una sustancia dura similar a una roca. Ahora bien, al hallarse la cerámica en superficie sobre suelos poco transitados y disturbados, esta se encuentra susceptible de presentar colonias de líquenes. Como hemos revisado, los líquenes no se alimentan de la roca o del sustrato donde habitan, pero gradualmente destruyen este soporte, debido a que las hifas rizoides del talo penetran en los pequeños espacios de la superficie donde colonizan, paulatinamente disgregándola. (DROGUETT, 2023, p. 113-114)

se que os líquens se instalaram na peça através de áreas mais debilitadas, ocasionadas por processos erosivos e “turbacionales” (SOTO, 2015).

Figura 35– Peça ST2447.6 com manchas negativas



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Figura 36 – Face interna e externa da peça ST2773.30, possuindo numa das fases manchas da cor preta sobre as incisões



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Merecem destaque também, pequenas manchas brancas (figura 37) ou processos cristalinos (figura 38) que podem estar associadas à **Pulverulência ou Eflorescência de Sais**. Segundo Catherine Sease (1984) “Se, no momento da secagem ou após o levantamento, aparecer uma eflorescência branca na superfície da cerâmica, provavelmente esta contém sais solúveis”(SEASE, 1984, p. 45) [Tradução Nossa]³⁸, ou seja, este processo que ocorre na cerâmica é gerado através da evaporação de compostos salinos que, no caso das cerâmicas arqueológicas, podem causar danos em sua estrutura. Inês Isabel M. da Silva Feliciano (2016) destaca que,

Os sais solúveis exercem nos materiais cerâmicos forças destrutivas através da sua cristalização, o que danifica estruturalmente e esteticamente os objetos, impedindo a sua leitura e fruição. A cristalização é uma operação de separação onde partindo de uma mistura líquida se obtêm cristais de um dos componentes da mistura. Na cristalização criam-se as condições termodinâmicas que levam as moléculas a aproximarem-se e a agruparem-se em estruturas altamente organizadas, os cristais. A cristalização interna de sais tem como consequência a rotura do corpo cerâmico, o que se manifesta sob a forma de fraturas e perdas de material. As eflorescências que se manifestam ao nível superficial podem ser de tal forma densas que impedem a leitura de um objeto. (FELICIANO, 2016, p. 01).

Segundo Feliciano (2016), a temperatura de cozedura usada no processo de produção das cerâmicas influencia na sua capacidade de desenvolver os processos de degradação relacionados a eflorescência, pois quanto maior a incidência de temperatura no processo de queima das peças, maior sua resistência a esse tipo de agente de deterioração e quanto menor o grau de queima, mais porosas são as peças, tornando-as mais frágeis e suscetíveis ao desenvolvimento desse tipo de dano (FELICIANO, 2016).

³⁸Texto original: Si al momento del secado o Después del levantamiento aparece una eflorescência blanca em la superficie de la cerámica, ésta probablemente contiene Sales solubles. (SEASE, 1984, p. 45)

Figura 37 – Manchas na cor branca sobre a superfície da peça ST1578.19, possivelmente, relacionadas à eflorescência de sais



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Figura 38 – Pontos na cor branca e preta localizados na delaminação da peça, possivelmente, relacionadas à eflorescência de sais.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Benedito Batista Farias Filho, Maria Conceição Soares Meneses Lage e Rássius Alexandre Lima (2017) em seu trabalho *Estudos químicos de eflorescências salinas do sítio arqueológico toca do Exú do Jurubeba do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil*, análise de amostras de eflorescência salinas referente a pinturas rupestres pertencentes ao sítio arqueológico, destacando que

As pinturas rupestres estão sujeitas a processos de degradação acelerada, o que inclui os problemas relacionados à formação de depósitos minerais nas paredes rochosas. Esses depósitos também chamados de eflorescências salinas, são agregados cristalinos de sais que apresentam formas e composição química variada e que se depositam sobre a superfície de uma estrutura rochosa. São materiais também encontrados em estruturas da construção civil, monumentos históricos e obras de arte. A origem das eflorescências salinas são as mais diversas, mas em geral, são formadas pela migração de sais solúveis e insolúveis, presentes na região interna da rocha e que são carregadas pela água para a sua superfície através de sua rede de capilaridade. Esses sais, quando expostos à temperatura do ambiente externo, cristalizam-se, formando uma estrutura que pode se apresentar de diferentes colorações. Além disso, quando na superfície rochosa podem reagir com materiais do ambiente externo, como as substâncias de plantas, o que justifica a diversidade na sua composição química (FARIAS FILHO; LAGE e LIMA, 2017, p.983).

Neste sentido, devemos considerar a interação do ambiente com as eflorescências salinas na leitura dos dados gerados, como destacado pelos autores nas análises das pinturas rupestres. É necessária uma maior atenção para este tipo de interação no estudo de eflorescência de sais voltados para a cerâmica arqueológica, ao considerar as substâncias presentes nos solos e as possíveis interações e reações dos depósitos salinos das cerâmicas com estes elementos.

Outras manchas que podem ocorrer nas cerâmicas da coleção Jericoacoara I, podem estar associadas ao processo de escavação ou laboratório, na qual podemos destacar presença de manchas de cola, base e/ou nanquim usado para registro da coleção, como podemos observar abaixo (figuras 39, 40 e 41):

Figura 39 – Resíduo pontual de base na extremidade inferior da peça ST2579.13.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Figura 40 – Resíduo (mancha) fosca e brilhosa relacionada a registro anterior na peça ST2569.6.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Figura 41 – Mancha fosca de cola entre as peças ST2271.1 e ST2271.4, relacionadas ao processo de remontagem das peças.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Outro elemento importante que só pode ser identificado a partir da remontagem de algumas vasilhas foi à **alteração da cor** de alguns fragmentos que nos ajuda a perceber que, dependendo do ambiente na qual estejam as peças, ou seja, as variações do ambiente podem atuar como agente causador da alteração da cor das peças (figuras 42 e 43).

Neste caso a alteração da cor pode ser identificada através de peças que foram remontadas, deixando claro que uma mesma vasilha pode ter fragmentos que sofreram processos distintos pela diferença de tonalidade das peças remontadas. Devemos considerar diferentes ações que determinam este processo de alteração, dentre estas, o desenvolvimento de líquens pelo desenvolvimento de processos químicos, a umidade elevada em contato com outros agentes presentes no solo que

podem impregnar na cerâmica, além da incidência de sol e chuva que também pode contribuir para essa alteração.

Figura 42 – Face externa das peças 2056.2, ST 2056.3 e ST2190.3 que foram remontadas e apresentam cores distintas que estão relacionadas aos processos tafonômicos.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Figura 43 – Face interna das peças 2056.2, ST 2056.3 e ST2190.3 que foram remontadas e apresentam cores distintas que estão relacionadas aos processos tafonômicos.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

É importante destacar que o processo de alteração da cor das peças que é tratado nesta pesquisa, não é o processo relacionado a presença de fuligem (SILVA; LIMA, 2015) em algumas peças que pode estar associado ao uso das peças ou até mesmo a queimas durante o processo pós-deposicional no sítio. Como podemos perceber na imagem abaixo (figura 44):

Figura 44 – Peças ST1540.2, ST1540.3, ST1540.5, ST1540.6, ST1540.7 e ST1540.10 remontadas que apresentam manchas de fuligem.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Para esta pesquisa vamos considerar também as **marcas** - elementos visuais que nos ajudam a entender um pouco da formação da pasta, dentre eles, o processo de produção da peça, na qual podemos destacar marcações de dedo da modelagem da peça; e tratamento de superfície, na qual destacamos o processo de alisamento que acaba deixando marcas do objeto usado neste processo e as incisões que, no caso da coleção Jericoacoara I, se encontra presente em boa parte da coleção. Assim, estas marcas nos ajudam a compreender a tecnologia empregada em sua produção.

As **rachaduras e fissuras** podem ocorrer pelo impacto direto sobre as peças através da ação antrópica e de animais no sítio que podem ajudar na fragmentação das peças (figura 45).

Algumas rachaduras e fissuras podem ocorrer em decorrência de elementos presentes na pasta da peça, como o grão de quartzo ou materiais orgânicos (figura 46) usados como antiplásticos não dilatado no momento da queima da peça que, em caso de impacto direto na superfície da peça ou no momento do uso, pode ajudar no desenvolvimento das rachaduras (figura 45), como podemos observar abaixo:

Figura 45 – Rachadura atingindo as duas faces da peça ST2885.36



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Figura 46 – Presença de pedaço de material orgânico na pasta da peça ST27, ST28 e ST544, evidenciada pela rachadura.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Ao tratar sobre *Estudos arqueométricos de cerâmicas arqueológicas do sítio Lagoa do Portinho I*, Luís Carlos Duarte Cavalcante, José Domingos Fabris e Igor Linhares de Araújo (2015) destacam a importância dos estudos arqueométricos na caracterização dos materiais, pois possibilitam o entendimento do comportamento da cerâmica. Assim, os autores ao se referirem às rachaduras que seguem até os grãos de quartzo aparentes, apontam que,

As rachaduras que “caminham” até o grão de quartzo visível nos aumentos da superfície externa indicam que durante o processo de queima, por conta da diferença entre coeficiente de dilatação, não ocorreu dilatação de maneira uniforme na peça, portanto essa parte tornou-se fragilizada. Isso não quer dizer que a peça tenha rachado, ou que não tenha sido utilizada, quer dizer apenas que, na etapa de preparação da pasta, não foi possível retirar todos os grãos e que este especificamente acabou na superfície externa, causando essas rachaduras e tornando-se mais frágil. Essa questão é um forte indicador de que provavelmente haveria um refinamento da argila quando retirada da jazida. (CAVALCANTE; FABRIS; ARAÚJO, 2015, p. 220)

Ao tratar sobre a alteração da peça em relação ao comprometimento da pasta pela queima, La Salvia e Brochado (1989) destacam que “Se a pasta for ideal, mas se a queima estiver sem as melhores condições, o resultado será sempre uma cerâmica sujeita a gretamento, cavernas, fissuras e uma possibilidade de desagregação muito grande” (LA SALVIA; BROCHADO, 1989, p. 25), como podemos ver nas imagens abaixo (Figuras 47 e 48).

Figura 47 – Peça ST687 evidenciando uma grande quantidade de antiplásticos com rachadura.



Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

Figura 48 – Peça ST2886.36 e ST2886.61 em processo de erosão e rachaduras



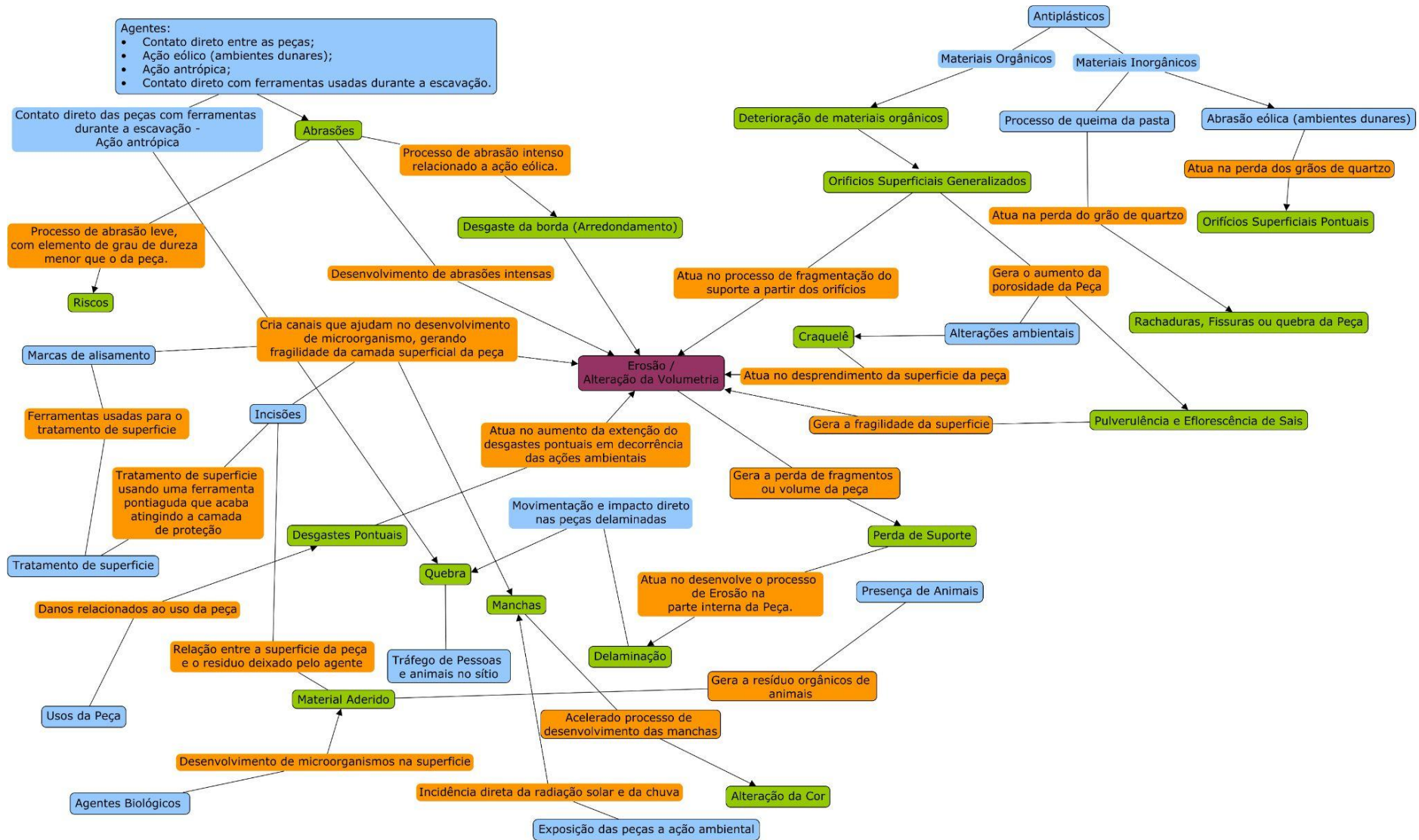
Fonte: Fotografia de Daniel Luna (2023)

A partir da análise organoléptica entendemos que os agentes de alteração/degradação estão diretamente relacionados, para entender um pouco mais sobre a relação destes agentes, optamos por desenvolver um mapa conceitual a partir dos dados obtidos no diagnóstico que nos ajuda na leitura dos dados gerados. Ao tratar sobre o uso do mapa conceitual, Joana Guilares de Aguiar e Paulo Rogério Miranda Correia (2013) destacam que “a técnica de mapeamento conceitual é uma ferramenta de organização e representação do conhecimento que pode levar a um alto nível de aprendizagem significativa” (AGUIAR; CORREIA, 2013, p. 156).

Assim, elaboramos um pequeno mapa conceitual conforme a figura 49, com os dados gerados na análise organoléptica que facilita a compreensão dos agentes tafonômicos e suas relações na coleção. No mapa que está categorizado a partir de três cores, sendo o verde os processos de alteração/degradação, o azul representa os agentes, o amarelo os desdobramentos destes agentes e o roxo um elemento importante que é o processo de alteração/degradação – Erosão, que acaba sendo o

principal denominador, ou seja, o fator tafonômico que acaba levando a perda da coleção cerâmica (figura 49).

Figura 49 - Mapa conceitual dos processos tafonômicos da coleção de Cerâmicas do Sítio Jericoacoara I



Fonte: Elaborado pelo autor no programa Cmap Tool (version 6.04)

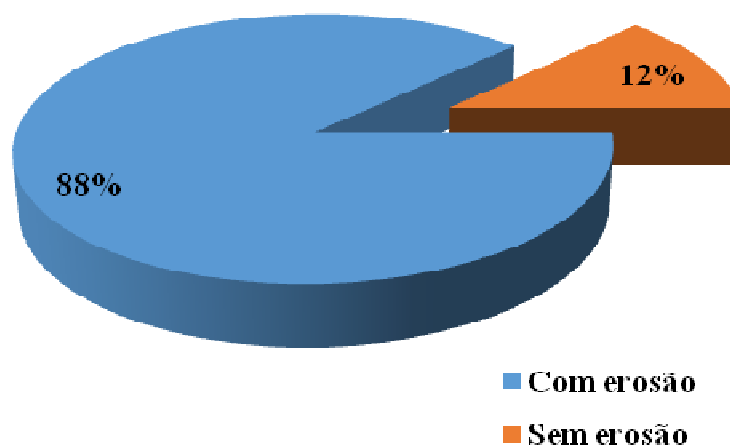
Por se tratar de uma coleção grande e levando em consideração o tempo para aplicação da pesquisa de mestrado, a análise organoléptica foi baseada no diagnóstico de um montante igual ou superior a 50% de todas as peças que formam a coleção. A coleção é formada por 3.819 peças, sendo três conjuntos cerâmicos identificados por Viana (2018) através de suas similaridades, sendo o primeiro, associado a fase papeba, o segundo, a tradição mina e o terceiro, a Tupi-Guarani, O primeiro grupo cerâmico totalizando 1.038, o segundo 2.734 e o terceiro 47 peças (VIANA, 2018). Assim, foi considerado, para esta pesquisa, um total de 2.107 peças, representando um percentual de 55,17% da coleção de cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara I, sendo importante destacar que por se tratar de uma quantidade bem menor, o grupo 3 será desconsiderado para as discussões desta pesquisa, além de 46 peças que foram analisados, mas possui problemas nos registros da coleção.

Para nossas discussões, estamos considerando 1.447 peças referentes a cerâmica incisa associada por Viana (2018) a tradição Mina, que totaliza 52% deste conjunto cerâmico e 605 peças referentes a fase papeba, que representa 58% do conjunto.

As informações coletadas através da análise organoléptica do diagnóstico das peças serviram para alimentar a tabela de registro, possibilitando a criação de gráficos com as informações coletadas que nos ajudaram na compreensão dos processos tafonômicos da coleção de cerâmica arqueológica do sítio Jericoacoara I como podemos observar na tabela abaixo.

Ao considerar o processo de erosão presente nas peças dos dois grupos de cerâmicas considerados para a análise desta pesquisa observou-se que das 2.052 peças analisadas, 1.796 peças apresentaram algum grau de erosão, totalizando um percentual de 88% do grupo amostral analisado. Já as peças que não possuem processo de erosão totalizaram 256 itens, concluindo com um percentual de 12% do grupo analisado, como podemos ver no Gráfico 1.

Gráfico 1 -Total de peças analisadas, considerando o processo de erosão

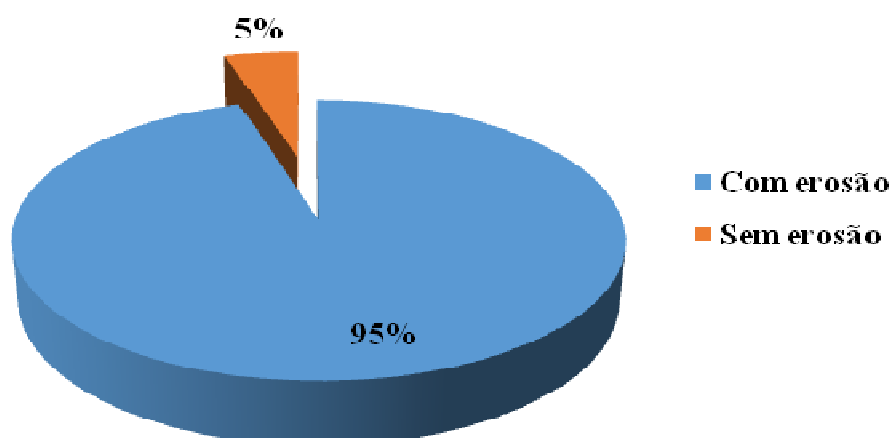


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Ao considerar a separação dos dois grupos cerâmicos, temos os seguintes resultados: a cerâmica papeba do total de 605 itens analisados, 417 itens possuem processo de erosão, totalizando 69% do grupo analisado e 188 itens preservados, totalizando 31% do grupo. Já o grupo cerâmico Mina, dos 1.447 itens analisados, 1379 foram identificados com processo de erosão, totalizando 95% do grupo cerâmico e 68 itens preservados, totalizando um percentual de 5%, como podemos ver nos dois gráficos seguintes (Gráficos 2 e 3):

Gráfico 2 - Processo de erosão do grupo cerâmico - Mina

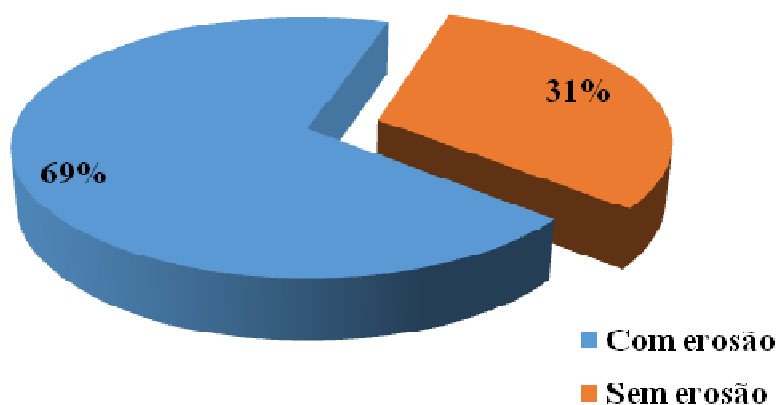
Erosão - Cerâmica Mina



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Gráfico 3 - Processo de erosão do grupo cerâmico Papeba.

Erosão Cerâmica Papeba



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

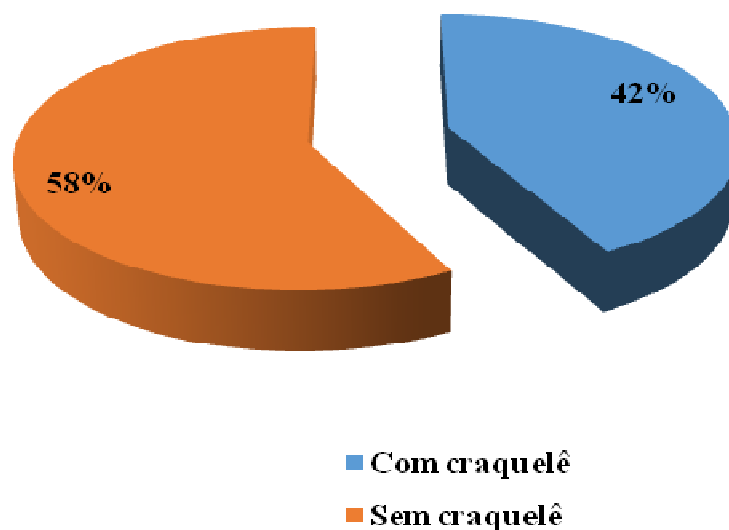
Os resultados da análise organoléptica relacionados ao processo de erosão nos apontam a possível relação entre processos de erosão com a presença de materiais orgânicos na pasta e o tratamento de superfície inciso.

Assim, a partir da análise organoléptica, a pesquisa foi voltada para a compreensão do processo erosivo, como atua na peça e qual a influência dos

elementos agregados como antiplástico e suas resistências às diferentes predisposições do ambiente e ao entendimento do desenvolvimento de manchas pontuais na cor preta, identificadas não só na superfície da cerâmica como também na área de erosão que possivelmente estejam relacionadas ao desenvolvimento de microrganismos sejam estes líquens, fungos ou bactérias. Dessa forma, a caracterização dos materiais a partir da Espectroscopia Raman das cerâmicas arqueológicas é fundamental para identificação dos materiais que compõem os elementos empregados na pasta cerâmica, assim como a identificação de compostos deixados pelo desenvolvimento de agentes biológicos.

Outro elemento importante para nossa discussão da análise organoléptica é o craquelê presente nas cerâmicas que podemos considerar como sendo o processo inicial da erosão das peças, pois, com o craquelê, há o desprendimento da camada superficial da cerâmica, ajudando no processo de erosão. Das 2052 peças analisadas, 867 peças constam com o processo de craquelê, ou seja, um total de 42% do total de peças analisadas, como podemos observar no gráfico abaixo (Gráfico 4):

Gráfico 4 - Craquelê Geral

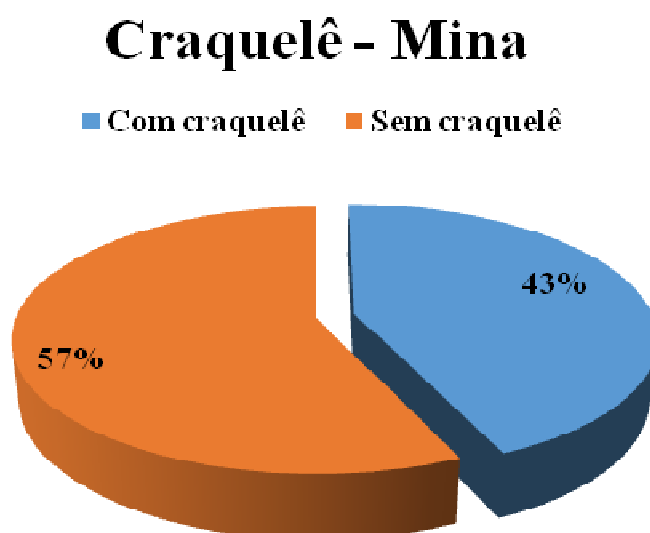


Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Ao considerar o craquelê dos dois grupos cerâmicos analisados, temos os seguintes dados: no grupo cerâmico Mina dos 1447 fragmentos analisados, 628

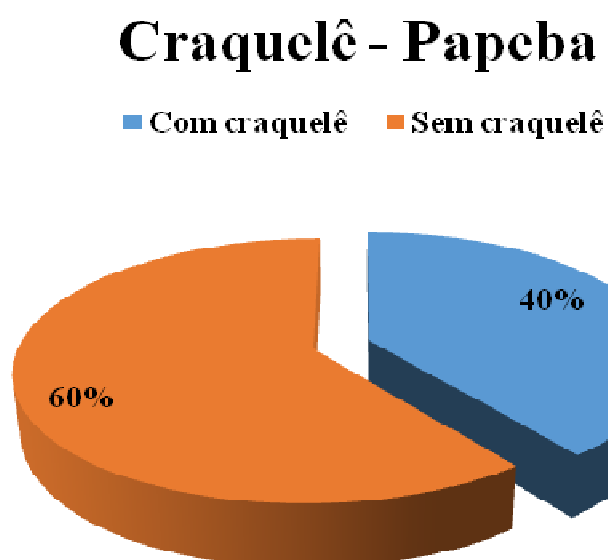
peças constam com craquelê, totalizando um percentual de 43% de todas as peças analisadas (gráfico 05); já o grupo cerâmico Papeba dos 605 fragmentos analisados, 239 peças constam com craquelê, totalizando um percentual de 40% de todas as peças analisadas (Gráfico 6).

Gráfico 5 - Craquelê Cerâmica Mina



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

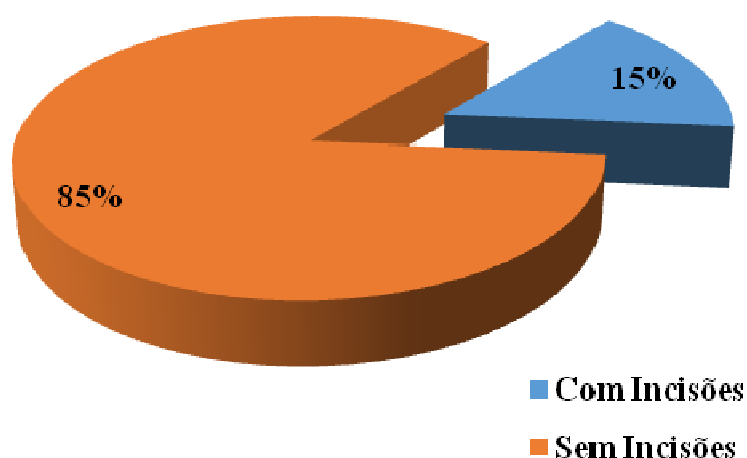
Gráfico 6 - Craquelê Cerâmica Papeba



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Outro elemento importante para nossa pesquisa é identificar as peças que possuem incisões e sua relação com as peças erodidas, ao considerar que o processo de incisão contribui para o desenvolvimento da erosão, pois é um processo que retira parte da camada superficial da peça deixando a pasta da cerâmica exposta ao desenvolvimento dos agentes externos, sejam estes químicos, físicos ou biológicos. Nesse sentido, das 2.052 peças analisadas, 314 peças possuem registro de incisões, totalizando 15% do total, como podemos ver no gráfico abaixo (Gráfico 7):

Gráfico 7 - Craquelê Cerâmica Papeba com incisões e sem incisões.



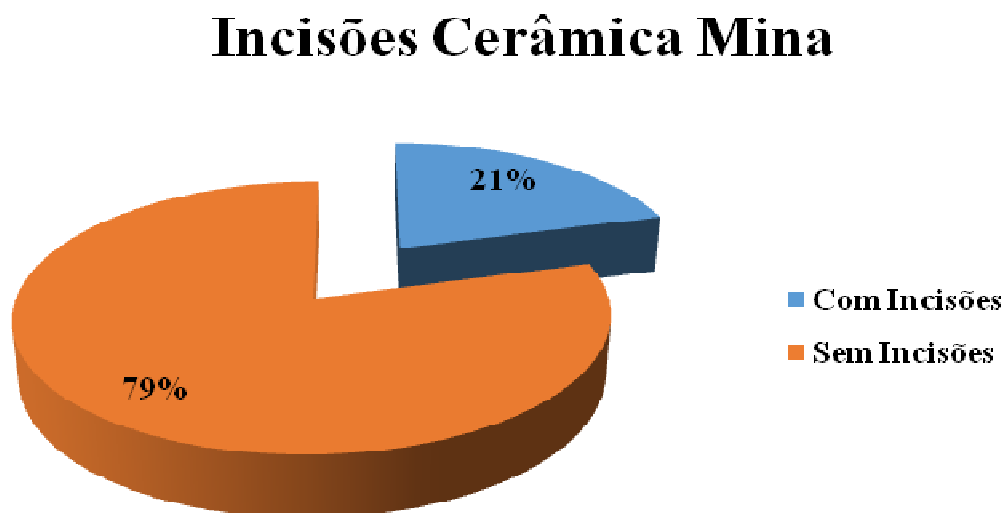
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

É importante ressaltar que a quantidade de cerâmicas identificadas com o tratamento de superfície inciso é pequena, pois pode ser influenciado pelo processo de erosão total da peça que acaba impossibilitando a identificação do tratamento de superfície da cerâmica. Portanto, é importante comparar os dados das peças que foram registrados, o tratamento de superfície e a quantidade de peças que possui erosão total, ou seja, a erosão nas duas faces da peça que acaba impossibilitando a identificação do tratamento de superfície.

Das peças analisadas foram identificadas 299 peças com incisões pertencentes a coleção de cerâmica Mina, totalizando 21% da coleção analisada. Já

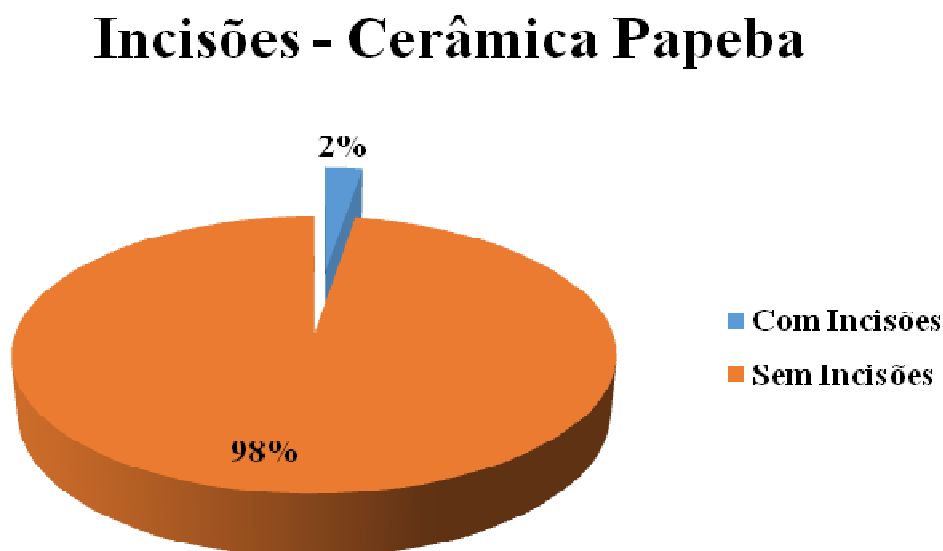
da coleção de cerâmica Papeba foram identificadas 15 peças com incisões, totalizando 2% da coleção analisada, como podemos ver nos gráficos abaixo (Gráficos 8 e 9):

Gráfico 8 - Incisões cerâmica Mina



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Gráfico 9 - Incisões cerâmica Papeba



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

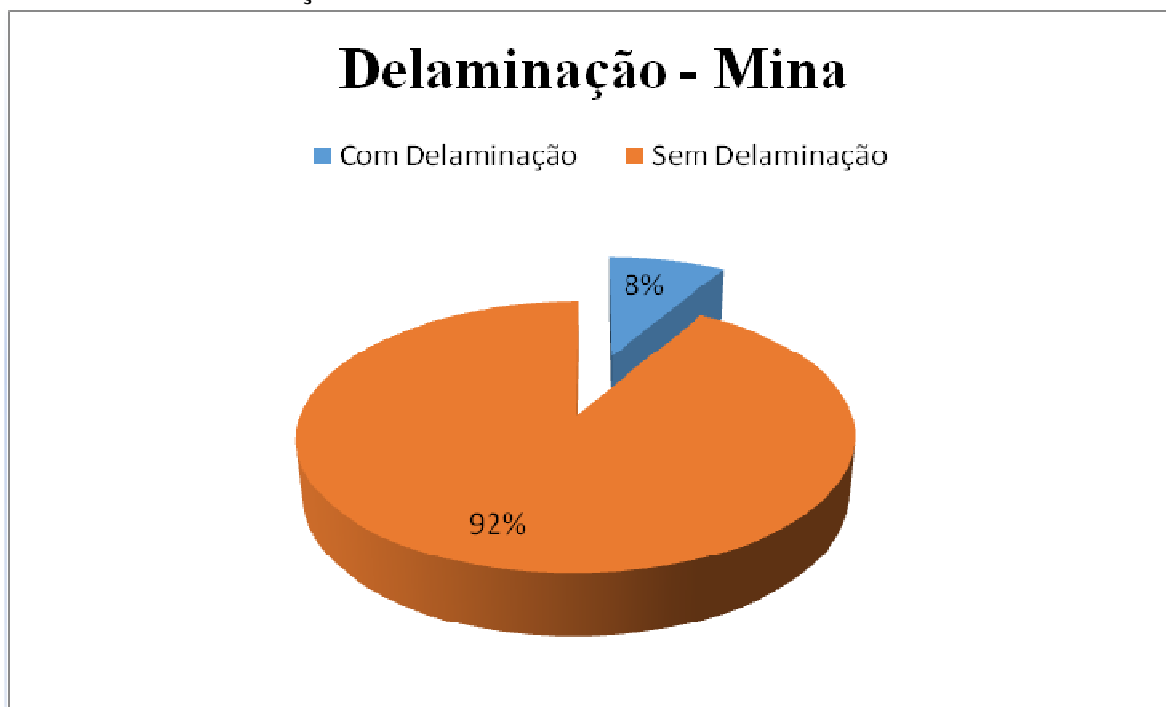
Ao tratar sobre os estudos arqueométricos do sítio Lagoa do Pontinho I, localizado na zona costeira do Piauí, Cavalcante, Fabris e Araújo (2015), destacam a

importância de estudos arqueométricos na compreensão da cultura material, ao considerar os distintos processos de alteração do material em sítio desta natureza ou em contextos semelhantes, apontando o cuidado necessário ao identificar e classificar este material apenas em uma perspectiva visual (CAVALCANTE, FABRIS e ARAÚJO, 2015). Segundo os autores,

[...]para o estudo do material arqueológico proveniente de sítios dos arredores da lagoa, o cuidado quanto à observação e à aferição de pareceres apenas sob a perspectiva visual deve ser redobrado, pois todos os vestígios estão diretamente submetidos àquelas condições e variáveis. Por exemplo, é possível que em fragmentos de uma mesma peça alguns aspectos, como a textura do acabamento de superfície, polida ou alisada, não sejam aferidos de maneira confiável, necessitando de observações acuradas, especialmente com técnicas de exames. (CAVALCANTE; FABRIS e ARAÚJO, 2015, p. 201)

Ao considerar o processo de delaminação das peças que está associado ao processo de erosão da parte interna da pasta, podemos destacar que das 1.447 peças analisadas da coleção Mina, um total de 122 peças possuem processo de delaminação, que equivale a 8% das peças analisadas e 1.325 peças não possuem processo de delaminação, como podemos visualizar no gráfico abaixo (Gráfico 10):

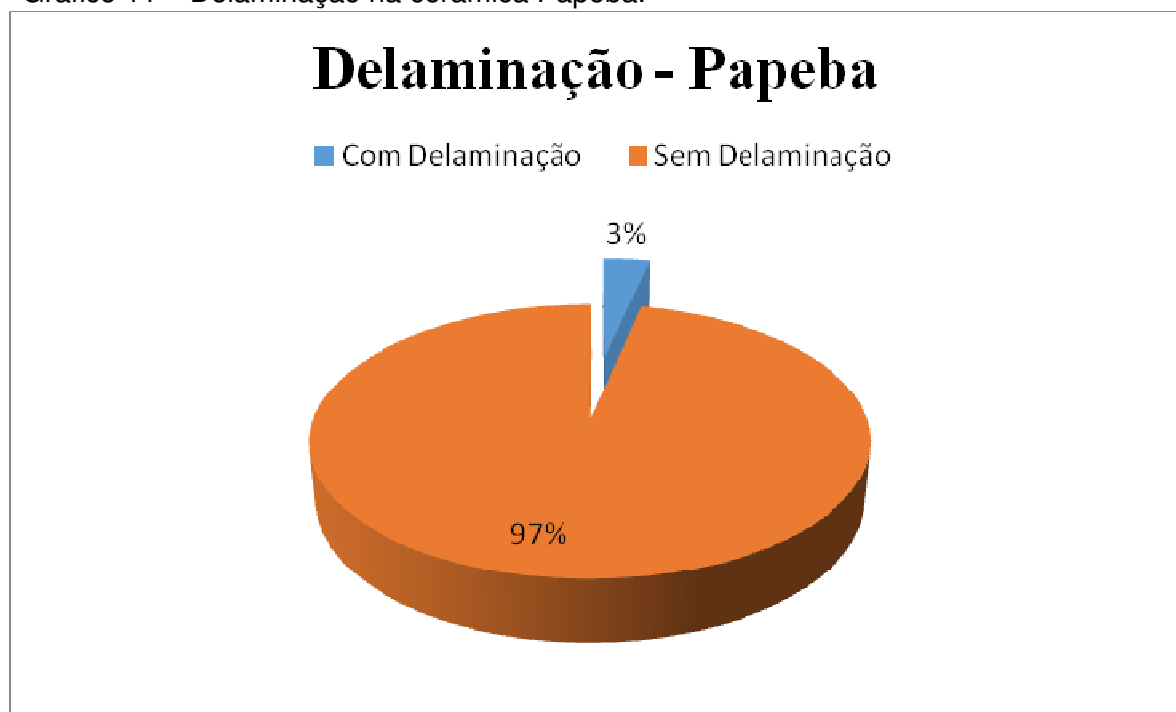
Gráfico 10 – Delaminação na cerâmica Mina.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Das peças analisadas pertencentes ao conjunto cerâmico Papeba, podemos afirmar que de 605 peças analisadas, um total de 20 peças (3%) possuem processo de delaminação relacionado à erosão da parte interna da pasta, ou seja, 585 (97%) peças não possuem delaminação como podemos observar no gráfico a seguir (Gráfico 11):

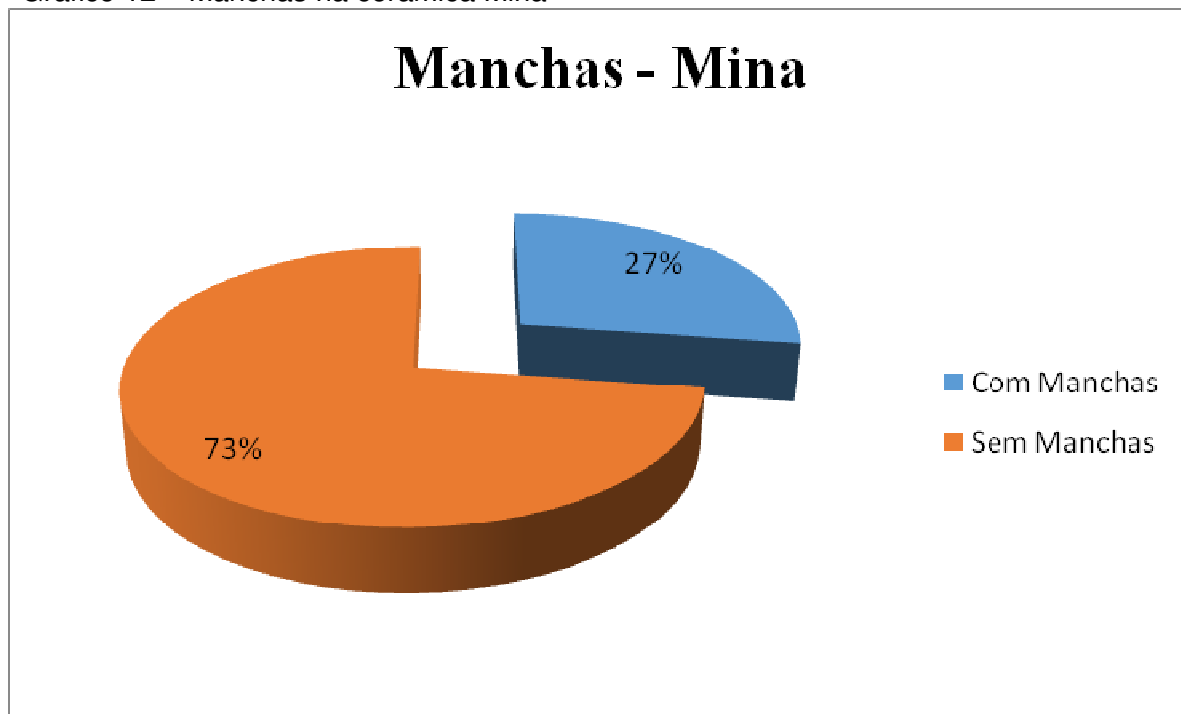
Gráfico 11 – Delaminação na cerâmica Papeba.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Em relação às manchas identificadas nas peças que nos leva a pensar sobre o desenvolvimento de agentes biológicos nas cerâmicas, podemos considerar que, do total de 1447 peças analisadas na cerâmica Mina, 396 peças (27%) possuem manchas e 1051 peças (73%) não possuem manchas, como podemos evidenciar no gráfico abaixo (Gráfico 12):

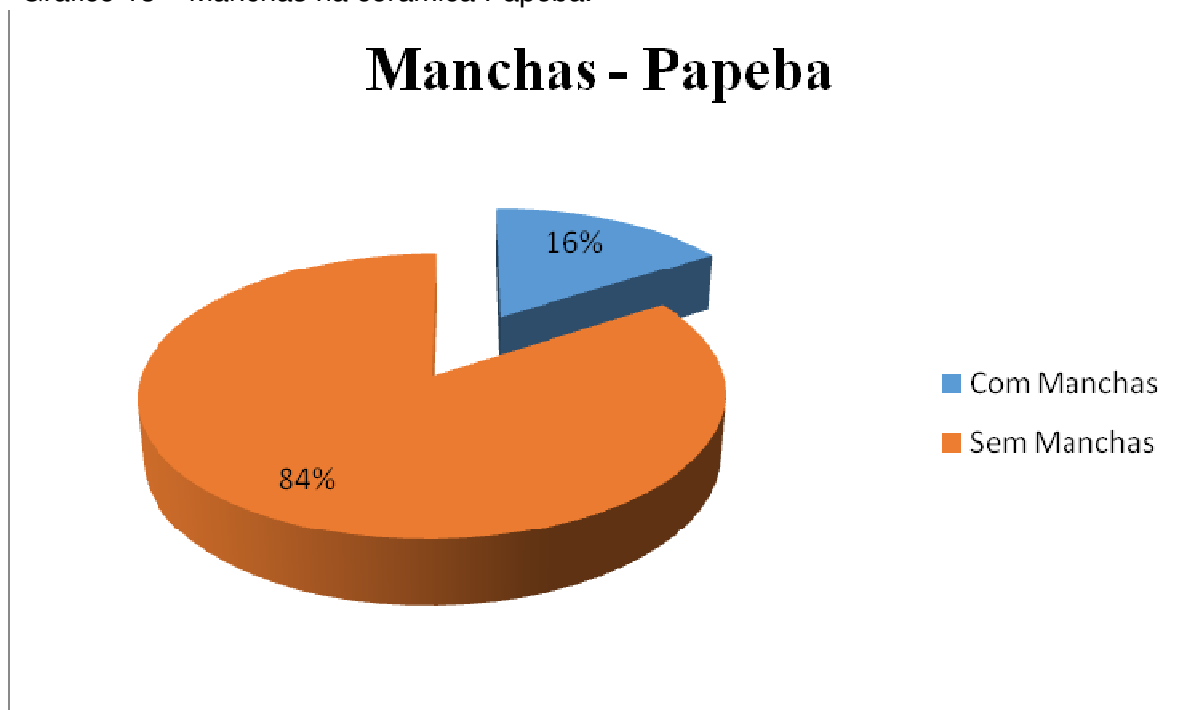
Gráfico 12 – Manchas na cerâmica Mina



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Em relação às cerâmicas Papeba, do total de 605 peças analisadas, 96 peças (16%) possuem manchas e 509 peças (84%) não possuem manchas, como podemos ver abaixo (Gráfico 13):

Gráfico 13 – Manchas na cerâmica Papeba.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Estes dados gerados a partir da análise organoléptica são importantes não só para definir os caminhos para a caracterização dos materiais, como também parater uma visão do processo de alteração/degradação das cerâmicas da coleção Jericoacoara I.

Assim, observamos a necessidade de se pensar em critérios de classificação que levem em consideração os processos tafonômicos e o uso de métodos laboratoriais de diferentes áreas do conhecimento que auxiliem na produção de informações para a arqueologia, sobre os materiais encontrados e seu contexto pós-deposicional que acaba influenciando nas predisposições ambientais, que auxiliam na alteração/deterioração das peças.

3.2 O uso da Espectroscopia Raman em Coleções Arqueológicas

Com a multidisciplinaridade intrínseca da arqueologia, é cada vez maior o uso de ferramentas das mais distintas áreas em pesquisas arqueológicas, pois, “através da aplicação dos avanços científicos realizados nestes campos de conhecimento, as limitações inerentes à disciplina arqueológica são minoradas e os alcances interpretativos são potencializados” (COPÉ; ROSA, 2008, p. 20-21).

Segundo B. Dietzek *et al.* (2010) a Espectroscopia Raman por sua sensibilidade molecular, tem se tornado, nas últimas décadas, uma das mais importantes técnicas da ciência analítica, seu uso originário da Física e da Química já vem sendo aplicado por distintas áreas do conhecimento e diferentes estudos e projetos, destacando que “[...] os últimos desenvolvimentos fundiram a sensibilidade química e a especificidade do espalhamento Raman com a alta resolução espacial da microscopia confocal produzindo imagens químicas de um amostra” (DIETZEK, *et al.*, 2010, p. 21) [tradução nossa]³⁹, mostrando que este método vem sendo cada vez mais ampliado pela comunidade científica (DIETZEK, *et al.*, 2010).

Assim é importante entender como se dá o processo de coleta das informações através da Espectroscopia Raman e como esta técnica tem auxiliado na identificação da composição química dos materiais, destacando-se por ser um

³⁹Texto original: “[...] latest developments have merged the chemical sensitivity and specificity of Raman scattering with the high spatial resolution of confocal microscopy yielding chemical images of a sample.” (DIETZEK, *et al.*, 2010, p. 21)

método de análise não destrutivo. Para Faria e Puglieri (2011) esta ferramenta se caracteriza por,

[...] um feixe de radiação laser de baixa potência é focalizado em um ponto de interesse no objeto e a radiação inelasticamente espalhada é coletada por uma lente e analisada em um monocromador ou interferômetro, fornecendo um espectro que é característico da espécie química ou das espécies químicas presentes. Quando acoplado a um microscópio, a espectroscopia Raman ganha ainda a vantagem de ter resolução espacial capaz de diferenciar micro-heterogeneidades presentes na amostra. (FARIA; PUGLIERI, 2011, p. 1323)

Ao tratar sobre o uso da espectroscopia Raman e seu diferencial no processo de análise dos materiais, Souza Filho (2018) destaca, de forma didática, o caminho percorrido para a análise Raman, que é um tipo de análise que não precisa de uma estrutura laboratorial sofisticada para a coleta de dados. Para Souza Filho (2018),

[...] ela é muito interessante porque ela é simples do ponto de vista de não precisar de laboratórios super sofisticados e é um fenômeno muito bonito descoberto por um cientista indiano chamado Raman, que ele descobriu, inclusive teve essa idéia quando estava fazendo uma viagem da Índia para a Inglaterra. O espalhamento Raman é o espalhamento de luz, então o que acontece...Quando a gente ilumina uma superfície com uma luz de uma determinada cor em geral, o que a gente observa é o reflexo da mesma cor. Acontece que quando você olha essa luz que é espalhada com equipamento muito sensível, muito mais sensível do que o nosso olho, o que a gente observa é que além da cor que você iluminou a superfície, outras cores são refletidas, então, que outras cores são essas? Essas outras cores têm energia maior ou tem energia menor do que aquela que você iluminou, ou seja, como se a luz ganhasse energia, uma parte dela e, outra perdesse a energia. E a grande descoberta do efeito Raman foi exatamente ele identificar que essa energia que perdeu e essa energia que ganhou traduz para a gente [...] como os átomos estão vibrando. Então basicamente assim, a luz incide na matéria, ela tem uma determinada energia como os átomos vibram. Essa energia de vibração, ela pode ser transferida para a luz e ela ganha energia ou essa energia é transferida para matéria, ela vibra mais e a luz perde energia [...], analisando a luz espalhada por qualquer superfície a gente tem assinatura digital do material e, ela é única [...]. Se você ilumina grafite ele tem uma assinatura digital, se você ilumina diamante ele tem uma assinatura digital. [...] Então, se a gente usar uma linguagem bem simples, basicamente a luz, né, ela conversa intimamente com a estrutura da matéria e quando você analisa a luz que sai ela traz as informações de como a matéria está organizada (SOUZA FILHO, 2018, s/p).

Faria (2018) ao tratar do uso da Espectroscopia Raman na ciência do Patrimônio destaca que a Espectroscopia por absorção no Infravermelho (FTIR) é complementar aos estudos de Espectroscopia Raman, pois as bandas podem ser observadas nos dois espectros com intensidades distintas ao mesmo tempo em que as bandas observadas em uma, podem não ser em outra. A autora destaca que mesmo sendo ferramentas analíticas complementares, a Espectroscopia Raman se destaca nos estudos de Ciência do Patrimônio, pois a presença de água em material analisado provoca grandes variações no momento dipolar, gerando bandas de absorção no infravermelho bastante intensas nos espectros FTIR, além de que raramente é possível obter espectros no FTIR sem que seja feita solubilização ou trituração da amostra coletada para análise, com exceção a filmes em superfícies planas (FARIA, 2018). Neste sentido, uma das características que merecem destaque para o uso da Espectroscopia Raman se comparada a FTIR é que a presença de água não interfere em sua utilização (FARIA, 2018; DIETZEK *et al*, 2010).

Faria (2018) destaca que a maioria dos estudos voltados para o uso da Espectroscopia Raman em objetos cerâmicos na América do Sul são voltados para a identificação dos pigmentos usados no tratamento de superfície, sendo poucos os estudos voltados para a compreensão das características materiais da produção dos artefatos. Neste sentido, a autora vai destacar que, nos últimos anos, tem crescido o número de estudos de Espectroscopia Raman voltados para a caracterização de corantes e pigmentos como marcadores de tempo, e que estes estudos têm contribuído para processos forenses de incompatibilidade de pigmentos usados em obras de arte, destacando-se também sua aplicação para os estudos de pinturas rupestres (FARIA, 2018).

Ao tratar sobre o uso da espectroscopia Raman na caracterização de pigmentos Howell G. M. Edwards *et al.* (2007) em seu artigo *Raman spectroscopic analysis of the enigmatic Comper pigments*, que trata sobre a caracterização de elementos pertencente a uma igreja do século XIX, destacando que, no estudo de pinturas através da espectroscopia Raman, cada pigmento seja orgânico ou inorgânico, possui sua assinatura espectral. Para os autores

A espectroscopia Raman fornece um protocolo de alerta precoce para a restauração de pinturas murais e afrescos antigos, o que

ajudou os conservadores na priorização de áreas danificadas que necessitam de atenção. Da caverna pré-histórica até o final da Renascença, o uso de pigmentos minerais antigos e a substituição de pigmentos e corantes sintéticos inorgânicos e orgânicos modernos foram revelados através de suas assinaturas espectrais Raman características [9, 10], que também indicaram a presença de restaurações anteriores não registradas. (EDWARDS et al, 2007, p. 2256)

É importante destacar que o número de estudos de Espectroscopia Raman voltados para os biomateriais é bem menor se comparado com os estudos de materiais inorgânicos e que, segundo Faria (2018), esse desequilíbrio ou ausência se dá em decorrência dos processos de degradação na qual os biomateriais podem sofrer, aumentando assim a complexidade dos estudos, pois geram a luminescência (emissão de luz em diversos comprimentos de onda quando um material é excitado pela luz do LASER) e acabam interferindo na interpretação dos dados identificados (FARIA, 2018).

Devemos considerar também para o estudo de cerâmicas arqueológicas, a partir da Espectroscopia Raman que a identificação de alguns compostos na pasta da cerâmica pode contribuir para a identificação do seu processo de queima. Appoloni (2015) ao tratar sobre as análises realizadas com Espectroscopia Raman nas cerâmicas pertencentes aos sítios Bacanga (São Luís), Panaquatira (São José de Ribamar) e Rabo de Porco (Bacabeira) no Maranhão, aponta que foram identificados hematita, quartzo, wollastonita e albita, destacando que,

As bandas detectadas nas amostras em torno de 263, 574 e 1315 cm^{-1} indicam assim a presença de hematita nos fragmentos. A presença de hematita indica que a atmosfera de queima da peça cerâmica foi oxidante (OLIVARES, *et al.*, 2010). [...] A presença de wollastonita foi indicada devido às bandas detectadas em todas as amostras em torno de 970 (m) e 1080 (f) cm^{-1} . A wollastonita é um dos polimorfos do CaSiO_3 , e é uma fase formada na interface entre minerais carbônicos e quartzo a temperaturas acima de 950 °C (OLIVARES, *et al.*, 2010). Isso indica que a temperatura de queima, em algum momento, ultrapassou ou chegou perto dessa temperatura para que houvesse a formação da wollastonita. Outro mineral detectado em todos os fragmentos foi a albita. As bandas do espectro Raman medidas em 492, 574 e 1080 cm^{-1} correspondem às três bandas características da albita. A albita é um mineral que pertence ao grupo de feldspatos plagioclásios e sua presença indica que a temperatura de queima foi abaixo de 950 °C (RASKOVSKA, *et al.*, 2010). A detecção simultânea de albita e da wollastonita nos permite determinar, dentro de certo intervalo, a temperatura limite de queima dos fragmentos cerâmicos analisados. Podemos afirmar que

a temperatura máxima de queima não ultrapassou 1.000 °C, caso contrário a albita não seria detectada, ou estaria presente em muito menor intensidade, e deve ter sido maior que 900 °C para permitir que a wollastonita tenha sido formada e detectada. Portanto, a temperatura de queima deve ter ocorrido no intervalo de 900-1000 °C e a atmosfera predominante foi oxidante. (OLIVARES, *et al.*, 2010 *Apud* APPOLONI, 2015, p. 27-28)

Uma das características importantes para os estudos em Espectroscopia Raman é a possibilidade de identificar componentes microscópicos nas pastas cerâmicas, que em outros métodos de análises podem ser perdidos, porém a fluorescência relacionada ao material argiloso pode gerar dificuldade na obtenção dos dados, neste tipo de material (FARIA, AFONSO e EDWARDS, 2002).

Neste sentido, uma das limitações dos usos da Espectroscopia Raman voltados para estudos de materiais orgânicos estão relacionados à luminescência, que vem sendo superado com o desenvolvimento da *Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS)*, ou seja, Espectroscopia Raman intensificada por efeito de superfície que vem ajudando a minimizar a interferência causada pela luminescência na identificação dos espectros (FARIA, 2018; PUGLIERI, MADDEN e ANDRADE, 2021).

Thiago Servilhano Puglieri, Odile Madden e Gustavo F. S. Andrade (2021) ao abordar procedimentos alternativos para o uso da Espectroscopia Raman em estudos de corantes a base de materiais orgânicos faz um estudo comparativo entre Raman normal, FT-Raman, o *Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS)* e *Shell-isolated nanoparticle-enhanced Raman spectroscopy (SHINERS)* com o objetivo de minimizar a interferência da luminescência em um estudo de alizarina e sua adsorção na casca de dióxido de silício. Os autores chegam à conclusão de que o uso do SHINERS, ou seja, das nanopartículas pode contribuir para aprimorar o sinal Raman, possibilitando a investigação de estruturas e processos de degradação onde existe pouca incidência de corantes, sem interferir no sistema e sem a necessidade de um núcleo metálico específico como ocorre no SERS (PUGLIERI, MADDEN e ANDRADE, 2021).

Ao tratar sobre o uso da Espectroscopia Raman como uma nova luz no estudo de bens culturais Dalva Lúcia Araújo de Faria, Marisa C. Afonso e Howell G. M. Edwards (2002) apontam que, na arqueologia, este método de análises é abordado através de uma perspectiva química. Outrossim, podem ser usados para

datação, conservação e composição dos materiais que compõem as coleções. Na conservação, estes estudos estão voltados para o entendimento dos processos de deterioração dos materiais formadores dos acervos (FARIA, AFONSO e EDWARDS, 2002). Assim, ao explicar sobre a técnica de obtenção de dados através da Espectroscopia Raman, os autores destacam que,

As técnicas de espectroscopia estão baseadas na interação da radiação eletromagnética com a matéria e são, sem dúvida alguma, os instrumentos mais eficazes na caracterização de materiais em qualquer campo do conhecimento. Dependendo da energia da radiação empregada, é possível obter informações sobre diferentes propriedades do sistema [...]. Assim, o uso de radiação na região do ultravioleta ou do visível (UV-Vis) muda a energia dos elétrons em moléculas e íons (o que confere cor aos objetos), ao passo que radiação no infravermelho altera as vibrações dos átomos nessas espécies químicas. Quando se incide radiação policromática sobre uma determinada amostra é possível registrar quais componentes dessa radiação são absorvidas por ela, já que essa absorção não se dá de forma contínua, mas ocorre para valores específicos de energia. E por isso que se diz que a energia armazenada na matéria somente pode assumir determinados valores (isto é, ela é quantizada) e seu aumento ou diminuição também se dá através de quantidades discretas (<quantum de energia). O espectro corresponde ao registro gráfico dos componentes absorvidos em função da energia da radiação que é expressa em número de ondas (cm^{-1}) no caso da espectroscopia vibracional. (FARIA, AFONSO e EDWARDS, 2002, p. 250)

Faria, Afonso e Edwards (2002) ao analisar material cerâmico ligado a grupos guaranis na bacia do rio Paranapanema em São Paulo, destaca que o uso da Espectroscopia Raman neste tipo de material pode contribuir para identificação de pequenos componentes que foram adicionados à pasta como antiplásticos, e que, neste estudo preliminar elaborado pelos autores,

Foram analisadas três porções das amostras consideradas: pigmentos coloridos (vermelho, branco e preto na maioria dos casos), camada mais externa e camada interna de diversos fragmentos cerâmicos. Os espectros obtidos das pastas cerâmicas apresentaram somente fluorescência, em um comportamento comum em argilas que geralmente não são boas espalhadoras de luz e costumam apresentar esse tipo de emissão. Em várias amostras foram encontrados vestígios de carvão (carbono amorfo), o qual foi empregado na pasta principal de preparação da cerâmica; se sua inclusão estivesse ligada à queima dos objetos cerâmicos (feita em fogueiras) as partículas de carbono estariam localizadas nas superfícies (externas e internas) dos fragmentos e não no seio da pasta. (FARIA, AFONSO e EDWARDS, 2002, p. 264)

Ao tratar sobre o uso da Espectroscopia Raman em estudo de cerâmicas de Lydenburg, Makahane, Graskop e Rooiwal na África do Sul, M. A. Legodi e D. de Waal (2007) destaca que apesar do baixo espalhamento Raman e da fluorescência em decorrência de alguns efeitos do componente da argila, os resultados gerados a partir desse tipo de análises na coleção estudada pelos autores, conseguiram identificar treze fases químicas nas amostras. Assim, a pesquisa mostra a importância da Espectroscopia Raman na identificação de uma grande quantidade de componentes de amostras em baixa temperatura de queima da argila (LEGODI e WAAL, 2007). Os autores destacam que,

Os resultados confirmaram que as amostras sob investigação foram queimadas em temperaturas mais baixas, como indicado pela presença de minerais argilosos (caulim, montmorilonita e illita). Um mínimo de dois minerais argilosos foi observado em cada amostra, o que comprova que os minerais argilosos nas localidades investigadas ocorrem como misturas. A presença de carbonato de cálcio em Lydenburg. Os fragmentos de Makahane e Graskop sugerem que a cerâmica de quais os fragmentos foram derivados foram disparados em temperaturas abaixo 800 °C. O fragmento Makahane mostra ainda a presença de rutilo. Este composto foi relatado como uma alta temperatura fase, que se forma entre 800 e 1100 °C. O cru, materiais também podem ter sido misturados com TiO₂ na forma de rutilo. Portanto, é provável que a temperatura de queima para Makahaneshard atingiu algum valor acima de 800°C. A cerâmica poderia ter sido queimada a essa alta temperatura por um curto período de tempo, preservando assim as estruturas de carbonato de cálcio e minerais argilosos.

Os compostos que deram às amostras cores marrom avermelhado e preta são hematita e carbono amorfo, respectivamente. Outros compostos, que foram observados em várias amostras, ou ocorreu como impurezas nos minerais de argila (por exemplo, gesso) ou foram formados durante o processo de queima (por exemplo, anidrita, cálcio silicatos e fosfatos). (LEGODI e WAAL, 2007, p. 141-142) [Tradução nossa]⁴⁰

⁴⁰ Texto original: The results confirmed that the samples under investigation were fired at lower temperatures, as indicated by the presence of clay minerals (kaolin, montmorillonite and illite). A minimum of two clay minerals was observed in each sample, which proves that the clay minerals in the locations investigated occur as mixtures. The presence of calcium carbonate in Lydenburg, Makahane and Graskop shards suggests that the pottery from which the shards were derived were fired at temperatures below 800 °C. The Makahane shard further shows the presence of rutile. This compound has been reported as a high temperature phase, which is formed between 800 and 1100 °C. The raw materials could also have been mixed with TiO₂ in rutile form. Therefore, it is likely that the firing temperature for Makahane shard reached some value above 800 °C. The pottery could have been fired at that high temperature for a short time, thus preserving the structures of calcium carbonate and clay minerals. The compounds that gave the samples reddish brown and black colours are hematite and amorphous carbon, respectively. Other compounds, which were observed in various samples, either occurred as impurities in the clay minerals (e.g. gypsum) or were formed during the firing process (e.g. anhydrite, calcium silicate and phosphates). (LEGODI e WAAL, 2007, p. 141-142)

Portanto, o uso da Espectroscopia Raman para a identificação e o entendimento das interações dos materiais pode auxiliar na elaboração de um diagnóstico de conservação da coleção de cerâmicas arqueológicas, contribuindo para a interpretação dos processos tafonômicos das peças, ou seja, de que forma o contexto pode contribuir para alteração/degradação ou estabilização dos materiais e como estes materiais reagem às suas predisposições ambientais.

Dessa forma, é possível identificar danos relacionados ao ambiente pós-deposicional de diferentes ordens: físicos (deformações; abrasões, ocasionadas pela ação dos ventos; perdas ocasionadas por ação antrópica), químicos (presença de sais, em decorrência da região praieira) e biológicos (desenvolvimento de microrganismos, relacionados à umidade; desestruturação de peças, em decorrência da vegetação). Estes são alguns dos aspectos que caracterizam a influência do contexto arqueológico na conservação ou alteração/degradação do registro, produzindo efeitos que variam de acordo com as singularidades de cada ambiente, implicando também em ações distintas de conservação (LIMA, 2016).

Ao tratar sobre a variedade de métodos empregada no campo da arte e da arqueologia e sua relação com diferentes áreas do conhecimento e tipos de aplicações, Márcia de Almeida Rizzuto *et al.* (2009), destacam a necessidade de uma maior interação entre pesquisadores e os profissionais envolvidos na área da arte e arqueologia e sua preservação (conservadores, restauradores, historiadores e demais profissionais que trabalham com estes acervos) (RIZZUTO *et al.*, 2009). Assim, os autores apontam que estes métodos empregados na pesquisa na área de cerâmicas arqueológicas podem contribuir para a caracterização dos materiais das peças, auxiliando nas pesquisas arqueológicas, pois “[...] o entendimento e a caracterização destes objetos permitem também investigar padrões culturais e deste modo contribuir para os estudos arqueológicos e etnológicos” (RIZZUTO *et al.* 2009, p. 178)

O reconhecimento dos materiais que compõem os suportes dos acervos e o entendimento dos processos de degradação são fundamentais para os profissionais que trabalham com estas coleções, pois as peças, dependendo de suas estruturas (orgânicas ou inorgânicas), sofrem graus distintos de degradação em relação a ações externas e predisposições internas (SOUZA; FRONER, 2008).

Assim, é cada vez mais necessário pensar a conservação ambiental (MUÑOZ VIÑAS, 2010) dos bens arqueológicos após o processo de escavação, pois podem minimizar a perda de informação das coleções à medida que estabilizam os processos de alteração/degradação e assim garantem a preservação de informações para os estudos analíticos de composição dos suportes dos materiais.

3.3 Análise e Interpretação do Caráter Componencial das Cerâmicas Arqueológicas de Jericoacoara I

Para a análise da Coleção Jericoacoara I por meio da Espectroscopia Raman no Laboratório de Espectroscopia Vibracional do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará foi usado uma amostra da coleção levando em consideração os dois grupos cerâmicos trabalhados a partir da coleção. Estas amostras foram selecionadas a partir da Análise Organoléptica na qual se priorizou itens que tivessem um maior número de agentes de alteração/degradação ou os mais significativos no ponto de vista do entendimento dos materiais que compõem seu suporte.

Esta etapa compreende um estudo acerca da caracterização dos materiais, tendo como base a análise por meio de Espectroscopia Raman, que pode contribuir significativamente para o entendimento da formação da pasta cerâmica, assim como os processos tafonômicos gerados na coleção em seu contexto arqueológico. Neste sentido, o apoio da física é fundamental para o entendimento dos materiais presentes na coleção de cerâmica arqueológica, tendo por base a física dos materiais. Ao tratar sobre a física dos materiais e o uso da Espectroscopia Raman, Souza Filho (2018) aponta para os caminhos e as contribuições que a física vem dando para o estudo das propriedades físicas dos materiais destacando que a Espectroscopia Raman,

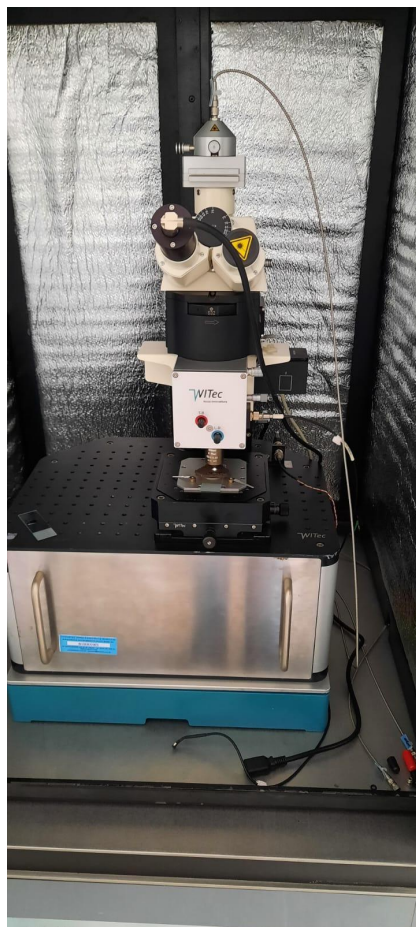
[...] permite a gente entender de forma muito detalhada a estrutura dos materiais e, quando a gente faz isso, a gente avança bastante porque o que define as propriedades dos materiais é exatamente a estrutura deles, como os átomos estão organizados e quando a gente pensa em aplicações as aplicações são baseadas nas propriedades. Então, se a gente quer é usar um material para emitir luz azul, por exemplo, ou luz vermelha ou luz violeta é preciso que ele tenha determinadas propriedades e com essa técnica a gente acaba identificando como os átomos se organizam e como você

pode engenheirar para encontrar a propriedade que você quer. Então, a tecnologia moderna é toda baseada em materiais, por isso as ciências dos materiais, a física dos materiais ganha uma relevância muito grande. Eu não consigo, você não consegue imaginar nenhum avanço tecnológico, que não tem uma revolução de um material por trás, né. Então, hoje você tem aeronaves mais leves e consumindo menos combustível porque as estruturas são mais resistentes, mas são menos densas, tem o peso menor, os celulares ficaram cada vez menores e com capacidade de processamento porque os materiais que o compõem têm propriedades que permitem isso. Então, o nosso foco de estudo, apesar dele não, ele não está lá no produto em si, mas o que essa técnica permite dizer para a gente, permite a gente avançar, que ela diz basicamente assim: olha, esse sistema tem [...] tal e tal arranjo estrutural, tais e tais propriedades físicas e se a gente quiser ir nessa direção para melhorar essa propriedade tem que ser por aqui. Então, é nesse sentido que a gente tem colaborado, [...] ou seja, entendimento de como os sistemas estão organizados e como a gente pode engenheirar as propriedades para encontrar aquilo e buscar ou pelo menos chegar mais próximo daquilo que se deseja. (SOUZA FILHO, 2018, s/p).

Para análise do material cerâmico estamos usando o Microscópio - Witec Laser Confocal Raman (Figura 50) que se caracteriza por um microscópio com imagens de alta resolução usado para caracterização da composição química de material que, segundo a fornecedora em seu site, ao tratar sobre a microscopia Raman confocal, destaca que: “As propriedades químicas de componentes sólidos e líquidos podem ser analisadas com resolução espacial limitada por difração ($\lambda/2$ do comprimento de onda de excitação, até 200 nm)”(OXFORD INSTRUMENTS, 2023)⁴¹

⁴¹ Retirado de: <https://raman.oxinst.com/techniques/raman-imaging>

Figura 50 - Microscópio - Witec Laser Confocal Raman.



Fonte: Fotografia feita pelo próprio autor, 2022

A primeira peça analisada foi a peça ST2887.20, na qual foi identificado um pouco de banda D e G associadas a materiais carbonáceos, pois a umidade acabou interferindo na leitura dos espectros da peça.

Ao considerar que a cerâmica mesmo passando por um grau elevado de queima tende a acumular umidade do ambiente, por se caracterizar por um elemento higroscópico, percebemos através das primeiras análises, a presença de luminescência que acaba interferindo na leitura das amostras. Dessa forma, passamos a usar o Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058 (Figura 51), caracterizado por um recipiente em vidro totalmente selado usado para secar amostras em laboratório, sob pressão atmosférica ou a vácuo.

Figura 51 – Dessecador – Bomba de Vácuo TE-058



Fonte: Fotografia feita pelo próprio autor, 2022

Esta metodologia foi usada com o objetivo de manter as peças em vácuo e assim proteger da umidade ambiente, este instrumento é bastante usado para a proteção de agentes químicos higroscópicos, como amostras que sofrem pela presença de umidade do ar e partículas de poeira, que acabam interferindo nos processos de análises em laboratório. Neste caso, foi considerado o uso desse equipamento por um tempo médio de 60 minutos de forma controlada, para que não houvesse nenhum dano na peça e que o seu uso também não interferisse no resultado das análises, ao considerar que elementos higroscópicos, na ausência de umidade podem liberar umidade.

Assim, com o uso do Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058, percebemos que a luminescência vem diminuindo e melhorando o sinal dos espectros a partir da análise das peças medidas no Microscópio - Witec Laser Confocal Raman, os primeiros dados foram ajustados pela equipe do Laboratório de Espectroscopia Raman, mas assim mesmo ainda possuem muitos ruídos que acabam interferindo na leitura dos espectros. Nas primeiras análises, priorizou-se a pasta em acelerado processo de deterioração que possui uma elevada incidência de orifícios em decorrência do processo erosivo, com o objetivo de identificar os elementos presentes na pasta. Estes elementos são comuns nas pastas 3, 5 e 6 e possivelmente estão relacionados a materiais orgânicos que foram inseridos na pasta como antiplásticos.

Nesta etapa, foram levadas em consideração as amostras previamente selecionadas por estarem em um grau elevado de alteração/deterioração, considerando também o processo erosivo para o entendimento desta ação e o desenvolvimento de agentes nos fragmentos cerâmicos que podem contribuir para a alteração/deterioração dos materiais, influenciando na leitura das peças por parte da arqueologia. Assim, foram considerados dois elementos fundamentais para o entendimento dos fatores de alteração/degradação da cerâmica, o primeiro relacionado a caracterização do antiplástico que pode nos ajudar no entendimento do processo de erosão interno da pasta, ao considerar que os elementos agregados a pasta podem se deteriorar a partir das predisposições do ambiente e assim criar canais que aceleram o processo de erosão total da peça. O segundo, algumas manchas que podem ser identificadas sobre a superfície da peça e em alguns casos na parte já erodida da cerâmica, mostrando que podem ter se desenvolvido ao longo do processo pós-deposicional, nos levando a pensar que estejam relacionadas a agentes biológicos presentes no contexto dunar (fungos, bactéria e líquens).

Ao se referir ao tratamento realizado em cerâmicas arqueológicas com líquens encontradas em superfície no Valle do Río Suches, situado a noroeste do Lago Titicaca na Bolívia, Droguett (2023) destaca que as peças mais afetadas da coleção, os líquens deixaram manchas pretas pontuais, que não se podem remover e, em casos de superfície erodidas, este dano é irreversível (DROGUETT, 2023). Assim, a autora destaca que,

Os líquenes resistem a temperaturas e condições extremas, crescem muito lentamente, desenvolvendo-se facilmente na casca das árvores, nas rochas e até no solo. Em terras áridas de rochas duras, os líquenes são os precursores da vida vegetal, pois recobrem as rochas com suas crostas e seus corpos vegetativos coriáceos, penetrando com suas fibrilas entre as partículas das rochas, rompendo sua superfície, iniciando assim a desagregação. a rocha que mais tarde será contínua e expandida pela ação erosiva dos meteoritos. (DROGUETT, 2023, p. 112-113)[Tradução nossa]⁴³

⁴³ Texto original: Los líquenes resisten temperaturas y condiciones extremas, crecen muy lentamente desarrollándose fácilmente sobre la corteza de árboles, rocas y hasta ensuelos. En los terrenos áridos de rocas duras, los líquenes son los precursores de la vida vegetal, ya que recubren las rocas con sus costras y sus cuerpos vegetativos coriáceos, penetrando con sus fibrilas entre las partículas de las rocas, desmenuzando su superficie con lo que inician la disgregación de la roca que luego será continua y ampliada por la acción erosiva de las meteóricas. (DROGUETT, 2023, p. 112-113).

Dessa forma, as manchas pontuais na cor preta identificadas através da análise organolépticas podem estar relacionadas ao desenvolvimento de líquens, tendo em vista o ambiente na qual as peças foram encontradas e levando em consideração a dinâmica eólica que acaba expondo as peças na superfície levando a condições ambientais extremas. Neste sentido, é importante entender a estrutura formadora dos líquens. Segundo Droguett (2023), o Líquen é um organismo vegetal simbiótico, sendo uma associação de fungos (ascomicetos e basidiomicetos), de algas (clorofíceas e esquizofíceas), e, em algumas ocasiões, cianobactérias. (DROGUETT, 2023). Para a autora,

Na estrutura de um Líquen são observadas Hifas, que são células fúngicas alongadas que circundam os Gonídios, que são células de algas [...] A alga, adaptada a baixas intensidades luminosas, é responsável por realizar a fotossíntese, convertendo a energia luminosa em moléculas de glicose, enquanto as hifas fúngicas absorvem água, apresentando por vezes orifícios aeríferos para promover a aeração do talo, que é o corpo vegetativo do líquen. Assim, os gonídios têm a função de assimilação enquanto as hifas entram em contato com eles, e tomam parte das substâncias dissolvidas na forma de sais. (MEYER, 1978, p. 981; RUBIO DIEZ, 1987, p. 343 *Apud* DROGUETT, 2023, p. 112)[Tradução nossa]⁴⁵

Soto (2015), destaca o papel dos líquens no processo de deterioração das cerâmicas, considerando que, por muito tempo, as investigações focaram na ação destes agentes em estruturas arquitetônicas e artísticas, deixando de lado a cultura material baseada nas peças arqueológicas. Segundo a autora, há um número pequeno de estudos voltados para o entendimento dos líquens nas cerâmicas arqueológicas, destacando que,

Em síntese, pode-se dizer que existe uma lacuna no conhecimento em relação à forma como os líquenes afetam a cerâmica arqueológica devido à falta de estudos biológicos descritivos que nos instruem sobre as características ecológicas das espécies, bem como à ausência de pesquisas sistemáticas sobre isto. Portanto, não

⁴⁵Texto original: En la estructura de un Liquen se observa Hifas, que son células alargadas de los hongos que rodean a las Gonidias, que son células de las algas [...] El alga, adaptada a bajas intensidades luminosas, es la encargada de realizar la fotosíntesis, convirtiendo la energía lumínica en moléculas de glucosa, mientras que las hifas fúngicas absorben el agua presentando a veces orificios aeríferos para favorecer la aireación del talo, que es el cuerpo vegetativo del líquen. De modo que las gonidias tienen la función de asimilación mientras las hifas entran en contacto con ellas, y toman una parte de las sustancias disueltas como sales. (MEYER, 1978, p. 981 *Apud* DROGUETT, 2023, p. 112)

se sabe como conservar e preservar esta parte do registo arqueológico. (SOTO, 2015, p. 209) [Tradução nossa]⁴⁶

Assim, foram analisadas as peças ST1565.12, ST2465.1, ST2887.20, ST2260.5, ST2260.4, ST2887.88 e ST2885.59 seguindo o método de análise na qual as peças foram para o Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058 para possibilitar uma melhor leitura do sinal Raman, mas mesmo com o uso do dessecador apenas as peças ST2887.20, ST2885.59 e ST2260.5 apresentaram uma pequeno sinal representando a Banda D e G com muito ruído impossibilitando afirmar que há a presença de carbono na composição da pasta (Figura 52).

Figura 52 - Imagens geradas a partir das primeiras análises Raman.

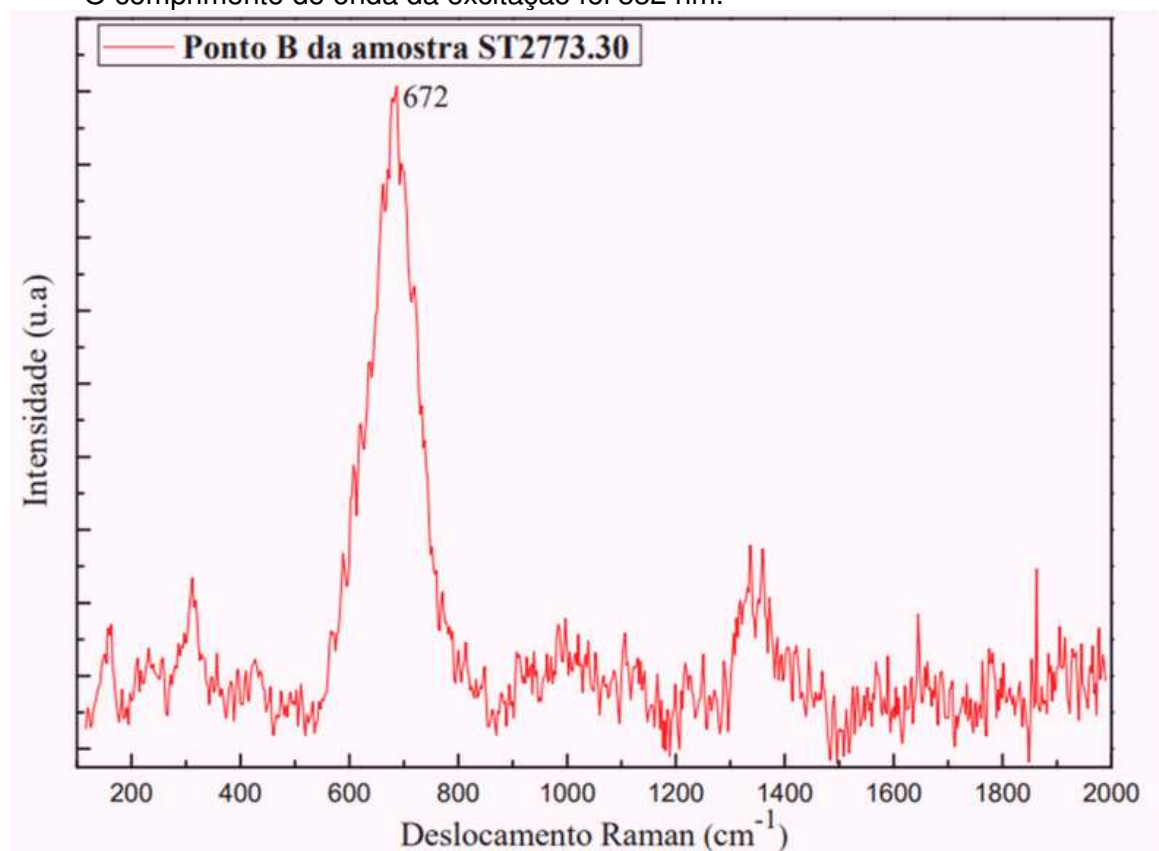


Fonte: Fotografia feita pelo próprio autor, 2022.

⁴⁶Texto original: En síntesis, se puede decir que existe un vacío en el conocimiento en relación a cómo afectan los líquenes a la cerámica arqueológica por la falta de estudios biológicos de índole descriptiva que nos instruyan sobre las características ecológicas de las especies como también por la ausencia de investigación sistemática al respecto. Por ende, tampoco se conocieron cómo conservar y preservar esta parte del registro arqueológico. (SOTO, 2015, p. 209)

Para tentar melhorar o sinal, optamos pelo uso do Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058 apenas na função a vácuo, não retirando umidade da amostra, mas mantendo-a em um ambiente a vácuo durante 60 minutos, onde foram analisadas duas amostras ST2773.30 e ST2449.4. Na primeira amostra (ST2773.30), foram analisados cinco pontos, divididos em: pontos A, B e C referentes à superfície que possui tonalidade escura e os pontos D e E representando áreas sem manchas escuras. Na segunda amostra (ST2449.4), foram analisados três pontos distintos que representavam manchas escuras, sendo identificados por ponto A, B e C na qual não obteve sinal Raman, em decorrência dos ruídos, impossibilitando a identificação dos espectros na amostra. Para essa análise foi levado em consideração a Faixa espectral entre 3.500 e 400 cm^{-1} e a potência do laser entre 8 a 100 mw.

Gráfico 14 - Espectro Raman da análise no ponto B da amostra ST-2773.30. O comprimento de onda da excitação foi 532 nm.



Fonte: Elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman - Departamento de Física da UFC)

Das peças analisadas, apenas o ponto B da peça ST-2773.30 (Gráfico 14) obteve espectros na banda 672 cm^{-1} que está relacionado ao óxido de ferro

Magnetita (Fe_3O_4). A magnetita se apresenta com uma composição de 69% de FeO e 31% Fe_2O_3 ou 72,4% de ferro e 26,7 % de oxigênio que podem estar associadas à pintura da superfície da peça, processos erosivos do solo e o desenvolvimento de microrganismos como bactérias.

Ao considerar que a análise teve como foco a mancha de cor preta, com o objetivo de caracterizar os materiais e tentar traçar correlações com o possível desenvolvimento de líquens, temos que entender de que maneira a Magnetita pode estar associada ao desenvolvimento destes microrganismos. Ao tratar sobre o desenvolvimento dos cianolíquens na superfície cerâmica e sua relação com os componentes minerais, Soto (2015) destaca que, ao considerar seus processos químicos, estes agentes podem alterar os existentes ou desenvolver, através de cristalização, novos componentes minerais. Assim,

Uma característica dos cianolíquenos é que a forma de deterioração mais incidente é a mecânica, descascamento do material devido ao crescimento e propagação das hifas (parte inferior dos fungos que o compõem) no substrato, o que prejudica a química, perda de coesão e alteração dos componentes minerais da cerâmica bem como a cristalização de novos pelas diferentes substâncias liberadas pelo talo (corpo principal do líquen). Por sua vez, estas espécies respondem ao tipo de líquenes talos crustosos, ou seja, líquenes cujas hifas penetram firmemente no substrato, impossibilitando a sua remoção sem desprender o material a que está fixada, o que no caso da cerâmica arqueológica, tem graves implicações. (SOTO, 2015, p. 213)[Tradução nossa]⁴⁹

Assim, para entender um pouco mais sobre a Magnetita e seu papel nas cerâmicas arqueológicas, precisamos analisar o contexto em que este componente químico geralmente é encontrado e seu papel na composição da peça, nos levando a explorar textos que apresentam este elemento e suas diferentes associações.

Em uma segunda etapa da análise das amostras, a equipe do Laboratório em Espectroscopia Raman do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará em conjunto com o mestrando, optou por refazer as análises em algumas

⁴⁹ Texto original: Una característica de los cianolíquenos es que la forma de deterioro más incidente es la mecánica, desgranado del material por el crecimiento y propagación de la hifa (parte inferior de los hongos que lo componen) en el sustrato, que la química, pérdida de cohesión y alteración de los componentes minerales de la cerámica como también la cristalización de nuevos por las diferentes sustancias que desprenden el talo (cuerpo principal del líquen). A su vez, estas especies responden al tipo de líquenes de talo crustoso, es decir, líquenes cuya hifa se adentra firmemente en el sustrato haciendo imposible su remoción sin desprender el material al que se encuentra adherida, lo que en el caso de la cerámica arqueológica, tiene serias implicancias. (SOTO, 2015, p. 213)

peças com o objetivo de classificar e estabelecer alguns parâmetros dos compostos encontrados na caracterização dos materiais presentes nas cerâmicas; nesta fase, focou nos elementos granulares presentes nas cerâmicas associadas por Viana (2018) como sendo a tradição Mina que, a partir da análise organoléptica, podem estar relacionadas possivelmente à presença de conchas trituradas, pedaços de madeira ou cascas de plantas trituradas e queimada que foram usadas como antiplástico; nesta etapa, priorizou também a análise de manchas pontuais, que possivelmente estejam relacionadas ao desenvolvimento de líquens, pois se aprendam não só na superfície tratada das peças como também em superfícies com processo de erosão.

Para esta etapa, seguiu-se os mesmos critérios da etapa anterior, porém não foi usado o Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058, com o objetivo de gerar comparações. Assim, os dados foram coletados em um Microscópio Raman de espectrômetro ALPHA 300 da WITEC e equipado com detector (charged – coupled device (CCD)), sendo usados para análise dos espectros uma radiação em 532 nm e a potência na amostra foi tipicamente 0,5 mW. Todos os dados foram captados e tratados com o programa Fityk. Neste caso, como não foi usado o Dessecador - Bomba de Vácuo TE-058, nas análises que ocorreram fluorescência e/ou pouca intensidade dos espectros, foram utilizadas várias porcentagens da máxima potência do laser e de sua acumulação, com o objetivo de se chegar ao espectro com a relação sinal/ruído mais fácil interpretação.

Considerando o elevado processo de alteração das peças foram escolhidas as **pastas 1 (ST2887.20 e ST1565.12), 3 (ST2888.29), 5 (ST2773.30) e 6 (ST2077.1, ST2260.5 e ST2885.59)**, para a análise nesta etapa da pesquisa em Espectroscopia Raman, destacando-se sete peças que foram analisadas em diferentes perspectivas, pois possuem elementos importantes para o entendimento do estudo tafonômico da coleção de cerâmicas do sítio Jericoacoara I, como especificado abaixo:

ST2887.20 (figura 53), referente a pasta 1 que se caracteriza como uma peça bem preservada, possuindo tonalidade na cor preta, possivelmente relacionada ao tratamento de superfície. Esta peça possui craquelê evidenciando que, mesmo sofrendo as alterações ambientais, manteve-se preservado, nos levando a pensar um pouco sobre a importância do tratamento de superfície para a preservação da peça como mencionado anteriormente;

Figura 53 – Área analisada da peça ST2887.20.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

ST1565.12 (figura 54), considerada uma peça que também possui superfície preservada, mas em elevado processo de craquelê como a peça ST2887.20, destacando-se por possuir elementos granulares na cor branca, o que nos leva a pensar sobre o uso de quartzo como antiplástico.

Figura 54 - Área analisada da peça ST1565.12



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

ST2888.29 (figura 55), que se caracteriza por uma peça em elevado processo de erosão possuindo pequenos elementos na cor preta impregnados sobre a erosão, possivelmente relacionados a alguns agentes biológicos, possuindo também pequenos grãos de quartzo relacionados ao contexto de escavação.

Figura 55 - Área analisada da peça ST2888.29



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

ST2773.30 (figura 56), que se caracteriza por uma peça em bom estado de conservação que possui incisões e, nestas, podemos observar a presença de manchas pontuais na cor preta que, aparentemente, estão impregnadas sobre a superfície que recebe tratamento, como pode ser observado na imagem abaixo.

Figura 56 - Área analisada da peça ST2773.30



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

ST 2077.1 (Figura 57), que se caracteriza por uma peça com superfície preservada, mas com elevado processo de erosão na parte interna da pasta causando delaminação, na qual podemos observar pequenos elementos granulares na cor branca, possivelmente relacionados a alguns elementos orgânicos inseridos como antiplásticos tais como osso ou conchas trituradas;

Figura 57– Área analisada da peça ST2077.1



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

ST2260.5 (Figura 58), esta peça foi colada na peça ST2260.4 e se caracteriza como peça em elevado processo de erosão externa que acaba alterando o volume da peça e processo de erosão na parte interna da pasta, causando delaminação. Nesta peça, observamos a presença de elementos granulares na cor branca/cinza e, em alguns casos, uma marcação escura na qual podemos observar também a presença de pequenas manchas impregnadas na superfície erodida, como observadas na peça ST2885.59;

Figura 58 – Área analisada da peça ST2260.5 e ST2260.4.



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

ST2885.59 (Figura 59), se caracteriza como uma peça em processo de erosão, possuindo também tratamento de superfície, se destacando manchas na cor preta sobre as erosões. Podemos identificar também, nesta peça, a presença de elementos granulares na cor branca /cinza e em alguns casos marcas escuras, possivelmente relacionadas a conchas, ossos ou fragmentos de material orgânicos inseridos a pasta como antipláticos.

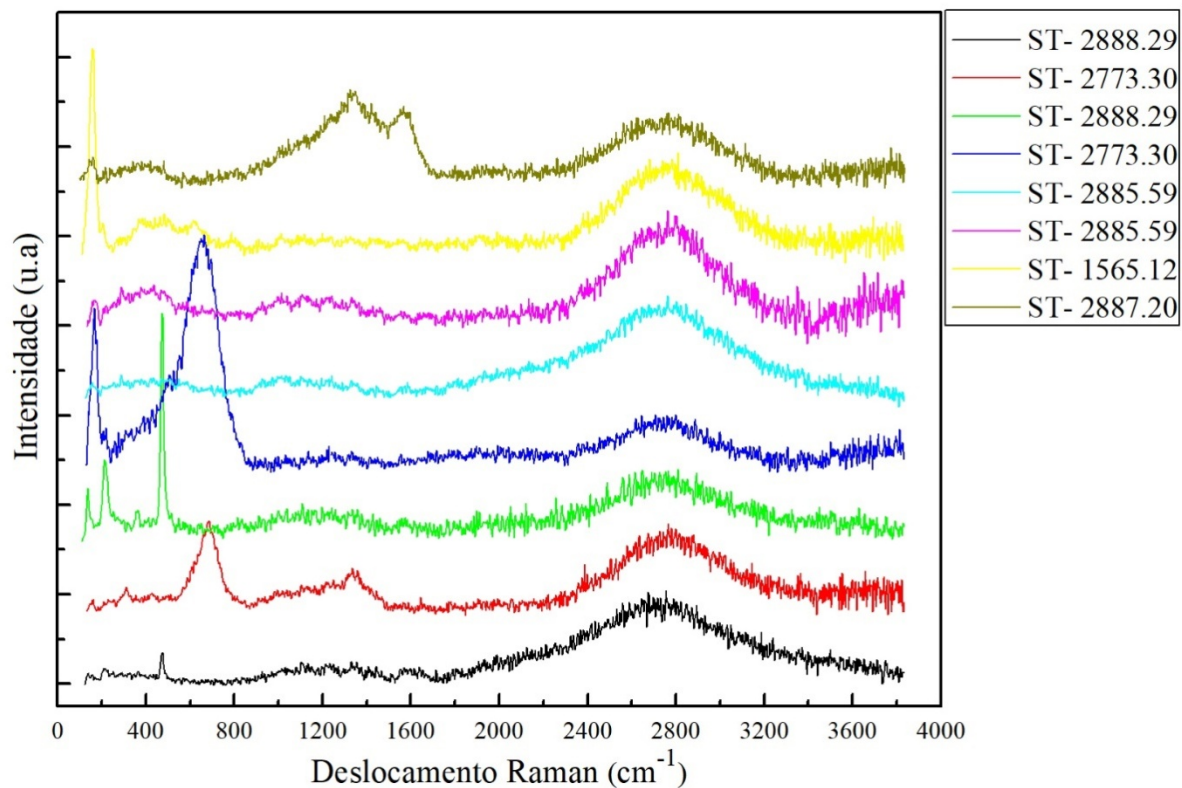
Figura 59 – Área analisada da peça ST2885.59



Fonte: Fotografia de Éden Barbosa (2023)

Em relação às manchas pretas, foram analisadas as seguintes amostras **ST-2888.29**, **ST-2773.30**, **ST2885.59**, **ST1565.12** e **ST2887.20** (gráfico 15), na qual devemos destacar que a peça ST2887.20 não possui mancha pontual preta, mas possui camada uniforme na cor preta bem preservada que foi escolhida para gerar comparações com as outras peças. Foi realizada a análise de até dois pontos de cada peça, que gerou os seguintes dados:

Gráfico 15 – Espectro Raman da análise das amostras ST-2888.29, ST-2773.30, ST2885.59, ST1565.12 e ST208720. O comprimento de onda da excitação foi 532 nm.



Fonte: Elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman – Departamento de Física da UFC)

Tabela 1 – identificando os modos vibracionais Raman (cm^{-1}) de cada amostra analisada.

MANCHAS PRETAS	
Amostra	
ST-2888.29	160, 212, 474
ST-2773.30	162, 311 e 678
ST-2888.29	136, 214, 365 e 474
ST-2773.30	162 e 662
ST-2088.59	286
ST-2088.59	159 e 288
ST-1565.12	157 e 621
ST-2887.20	160, 1326 e 1580

Fonte: elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman – Departamento de Física da UFC)

A partir dos dados (Tabela 01) podemos apontar para caminhos que nos levam ao entendimento dos processos de alteração/degradação das peças a partir de sua caracterização. Diante dos dados gerados pelo Laboratório de Física da Universidade Federal do Ceará podemos destacar dentre os dados gerados a presença de materiais inorgânicos como também de materiais orgânicos, sendo estes de mais complexa identificação dados os processos de alteração da cerâmica no contexto pós-deposicional.

Dentre os materiais, encontrados merece destaque a presença de carbono amorfo (Banda D e G) identificado a partir das bandas em 1326 e 1580 cm^{-1} , encontrado na amostra ST-2887.20 que nos aponta para a presença de material orgânico na superfície da peça que possui cor preta. Ao destacar sobre a presença de carvão a partir da identificação das bandas 1360 e 1600 cm^{-1} dos pigmentos de cor preta em artefatos arqueológicos do sítio Lagoa de São Paulo – 02 e relacioná-los ao negro de fumo, Adriana Segato Cavalheri (2010) destaca que,

Existem diferentes atribuições para estas bandas na literatura. Alguns pesquisadores apontam que a Banda D é característica do estiramento do carbono sp^3 na ligação C-C e a banda G está associada ao estiramento do carbono sp^2 na ligação C=C [15, 45, 20, 52, 53, 54]. Outros pesquisadores atribuem as duas bandas apenas à vibração de carbono sp^2 , sendo a banda D resultante da respiração do anel (breathing) e a banda G oriunda dos modos de estiramento vibracional do carbono sp^3 [55, 56]

O perfil alargado e a existência das duas bandas são típicos de materiais com baixa organização estrutural, pois a banda G em materiais mais organizados, como o grafite, aparece como uma vibração única e intensa, porém as duas vibrações passam a ser ativadas quando o grau de cristalinidade da amostra diminui. [...] a ausência de banda em torno de 960 cm^{-1} , relacionada à vibração de estiramento simétrico do grupamento PO_4^{3-} , indica que o material carbonizado não deve ter sido originado da queima de ossos, mas sim de matéria vegetal. [15, 20, 45] (CAVALHERI, 2010, p. 39-40)

Neste sentido, a presença deste material pode apontar para o uso de materiais orgânicos vegetais no tratamento de superfície da peça, ou possivelmente a resquícos de materiais de consumo que impregnaram na superfície da peça.

Ao tratar sobre o estudo com mapa por Microscopia Raman na cerâmica portuguesa de engobe vermelho da idade do ferro, proveniente do conjunto arqueológico de Castro da Azougada, Ana Marijke Alves Niessen (2010) destaca que,

Este tipo de cerâmica é caracterizado por apresentar o corpo cerâmico revestido por um engobe vermelho [composto por argila vermelha (rica em ocres), águas e possivelmente feldspato para que a solução possui-se propriedades próximas do corpo cerâmico] posteriormente decorado com bandas negras de grafite [...] Encontra-se escassamente caracterizada entre os vários repertórios artefactuais, sendo normalmente incluída nos conjuntos de cerâmica brunida devido ao aspecto brilhante ou metálico de tonalidade cinzenta [9]. A técnica de decoração com grafite consiste na diluição do pó de grafite num líquido e depois aplicado a pincel ou com um pequeno pau. Um estudo realizado sobre este tipo de cerâmica proveniente das regiões bretãs e alsacianas indicam a utilização de uma mistura de pó de grafite com clara de ovo ou com cinza e água; posteriormente as peças eram submetidas a uma temperatura de cozedura entre 800 e os 850°C, em ambiente neutro ou ligeiramente redutor [9]. No entanto, experiências realizadas por Jesus Valiente Malla, na tentativa de compreender como se realiza a técnica, defendem a aplicação de grafite pós-cozedura, visto que esta volatiliza acima dos 300°C[12] (NIESSEN, 2010, p.15)

A partir desse estudo de Niessen (2010), podemos entender um pouco sobre alguns processos relacionados à técnica cerâmica e assim apontar para possíveis elementos técnicos que nos ajudam a entender como e porque a peça ST-2887.20se preservou e quais elementos de sua caracterização composicional podem ajudar neste entendimento, levando em consideração que os valores intrínsecos de degradação estão diretamente relacionados aos fatores extrínsecos e podem ser associados ao processo técnico de produção das peças.

Já a peça ST2773.30, a partir dos dados coletados pela análise Raman, podemos observar as bandas (162, 311 e 678 / 162 e 662) cm^{-1} que nos leva a identificar a presença de Magnetita (Fe_3O_4) na peça, identificada sobre as incisões que podem ser associadas ao desenvolvimento de microrganismos como mencionado anteriormente, como também ao processo de tratamento de superfície. Segundo B. J. Saikia *et al.* (2016) em seu trabalho intitulado *Raman and FTIR Spectroscopic Evaluation of Clay Minerals and Estimation of Metal Contaminations in Natural Deposition of Surface Sediments from Brahmaputra*, que trata sobre a análise de sedimentos do rio Brahmaputra a partir dos minerais de argila, destaca que,

A magnetita mostra seu pico Raman principal próximo a 667 cm^{-1} , e é distinguível de outros óxidos de Fe de estrutura, como cromita, espinélio, gahnita e franklinita. Os picos na faixa 663 - 668 cm^{-1} (A

1g) de todas as amostras são atribuídos à existência de magnetita. Os outros picos em 301 - 306 cm^{-1} (E g) de todos os espectros são indicativos de magnetita nas amostras.(SAIKIA et al., 2016, p. 877). [Tradução nossa]⁵¹

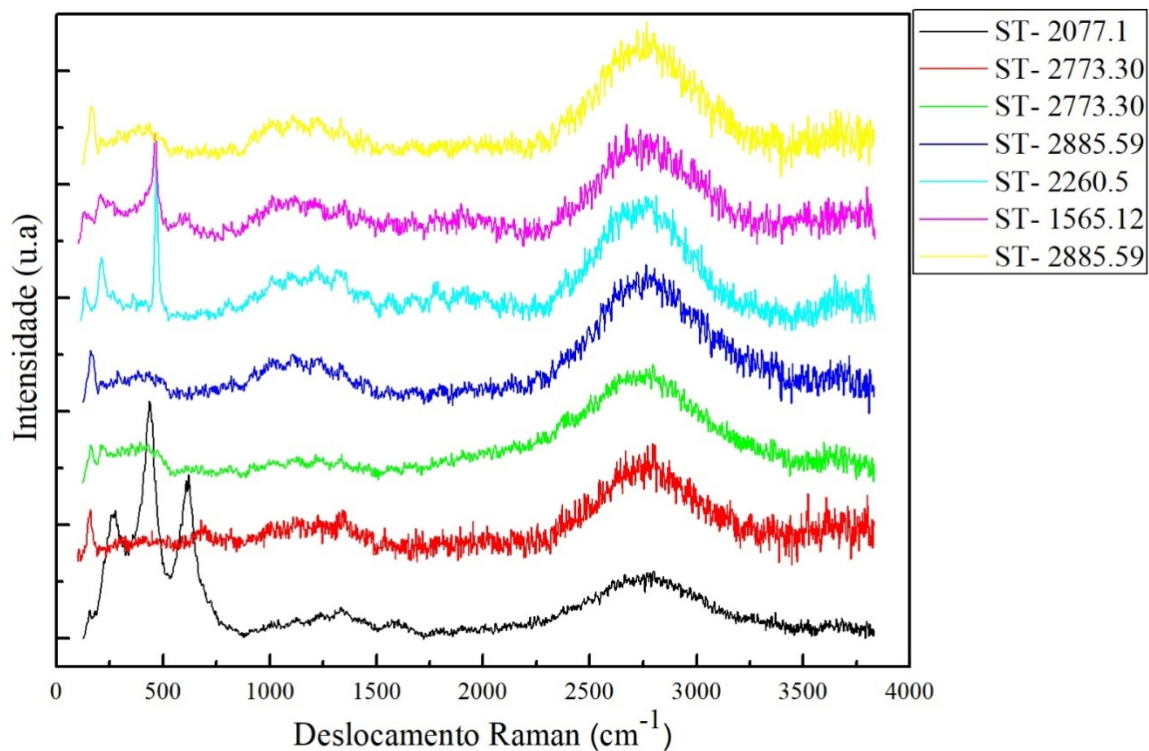
Assim, ao observar as bandas em 678 e 662, referentes aos dois pontos analisados, podemos inferir sobre a presença de magnetita na peça analisada e assim inferir sobre a sua presença na peça, como discutidos anteriormente.

Outra amostra que merece destaque é a ST2888.29 que, a partir dos dados gerados pelo espectro Raman, evidenciou as bandas (160, 212 e 474 / 136, 214, 365 e 474) cm^{-1} respectivamente nos dois pontos analisados evidenciando a partir da banda 212 cm^{-1} a presença de Hematita (Fe_2O_3) que segundo Saikia *et al* (2016) pode ser evidenciado a partir da curvatura entre 212-220 cm^{-1} e surge devido a ligação Fe-O (hematita). Os autores complementam afirmando que a presença de banda em torno de 161-169 cm^{-1} estão associados ao anatase (TiO_2) também presente na amostra ST2773.30, além de bandas próximas nas amostras ST2885.59 e ST1565.12 (SIKIA *et al.*, 2016).

Para os pontos granulares na cor branca foram consideradas para análise as amostras **ST-2077.1**, **ST-2773.30**, **ST-2885.59**, **ST-2260.5**, **ST-11565.12** e **ST-2885.59**(Gráfico 16), considerando em alguns casos dois pontos em cada peça. A partir dessas análises, foi possível identificar espectros na amostra ST-2077.1 que possivelmente estejam relacionados ao Rutilo (TiO_2), como podemos observar no gráfico abaixo:

⁵¹ Texto original: Magnetite shows its main Raman peak near 667 cm^{-1} , and is distinguishable from other Fe-oxides of structure, such as chromite, spinel, gahnite and franklinite. The peaks in the range 663 - 668 cm^{-1} (A1g) of all samples are attributed to the existence of magnetite. The other peaks at 301 - 306 cm^{-1} (Eg) of all spectra are indicative to magnetite in the samples. (SAIKIA *et al.*, 2016, p. 877)

Gráfico 16 - Espectro Raman da análise das amostras ST-2077.1, ST-2773.30, ST-2885.59, ST-2260.5, ST-11565.12 e ST-2885.59. O comprimento de onda da excitação foi 532 nm.



Fonte: elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman - Departamento de Física da UFC)

Tabela 2 – Identificação dos modos vibracionais Raman (cm^{-1}) de cada amostra analisada.

PONTOS GRANULARES NA COR BRANCA		
Amostra		
ST-2077.1		148, 257, 436 e 613
ST-2773.30		160 e 464
ST-2773.30		162 e 217
ST-2885.59		162, 288
ST-2260.5		134, 212, 470
ST-1565.12		134, 210 e 464
ST-2885.59		165

Fonte: Elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman - Departamento de Física da UFC)

A partir dos dados (Tabela 2) gerados pelo Laboratório de Física da Universidade Federal do Ceará das amostras contendo elementos granulares na pasta, dentre os componentes presentes na pasta podemos destacar a presença do quartzo (SiO_2) identificada a partir da banda 464 cm^{-1} presentes nas amostras ST2773.30 e ST1565.12. Ao analisar os pontos brancos em cerâmicas pertencentes ao sítio arqueológico Lagoa de São Paulo – 02, Cavalheri (2010) destaca que a presença da banda em torno de 465 cm^{-1} e 203 cm^{-1} , são características da presença de quartzo no material. (CAVALHERI, 2010) Neste mesmo estudo, o autor realiza o estudo a partir de Energia Dispersiva de Raio-X (EDX) e Espectroscopia de Absorção FTIR, confirmando a presença de quartzo nas amostras realizadas apontando que,

A medida de EDX realizada nos pontos brancos existentes no corpo cerâmico da cerâmica 6090, cujo objetivo era confirmar a utilização do quartzo como material antiplástico. A análise química pontual por EDX revelou a existência de silício e oxigênio, confirmado o uso de quartzo (SiO_2) como aditivo. Os espectros de FTIR (seção 5) também confirmam a presença de quartzo nas três amostras. (CAVALHERI, 2010, p. 41)

Outro elemento que merece destaque na análise das amostras de cerâmica é a presença do feldspato identificada a partir da banda em torno de 134 cm^{-1} e 160 cm^{-1} presentes nas peças ST2773,30, ST1565.12, ST2885.59 e ST2260.5. Ao tratar sobre a Espectroscopia Raman remota de várias fases minerais, Shiv K. Sharma *et al.* (2006) destaca a relação entre o quartzo e o feldspato, destacando que,

Nos espectros Raman de K-feldspato e α -quartzo as fortes linhas Raman de impressão digital de K-feldspato (472 e 512 cm^{-1}) correspondendo ao alongamento simétrico de oxigênio de anéis de quatro membros de tetraedros TO_4 , onde $T = \text{Si, Al}$, vs (T-O-T) e de α -quartzo (462 cm^{-1}) correspondendo ao estiramento simétrico do oxigênio de tetraedros SiO_4 de seis membros, vs (Si-O-Si) [13-14], são bem resolvidos [...]. No espectro misto de cristais de α -quartzo e K-feldspato, a linha de 512 cm^{-1} de Feld é claramente visível, mas a linha de Feld de 472 cm^{-1} sobrepõe-se à forte linha Qz em 462 cm^{-1} [...]. Além disso, os modos de rede de média intensidade de Feld em 160 e 281 cm^{-1} , e de Qz em 206 cm^{-1} , juntamente com várias linhas fracas de Feld e Qz são visíveis no espectro destes dois minerais excitados como raio laser. (SHARMA *et al.*, 2006, p. 01) [Tradução Nossa]⁵²

⁵² Texto original: In the Raman spectra of K-feldspar and α -quartz the strong fingerprint Raman lines of K-feldspar (472 and 512 cm^{-1}) corresponding to symmetric stretching of oxygen of four-membered

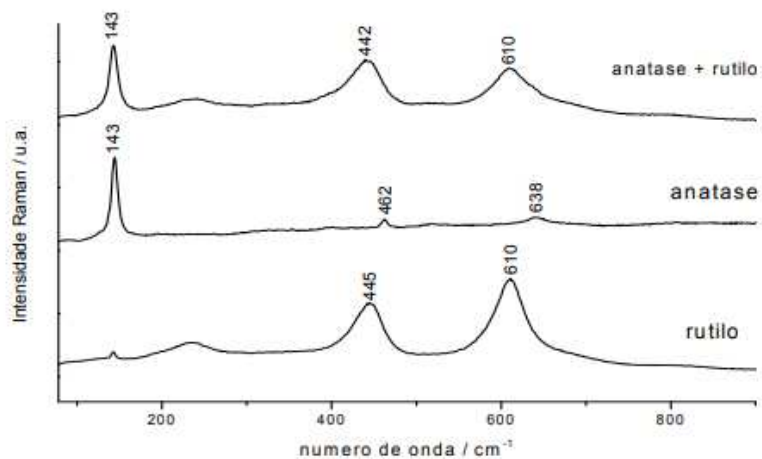
A amostra ST2077.1 apresentou bandas em torno de 148cm^{-1} , 257cm^{-1} , 436cm^{-1} e 613cm^{-1} que aponta para a presença de rutilo (TiO_2) mineral comum em pastas cerâmicas que podemos associar a presença de anatase, pois após o aquecimento, esta fase pode se converter em rutilo. (NIESSEN, 2010) Para Niessen (2010),

O dióxido de titânio (IV), TiO_2 , foi identificado em duas versões polimorfas: anatase e o rutilo [...]. O primeiro foi observado em todas as amostras, estando usualmente associado aos minerais argilosos. Embora as argilas possam originar espectros de Raman, são no entanto sinais fracos e dispersadores fortes como a anatase sobrepõem-se sempre [15]. O rutilo foi detectado em apenas quatro amostras. [...] A anatase e o rutilo são minerais comuns em argilas e outros minerais presentes em cerâmicas. De referir que após aquecimento, a anatase poder-se-á converter em rutilo [16]. (NIESSEN, 2010, p. 20)

Assim, a partir dos apontamentos da autora, podemos identificar que as bandas presentes na amostra ST2077.1 podem estar associadas a presença de anatase e rutilo, como também do processo de queima que a peça sofreu que pode ter influenciado na constituição do rutilo (TiO_2), como podemos observar o gráfico de Niessen (2010) na qual a autora aponta para as bandas características de ambos os minerais (Figura 60) encontrada durante o processo de elaboração de mapas por microscopia de Raman nas cerâmicas arqueológicas portuguesas da idade do ferro proveniente do Castro de Azougada, como podemos observar na figura abaixo (Figura 60):

rings of TO_4 tetrahedra, where $T = \text{Si}, \text{Al}$, vs(T-O-T) and of α -quartz (462cm^{-1}) corresponding to symmetric stretching of oxygen of six-membered SiO_4 tetrahedra, vs(Si-O-Si) [13-14], are well resolved (Fig. 1). In the mixed spectrum of α -quartz and K-feldspar crystals, the 512cm^{-1} line of Feld is clearly visible but the 472cm^{-1} line of Feld overlaps with the strong Qz line at 462cm^{-1} (Fig. 1 top curve). In addition, the medium intensity lattice modes of Feld at 160 and 281cm^{-1} , and of Qz at 206cm^{-1} , along with several weak lines of Feld and Qz are visible in the spectrum of these two minerals excited with the laser beam. (SHARMA *et al.*, 2006, p. 01)

Figura 60 – Gráfico de Niessen (2010) identificando espectro Raman de anatase (TiO_2) e rútilo (TiO_2), no qual identificamos as bandas características destes minerais e espectros resultados de sua mistura.



Fonte: Niessen, 2010

Nesse sentido, é importante pensar sobre a relação do rutilo e a temperatura, abordado por Legodi e Waal (2007) e já destacado anteriormente na página 152.

Observamos, com base nos gráficos gerados, a presença de uma banda larga em todas as amostras em torno de 2800 cm^{-1} que pode estar associada a presença de materiais orgânicos. Ao analisar microfósseis de paredes orgânicas com o objetivo de elucidar sobre sua estrutura biológica usando espectroscopia de infravermelho com transformada micro-fourier (FTIR) e Espectroscopia micro-Raman a laser, Craig P. Marshall *et al.* (2005) ao tratar sobre os comprimentos e ramificações das cadeias alifática determinadas pela razão $\text{CH}_2 / \text{CH}_3$, destaca que,

As bandas vibracionais alifáticas de alongamento C-H_x no espectro infravermelho podem ser usadas para avaliar o comprimento da cadeia e o grau de ramificação dos grupos laterais alifáticos dentro da matéria orgânica da parede do cisto acritarch. Se $\text{CH}_2 / \text{CH}_3$ aumenta, as cadeias alifáticas tornam-se mais longas ou menos ramificadas. Por outro lado, se as cadeias alifáticas forem curtas ou mais ramificadas, a relação $\text{CH}_2 / \text{CH}_3$ será baixa. [...] Essas bandas são atribuídas às seguintes estruturas alifáticas: 2.955 cm^{-1} atribuído ao estiramento antissimétrico CH_3 , 2.920 cm^{-1} atribuído ao estiramento antissimétrico CH_2 , 2.890 cm^{-1} atribuído ao estiramento CH , 2.870 cm^{-1} atribuído ao simétrico

CH₃ estiramento e 2.850 cm⁻¹ atribuídos ao estiramento simétrico CH₂. (MARSHALL *et al.*, 2005, p. 216) [Tradução nossa]⁵³

Ao analisar, através da microscopia Raman, o pigmento verde presente no manto da escultura de prata com policromia “Virgem - Relicário”, Ana Maria Rodrigues Peneda (2017) destaca que a presença de banda em torno de 1088 cm⁻¹ e 2861 cm⁻¹ pode ser atribuída a celulose, ou seja, a material orgânico (PENEDA, 2017). Segundo a autora,

A substância foi submetida a análise nas seguintes condições: objetiva de 50x, 100 leituras, 30 segundos de exposição ao laser de 633 nm com uma potência de 1.7 mW. A potência manteve-se reduzida devido à fotossensibilidade demonstrada pela amostra. [...]. As bandas observadas a 1088 cm⁻¹ e a 2861 cm⁻¹ podem ser atribuídas à celulose. Esta é particularmente importante na formação da parede celular de plantas terrestres. Este resultado assemelha-se aos obtidos na literatura para componentes de plantas e permitem propor que esta pigmentação atípica da peça teve origem orgânica, podendo assim estar relacionada com plantas que terão crescido à superfície da peça. (PENEDA, 2017, p. 36-37)

Neste sentido, ao considerar a presença da banda 2800 cm⁻¹ em todas as amostras analisadas, é importante apontar para os caminhos sobre o uso da extratos orgânicos no processo de tratamento da superfície da peça assim como para a presença de substâncias relacionadas ao processo de produção dos alimentos nas vasilhas cerâmicas.

Este elemento aponta também para uma questão importante sobre a relação entre o processo de erosão das peças e a influência da proliferação de microrganismos em suas superfícies, ou seja, como a presença destes elementos presentes ou impregnados na pasta cerâmica, sejam orgânicos e inorgânicos podem contribuir para o desenvolvimento de agentes de alteração/deterioração das peças cerâmicas.

Paula de Aguiar Silva Azevedo *et al.* (2018) ao analisar a presença de microrganismos em cerâmicas arqueológicas presentes na reserva técnica do

⁵³ Texto original: The aliphatic C-H_x stretching vibrational bands in the infrared spectra can be used to assess the chain length and degree of branching of aliphatic side groups within the organic matter of the acritarch cyst wall. If CH₂/CH₃ increases, the aliphatic chains are becoming longer or less branched. Conversely, if the aliphatic chains are short or more branched, the CH₂/CH₃ ratio will be low. [...] These bands are assigned to the following aliphatic structures: 2955 cm⁻¹ attributed to antisymmetric CH₃ stretch, 2920 cm⁻¹ attributed to antisymmetric CH₂ stretch, 2890 cm⁻¹ attributed to CH stretch, 2870 cm⁻¹ attributed to symmetric CH₃ stretch, and 2850 cm⁻¹ attributed to symmetric CH₂ stretch. (MARSHALL *et al.*, 2005, p. 216)

Laboratório de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal de Pelotas – LEPAARQ/UFPEL, destaca que estes agentes podem estar associados às intempéries do contexto pós-deposicional das cerâmicas, destacando as peças relacionadas à paleo-dunas, que acabam fragilizando o material e propiciando o desenvolvimento destes agentes. (AZEVEDO *et al.*, 2018). Segundo os autores, os fungos, “Os gêneros *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* pertencem ao filo dos Ascomycetos. Eles são comumente encontrados tanto no ar quanto em solos. Eles ‘decompõem substâncias recalcitrantes, como celulose e lignina’ (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006: 70)” (AZEVEDO *et al.*, 2018, p. 177). Neste sentido, é importante destacar a relação entre o desenvolvimento destes microrganismos e os materiais orgânicos presentes na superfície das peças.

Os autores destacam que o processo de alteração das cerâmicas não ocorre apenas no ambiente arqueológico, pois, dependendo das condições ambientais do local de guarda, estes agentes podem continuar ativos nas peças, sendo necessário o entendimento do contexto das peças para os procedimentos necessários a preservação e salvaguarda da coleção. Azevedo *et al.* (2018) destacam que,

Apesar deste trabalho não contemplar a identificação de organismos edáficos, é interessante ressaltar as possibilidades de origens desses microrganismos. Uma vez que os objetos arqueológicos ficaram em contato direto com essa “biologia” do solo, é pertinente trazer esse contexto para discussões de conservação dentro do laboratório, pensando não apenas nas alterações que ocorrem nesse objeto durante o seu período de enterramento, mas pelo próprio fato de que esses microrganismos podem fazer parte da história de vida desses fragmentos cerâmicos. (AZEVEDO *et al.*, 2018, p. 183)

É importante destacar que a caracterização dos materiais trazidos pelo espectro Raman deve ser vista a partir de diferentes possibilidades, pois qualquer interferência no material vai contribuir para sua identificação ou alteração. Neste sentido, alguns autores apontam para a aplicação ou leitura errada dos espectros Raman, pois até mesmo o laser pode interferir na leitura destes compostos químicos.

L. Slavov *et al.* (2010) no artigo *Raman spectroscopy investigation of magnetite nanoparticles in ferrofluids*, destacam as contribuições da Espectroscopia Raman para análise de estruturas de nanopartículas de magnetita em ferrofluidos, apontando os caminhos necessários para uma melhor coleta de dados, destacando o

papel do laser na alteração dos dados, ao destacar o processo de degradação da amostra quando exposta a uma potência de 9mW do laser, segundo os autores “[...] a degradação da amostra (ponto A) quando exposta a 9 mW potência do laser resultou da separação da camada orgânica do núcleo magnético. Os espectros obtidos contêm um forte fundo sem linhas características bem resolvidas.” (SLAVOV *et al.*, 2010, p. 1908). [Tradução nossa].⁵⁴ Neste trabalho, os autores afirmam que a potência do laser mais adequada para a identificação das características estruturais de nanopartículas de magnetita em ferrofluidos é de 4.60 mW pala $\lambda=633$ nm, pois não há contaminação por hematita (SLAVOV *et al.*, 2010).

Ao considerar o papel térmico na alteração dos compostos minerais, podemos destacar o trabalho *A influência da temperatura nas transformações de fases dos minerais presentes na lama vermelha: redução da hematita à magnetita*, de B. M. Viegas *et al.* (2020) na qual vai destacar o potencial do reaproveitamento de resíduos provenientes da lama vermelha, contendo óxido de titânio (anatásio) e óxido de ferro (na forma de hematita e goethita), através do seu tratamento térmico. O autor analisa amostras de lama vermelha a partir de sua calcinação em temperaturas de 500, 600 e 1000°C com uma duração de 2 (duas) horas, na qual reduziu a hematita presente na amostra a magnetita (VIEGAS *et al.*, 2020). Segundo os autores,

As análises dos espectros também mostraram a presença de bandas características da magnetita em 295 e 670 cm^{-1} . A presença dessas bandas confirmou que a hematita foi reduzida a magnetita durante o tratamento térmico para as três temperaturas estudadas. Nota-se também que para a calcinação realizada a 100°C houve o aparecimento da maghemita, com modos ativos em 500 e 720 cm^{-1} . A presença dessas bandas são características desse mineral. Ainda que a hematita tenha sido reduzida à magnetita, verifica-se pelos espectros Raman que essa redução não se deu de maneira completa, pois ainda há a presença de algumas bandas de hematita nas três temperaturas estudadas, como é o caso dos modos ativos 225, 400 e 620 cm^{-1} , os quais são característicos da hematita. (VIEGAS *et al.*, 2020, p.09)

Ao considerar o ambiente favorável para o desenvolvimento dos Líquens, Soto (2015) destaca que os materiais arqueológicos afetados por estes agentes de

⁵⁴ Texto original: The degradation of the sample (spot A) when exposed to 9 mW laser power resulted from the separation of the organic layer from the magnetic core. The spectra obtained contain a strong background without well-resolved characteristic lines. (SLAVOV *et al.*, 2010, p. 1908).

deterioração, se encontram na superfície, pois estes microrganismos se constituem na maioria das vezes a partir de fungos e algas. (SOTO, 2015) Para o autor,

[...] os substratos aos quais aderem devem estar sempre ao ar livre devido à necessidade de oxigênio, umidade e bom acesso à luz solar para que as algas realizem a fotossíntese. É por esta razão que o material analisado é de superfície e não de escavação. No entanto, deve-se ter em mente que o primeiro nível de escavações pode integrar materiais recentemente descobertos ou cobertos por processos erosivos e antrópicos e, portanto, podem ser afetados por líquenes. (SOTO, 2015, p. 211)[Tradução nossa]⁵⁵

Bianca Margato, Maylla dos Santos e Henrique Lins de Barros (2007) em seu trabalho *Propriedades magnéticas de organismos magnetotáticos: um trabalho multidisciplinar*, os autores abordam a relação de microrganismos com o campo magnético terrestre, destacando a capacidade que algumas bactérias possuem em biomineralizar alguns cristais de óxido magnético de ferro (Magnetita) ou sulfeto magnético de ferro (greigita) (MARGATO; SANTOS; BARROS, 2007). Para os autores,

Estudos recentes têm mostrado que a interação entre várias espécies animais com o campo magnético terrestre pode ser um importante fator de adaptação. A interação entre o campo geomagnético e o ser vivo é mais evidente no caso de uma grande gama de microrganismos encontrados em sedimentos do leito de rios, lagos e lagoas. Nestes casos, o mecanismo que rege a interação é conhecido e pode ser explicado através da interação entre o momento magnético do organismo e o campo externo. De fato, várias bactérias são capazes de biomineralizar pequenos cristais de óxido magnético de ferro (magnetita, Fe_3O_4) ou sulfeto magnético de ferro (greigita, Fe_3S_4). Estes cristais se encontram organizados em cadeias lineares ou em complexas distribuições planares gerando um momento magnético permanente na célula. Pouco se conhece do processo de biomineralização. Por outro lado, como o comportamento destes organismos na presença de um campo magnético é basicamente descrito pela interação dipolo magnético celular com o campo magnético externo, podemos entender o movimento e o comportamento destes microrganismos. Este comportamento recebe o nome de magnetotaxia. A magnetotaxia já foi confirmada em diversas espécies de bactérias

⁵⁵Texto original: [...] los sustratos a los que éstos se adhieren siempre deben estar a la intemperie por la necesidad de oxígeno, humedad y con buen acceso de luz solar para la realización de la fotosíntesis por las algas. Es por esta razón que el material analizado es de superficie y no de excavación. Sin embargo, debe tenerse presente que el primer nivel de las excavaciones puede integrar materiales que han sido recientemente descubiertos o cubierto por los procesos erosivos y o antrópicos y, por lo tanto, pueden estar afectados por líquenes. (SOTO, 2015, p. 211)

(coccus, espirilo, bastonetes, etc) encontradas em vários locais. (MARGATO; SANTOS; BARROS, 2007, p. 347)

Muhammad Bin Hassan *et al.* (2022) em seu trabalho *Carbon sequestration assessment using varying concentrations of magnetotactic bacteria*, destaca o uso de métodos magnéticos para a identificação indireta de magnetossomos em amostras de bactérias magnetotáticas - MTB, relacionando-os com o ciclo do carbono a partir da ciclagem de carbono. Segundo os autores, bactérias magnetotáticas (MTB), são microrganismos que produzem e preservam a magnetita e podem ser identificadas mesmo após soterramento, fornecendo informações acerca das condições ambientais da época em que estavam vivas. Estes microrganismos podem ocorrer em diferentes ambientes, sendo importante não só para a ciência da terra como também para outros campos do conhecimento desde a física até ciência médica (HASSAN *et al.*, 2022).

Hassan *et al.* (2022) ao tratarem sobre a estrutura das bactérias magnetotáticas (MTB) destacam os ambientes favoráveis a este tipo de microrganismos e como estas bactérias, mesmo mortas, podem preservar as partículas através daquilo que os autores chamaram de magnetofósseis, ou seja, mesmo após a morte destas das MTB, há a possibilidade de caracterização de seu material a partir dos magnetofósseis que podem contribuir para o entendimento das condições paleomagnéticas e paleoambientais na qual estavam inseridos, sendo amplamente estudados no campo da geociência (HASSAN *et al.*, 2022). Os autores complementam que,

O MTB produz magnetossomos que são organelas intracelulares que contêm cristais nanométricos envoltos por membranas de minerais magnéticos, particularmente magnetita (FAIVRE e SCHÜLER, 2008 ; FRANKEL, 2009). Esses cristais são geralmente dispostos em uma ou várias estruturas semelhantes a cadeias que permitem que o MTB se alinhe ao longo de um campo magnético externo. Esse alinhamento com o campo magnético e a migração impulsionada pelos flagelos é denominado 'magnetotaxia' (YAN *et al.*, 2012). [...] MTB são um grupo diversificado de bactérias com uma morfologia distinta de partículas magnéticas e ecologia e genética específicas (CHANG *et al.*, 2012 ; LIN *et al.*, 2017). O MTB pode ser encontrado em lagos, sedimentos, solos e água marinha (BAZYLINSKI *et al.*, 2007; DONG *et al.*, 2016; *et al.*, 2017). Após a morte bacteriana, as partículas magnéticas magnetossomais são preservadas como magnetofósseis (KOPP e KIRSCHVINK, 2008; GOSWAMI *et al.*, 2022). [...] Magnetofósseis também foram encontrados em nódulos, crostas e corais de Fe-Mn dos oceanos Pacífico e Índico (ODA *et al.*,

2018 ; HASSAN *et al.*, 2020; JIANG *et al.*, 2020; YUAN *et al.*, 2020). Além disso, magnetofósseis em sedimentos e rochas sedimentares fornecem informações sobre as condições paleoambientais (YAMAZAKI e KAWAHATA, 1998; YAMAZAKI, 2009; LU *et al.*, 2021). Morfologias e abundâncias variáveis de magnetofósseis também podem ser devidas à estratificação microambiental em sedimentos (USUI *et al.*, 2017; RODELLI *et al.*, 2019) (HASSAN *et al.*, 2022, p. 01-02) [Tradução nossa]⁵⁶

Neste sentido, se as manchas na cor preta presentes nas cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara I, estiverem relacionadas a estruturas de microrganismos, tais como bactérias e líquens, a análise deste material pode contribuir para o entendimento das alterações do ambiente na qual estavam inseridos, contribuindo para os estudos acerca do processo tafonômico das peças arqueológicas. Ao se referir aos estudos acerca da ciclagem de carbono e de ferro de bactérias magnetotáticas (MTB) Hassan *et al.* (2022) destaca que,

[...] Kirschvink e Chang (1984) propuseram que a ciclagem de ferro e carbono são contribuições importantes do MTB, e que os magnetofósseis poderiam ser usados como indicadores paleoambientais. Yamazaki e Kawahata (1998) propuseram ainda uma relação entre o fluxo de C orgânico e a abundância de diferentes morfologias de magnetofósseis (YAMAZAKI e KAWAHATA, 1998). Snowball e *cols.* (1999) também descreveram a relação entre alto carbono orgânico e magnetita biogênica em sedimentos holocênicos. (HASSAN *et al.*, 2022, p. 07). [Tradução nossa]⁵⁷

⁵⁶ Texto original: MTB produce magnetosomes which are intracellular organelles that contain membrane enclosed nano-sized crystals of magnetic minerals, particularly magnetite (Faivre and Schüller, 2008; Frankel, 2009). These crystals are generally arranged in one or multiple chain-like structures that enable the MTB to align themselves along an external magnetic field. This alignment with the magnetic field and migration propelled by flagella is termed as 'magnetotaxis' (Yan *et al.*, 2012).[...] MTB are a diverse group of bacteria with a distinctive morphology of magnetic particles and specific ecology and genetics (Chang *et al.*, 2012; Lin *et al.*, 2017). MTB can be found in lakes, sediments, soils, and marine water (Bazylinski *et al.*, 2007; Dong *et al.*, 2016; Lin *et al.*, 2017). After bacterial death, magnetosomal magnetic particles are preserved as magnetofossils (Kopp and Kirschvink, 2008; Goswami *et al.*, 2022).[...] Magnetofossils have also been found in Fe-Mn nodules, crusts, and corals from the Pacific and Indian Oceans (Oda *et al.*, 2018; Hassan *et al.*, 2020; Jiang *et al.*, 2020; Yuan *et al.*, 2020). Moreover, magnetofossils in sediments and sedimentary rocks provide information about paleoenvironmental conditions (Yamazaki and Kawahata, 1998; Yamazaki, 2009; Lu *et al.*, 2021). Varying magnetofossil morphologies and abundances can also be due to microenvironmental stratification in sediments (Usui *et al.*, 2017; Rodelli *et al.*, 2019). (HASSAN *et al.*, 2022, p. 01-02)

⁵⁷ Texto original: [...] Kirschvink and Chang (1984) proposed that iron and carbon cycling are important contributions of MTB, and that magnetofossils could be used as paleoenvironmental indicators. Yamazaki and Kawahata (1998) further proposed a relationship between organic C flux and the abundance of different magnetofossil morphologies (Yamazaki and Kawahata, 1998). Snowball *et al.* (1999) also described the relationship between high organic carbon and biogenic magnetite in Holocene sediments. (HASSAN *et al.*, 2022, p. 07)

Ao considerar o estudo de sítios rupestres Dalva Lúcia Araújo de Faria *et al.* (2011) em seu trabalho *Análise de pinturas rupestres do abrigo do janelão (Minas Gerais) por Microscopia Raman*, destaca a precisão nas informações obtidas a partir de técnica físico-químicas para a caracterização das tintas usadas em representações pictóricas de sítios arqueológicos, mas aponta para os problemas relacionados a incipiência de trabalhos voltados para o entendimento das interações entre os pigmentos e as ações do ambiente. (FARIA *et al.*, 2011) Para os autores,

O estudo de pigmentos questiona principalmente sua composição química, o uso de cargas e/ou aglutinantes, a formação de depósitos posteriores sobre a superfície desses pigmentos e alterações provocadas por intemperismos (umidade, temperatura etc.), além de produtos de degradação promovida por micro-organismos. Do ponto de vista da conservação, o estudo sistemático do local justifica-se também pela aceleração da ação direta do homem como decorrência de turismo depredatório, exploração madeireira, queimadas e ocupação rural desordenada. (FARIA *et al.*, 2011, p. 1359)

Ao abordar a análise dos pigmentos Faria *et al.* (2011) destacam a identificação dos pigmentos: preto, vermelho, branco e amarelo, além dos aglutinantes destes pigmentos e dos produtos de degradação que, para nossa pesquisa, é importante destacar a caracterização dos pigmentos de cor preta, na qual os apontam para a presença de carbono amorfo, a partir da identificação de espectros relacionados a Banda D e G, além de destacar que pesquisas anteriores com as mesmas amostras identificaram a presença de manganês em algumas amostras, para os autores,

Os espectros Raman confirmaram a presença de carbono amorfo em três amostras, 1114T, 1125T e 1130T. [...] é possível notar o perfil alargado típico do material com baixa organização estrutural e que é expresso pela grande intensidade da banda em torno de 1360 cm^{-1} , chamada de banda D, característica da vibração de estiramento da ligação C-C com baixa ordem de ligação. Em 1580 cm^{-1} , esse desordenamento do material é também expresso pelo alargamento da banda que tem contribuição majoritária associada à vibração C-C com maior ordem de ligação (banda G). De acordo com a ref.13 [(BRANCO, 2010)], na qual as técnicas SEM, FTIR, XRD e PLM foram empregadas na caracterização das mesmas amostras, há

duas delas que apresentaram altos valores de manganês nas análises por SEM, o que poderia indicar o uso de minérios desse metal como pigmentos pretos ou marrons. Neste trabalho, porém, essa possibilidade não se confirmou [...] Na amostra 1114T outras bandas são visíveis e serão discutidas oportunamente. Carvão também foi detectado em amostras de coloração amarela (1130T e 1131T). A olho nu essas regiões têm aparência esverdeada, porém, ao microscópio óptico, verifica-se que resultam da mistura de pigmento preto e amarelo, fato confirmado pela microscopia Raman que detectou a presença de carvão e goetita (α -FeOOH [...]) nas regiões de cor esverdeada. Bandas em 909 e 1479 cm^{-1} , atribuídas à wedelita, são sinais da ação de microorganismos [...] (FARIA *et al.*, 2011, p. 1359-1360)

Merece destaque que segundo Faria *et al.* (2011) a partir da análise dos espectros Raman, foram encontradas outras bandas que não estão relacionadas a caracterização dos materiais dos pigmentos e que podem estar associados aos fatores de deterioração destes materiais. Para os autores,

[...]chama a atenção o aparecimento de um dubleto em 1464 e 1492 cm^{-1} . Essas bandas caracterizam as vibrações de estiramento dos grupos $-\text{CO}_2$ do íon oxalato em wewelita ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).¹⁵ Outras bandas que identificam esse composto situam-se em 895 cm^{-1} , atribuída à vibração de estiramento da ligação carbono-carbono, $\nu(\text{C-C})$, e em 502 cm^{-1} , atribuída à deformação angular do grupo $-\text{CO}_2$ [...] também mostra que é possível identificar wewelita inequivocamente em amostras com diferentes pigmentações. Além da forma mono-hidratada, observou-se que amostras de pigmentos preto (1114T), vermelho (1134T) e amarelo (1131T) também apresentaram bandas características da forma di-hidratada de oxalato de cálcio (wedelita) em 504, 909 cm^{-1} e uma única banda em 1481 cm^{-1} que correspondem às vibrações $\delta(\text{CO}_2)$, $\nu(\text{CC})$ e $\nu_{\text{sim}}(\text{CO}_2)$, respectivamente [...]. Espectros FTIR reportados anteriormente para algumas amostras (1135T, 1134T, 1133T, 1130T, 1128T, 1121T, 1120T, 1114T, 1110T e 1101T) do Abrigo do Janelão apresentaram bandas características de oxalato de cálcio em 1640 cm^{-1} ($\nu(\text{C=O})$), 1320 cm^{-1} ($\nu(\text{C-O})$) e 780 cm^{-1} ($\nu(\text{Ca-O}) + \delta(\text{O-C-O})$), entretanto, essas bandas aparecem nas mesmas regiões nas quais os modos vibracionais do grupo carbonato também são observados, fazendo com que a identificação inequívoca de oxalato não seja uma tarefa simples. (FARIA *et al.*, 2011, p. 1361-1362)

Assim, a identificação dos oxalatos de cálcios associadas a sítios arqueológicos apontam para a presença e desenvolvimento de microrganismos, que acabam liberando estas substâncias, a partir de seus processos metabólicos. Neste caso, segundo Faria *et al.* (2011) a presença dos oxalatos de cálcio hidratado, pode ser entendido como um elemento preocupante, ao considerar que estes estão

associados ao processo de degradação microbiológica (FARIA *et al.*, 2011). Na qual os autores destacam que

A presença de oxalato de cálcio em superfícies rochosas pode ser explicada tanto pela ocorrência natural quanto pela ação de microorganismos, como líquens e fungos, os quais excretam ácido oxálico como produto de seu metabolismo e que, ao contato com o substrato carbonático, produz o sal de cálcio. [...] Como já mencionado, ácido oxálico secretado pelo microbiote causa erosão da rocha calcária e converte-se em oxalato de cálcio, que é acumulado na interface como uma incrustação entre o líquen e o substrato; altas concentrações de oxalato ocorrem também no talo do líquen.

Sabe-se que os danos causados por líquens aparentemente provêm de uma combinação de efeitos físicos (fragmentação da rocha pela penetração da hifa) e químicos (produção de ácidos e compostos polifenólicos, principalmente). Além disso, líquens criam seu próprio microclima e a produção de oxalato de cálcio mono e di-hidratado está relacionada à temperatura ambiente e umidade. Wadsten e Moberg observaram que líquens de locais úmidos produziam o mono-hidrato, enquanto aqueles que cresciam em locais mais secos produziam uma mistura de mono-hidrato e di-hidrato. Condições climáticas favoráveis podem, portanto, produzir a hidratação de oxalato de cálcio na interface líquen-substrato e isso explica porquewedelita, uma forma metaestável de oxalato de cálcio, é frequentemente associada a produtos de metabolismo de líquens. (FARIA *et al.*, 2011, p. 1362-1363)

Outrossim, para Faria *et al.* (2011) a relação entre os pigmentos e o processo de desenvolvimento de microrganismos nos leva a pensar sobre a questão da cristalinidade dos pigmentos que, em alguns casos, podem ser alteradas a partir da presença dos líquens, que podem causar a hidratação e a desordenação de sua estrutura cristalina, um dos exemplos claros é a modificação de hematita “[...]como estratégia de sobrevivência de cianobactérias em locais com condições ambientais altamente hostis, como a Antártica e a superfície de Marte.[...]”. (FARIA *et al.*, 2011, p. 1363).

Howell G. M. Edward *et al.* (2003) em *FT-Raman spectroscopy of lichens on dolomitic rock: an assessment of metal oxalate formation*, que trata sobre a análise de espectros Raman referente a cinco táxons de líquen epilítico em dolomitas e rochas carbonáticas ricas em magnésio, na qual os pesquisadores destacam que o produto biomineral da biodeterioração dos líquens envolve apenas a parte calcária do substratos, que nos leva a entender sobre estratégias e circunstâncias usadas

por esses organismos para o desenvolvimento destes produtos. (EDWARD *et al.* , 2003) Assim, os autores destacam que,

Há evidências de que biomineralização resultando na formação de cálcio hidratado oxalato é influenciado por parâmetros biológicos, bem como físico-química do ambiente; neste último, a disponibilidade de íons de cálcio, água, insolação UV e material carbonáceo são relevantes. Pela presença de cálcio oxalato di-hidratado e mono-hidratado em mistura em líquen incrustações, inferiu-se que também existe um possível papel de armazenamento de água para esses materiais altamente dessecante em ambientes. Em estudos espectroscópicos anteriores, a resposta da espectroscopia FT-Raman à detecção de metal não de transição (Grupos I e II) oxalatos, incluindo oxalato de cálcio monohidratado e dihidratado e oxalato de magnésio dihidratado, foi avaliado. Os resultados indicaram que significativamente menos de 1% dos cada um dos oxalatos de cálcio e magnésio hidratados pode ser detectada a partir de espécimes preparados em condições idênticas às daqueles fornecidos pelo arranjo experimental para a análise de incrustações de líquenes; ainda mais importante, talvez, foi a detecção inequívoca espectroscopicamente de um componente na presença dos outros sob estas condições. (EDWARD *et al.* , 2003, p. 1218) [Tradução nossa]⁵⁸

Ao tratar sobre a abordagem do estudo com líquens que colonizam rochas ricas em magnésio Edward *et al.* (2003), nos explica um pouco sobre o contexto na qual os líquens estão inseridos e como se desenvolvem neste ambiente, considerando os materiais necessários para o seu desenvolvimento metabólico, afirmando que,

[...] a estratégia adotada pelos líquens que colonizam rochas ricas em magnésio, como a dolomita, e oferece um cenário interessante, pois tanto o cálcio quanto íons de magnésio estão disponíveis para complexação com ácido oxálico formado pelo líquen micobionte. Crê-se geralmente que esta complexação é necessária para seqüestrar

⁵⁸ Texto original: There is evidence that the biomineralisation resulting in the formation of hydrated calcium oxalate is influenced by biological parameters as well as the physical chemistry of the surroundings; [21] in the latter, the availability of calcium ions, water, UV insolation and carbonaceous material are relevant. From the presence of calcium oxalate dihydrate and monohydrate in admixture in lichen encrustations, it has been inferred [5,8] that there is also a possible water storage role for these materials in highly desiccative environments. [22] In previous spectroscopic studies, [23, 24] the response of FT-Raman spectroscopy to the detection of non-transition metal (Groups I and II) oxalates, including calcium oxalate monohydrate and dihydrate and magnesium oxalate dihydrate, was assessed. The results indicated that significantly less than 1% of each of the hydrated calcium and magnesium oxalates could be detected from prepared specimens under identical conditions to those furnished by the experimental arrangement for the analysis of lichen encrustations; of even more importance, perhaps, was the unambiguous detection spectroscopically of one component in the presence of the others under these conditions. (EDWARD *et al.*, 2003, p. 1218)

íons metálicos da biosfera de crescimento ativo, em uma forma não tóxica, estável e não difusível, utilizando um subproduto fúngico cuja produção constitui um dreno de energia relativamente menor em comparação com o de outros compostos orgânicos. (EDWARD *et al.*, 2003, p. 1218-1219)

Sobre os espectros Raman identificados na caracterização dos materiais presentes nos líquens encontrados em dolomitas e rochas carbonáticas ricas em magnésio, Edward *et al.* (2003) destacam que há uma diversidade de apresentação espectral destes elementos ao considerar as estratégias de biodeterioração dos líquens (EDWARD *et al.*, 2003). Assim, os autores explicam que, no caso das amostras analisadas,

[...] os espectros Raman das duas espécies na Fig. 3 têm a espectroscopia assinaturas de oxalato de cálcio monohidratado, com maior característica Raman em 1464, 1491, 897 e 504 cm^{-1} . Outras bandas menores em 1630, 1590, 1369, 1322 e 1161 cm^{-1} podem ser atribuídas a produtos metabólicos do líquen, como ácidos fenólicos e depsídeos, que investigamos separadamente; por exemplo, no espectro de *Aspiciliacalcarea* duas assinaturas espectrais do n(CNC) e n(C–C) de carotenóides são encontrados em 1523 e 1157 cm^{-1} . Por outro lado, os três líquens cujo Raman espectros são apresentados na Fig.4 são todos caracterizados pela produção de oxalato de cálcio di-hidratado como componente majoritário, com assinaturas de banda Raman em 1477, 912 e 505 cm^{-1} .

Uma pequena contribuição de whewellita é altamente provável, com ombros em 1464 e 1491 cm^{-1} na banda Raman mais forte em 1477 cm^{-1} . Outras bandas presentes incluem as de 1657, 1632, 1305, 1250, 1143, 603 e 565 cm^{-1} , que novamente podem ser atribuídas aos produtos metabólicos do líquen.

Uma conclusão altamente significativa [...] é que o oxalato metálico produzido é exclusivamente cálcio oxalato, embora reconhecidamente seja encontrado em dois processos de hidratação formas, nomeadamente whewellite e weddelite metaestável, em nenhum exemplo, há evidências espectrais de Raman para a formação de oxalato de magnésio. (EDWARD *et al.*, 2003, p. 1218-1219) [Tradução nossa]⁵⁹

⁵⁹ Texto original: [...] the Raman spectra of the two species in Fig. 3 have the spectroscopic signatures of calcium oxalate monohydrate, with major Raman features at 1464, 1491, 897 and 504 cm^{-1} . Other minor bands at 1630, 1590, 1369, 1322 and 1161 cm^{-1} can be attributed to lichen metabolic products, such as phenolic acids and depsides, which we have investigated separately; for example, in the spectrum of *Aspicilia calcarea* two spectral signatures of the n(CNC) and n(C–C) of carotenoids are found at 1523 and 1157 cm^{-1} . On the other hand, the three lichens whose Raman spectra are presented in Fig. 4 are all characterized by the production of calcium oxalate dihydrate as the major component, with Raman band signatures at 1477, 912 and 505 cm^{-1} . A small contribution from whewellite is highly probable, with shoulders at 1464 and 1491 cm^{-1} on the stronger Raman band at 1477 cm^{-1} . Other bands present include those at 1657, 1632, 1305, 1250, 1143, 603 and 565 cm^{-1} , which again can be attributed to lichen metabolic products. A highly significant conclusion [...], is that the metal oxalate produced is exclusively calcium oxalate, although admittedly this is found in two

Ao considerar o trabalho de caracterização das cerâmicas arqueológicas e os possíveis processos de alteração causados pelos microrganismos é importante uma atenção a respeito dos possíveis processos de alterações dos compostos presentes na amostra através da biodeterioração destes agentes, além das interações entre os diferentes agentes de alteração/deterioração que também podem interferir na leitura e interpretação dos dados coletados.

Wei Huang *et al.* (2022) em seu artigo *Iron acquisition and mineral transformation by cyanobacteria living in extreme environments*, aborda o processo de aquisição de ferro por cianobactérias em condições extremas, destacando o processo de dissolução das nanopartículas de magnetita e a aquisição de ferro por cianobactérias como estratégia de sobrevivência destes microrganismos em ambientes extremos. Neste sentido, é importante pensar sobre o ambiente do sítio Jericoacoara I e como este pode influenciar no desenvolvimento de microrganismos, ao considerar que Claudino-Sales (2007) destaca que no segundo semestre há a ocorrência de um clima de semi-aridez que eleva a temperatura, como já tratado anteriormente na página 61. Os autores destacam que “esses microrganismos foram encontrados nos desertos polares e não polares mais secos da Terra, incluindo o deserto do Atacama, no Chile” (HUANG *et al.*, 2022, p.01) [Tradução nossa]⁶⁰ e que o processo de análise teve como base amostras de rochas de gesso colonizadas que continham fases de magnetita e hematita além do cultivo de cianobactérias em substratos de gesso embebidos de nanopartículas de magnetita; segundo os autores, uma das justificativas para o estudo é que as interações que ocorrem entre os microrganismos e minerais de ferro ainda não são tão claras para a ciência (HUANG *et al.*, 2022). Para os autores,

Neste trabalho, o gesso foi coletado do Deserto do Atacama para investigar as interações entre células microbianas e minerais no contexto da aquisição de ferro. Além de revelar estratégias de sobrevivência de cianobactérias em um deserto extremo, as modificações de minerais geológicos e cerâmicas sintéticas por microrganismos podem levar a novos insights que são importantes

hydration forms, namely whewellite and the metastable weddellite. In no instance is there Raman spectral evidence for the formation of magnesium oxalate. (EDWARD *et al.*, 2003, p. 1218-1219)

⁶⁰ Texto original: These microorganisms have been found in Earth's driest polar and non-polar deserts, including the Atacama Desert, Chile. (HUANG *et al.* 2022, p. 01)

na biomineralização [...] (HUANG *et al.*, 2022, p.02) [Tradução nossa]⁶¹

Assim, é importante destacar que as pesquisas voltadas para o entendimento dos processos tafonômicos das cerâmicas arqueológicas precisam considerar o papel dos “biofilmes” (HUANG *et al.*, 2022) no processo de entendimento das alterações/degradações sofridas pelas peças no contexto arqueológico, e no caso, do contexto de Jericoacoara I, ao considerar o ambiente dunar, precisamos uma maior atenção ao desenvolvimento destes microrganismos na superfície dos materiais e o principal papel, destes na estabilização ou alteração/deterioração dos materiais, pois se de um lado os biofilmes podem interferir na incidência eólica das peças, por outro lado, podem atuar de forma a desestruturar a superfície da cerâmica através de seus processos químicos e físicos já exemplificados anteriormente.

Ao tratar sobre o acesso do ferro por parte dos microrganismos, Huang *et al.* (2022) destacam que, mesmo estando em abundância no ambiente, a acessibilidade destes compostos a estes agentes é baixa, necessitando diferentes possibilidades de aquisição. Para os autores,

Embora o ferro esteja em abundância relativamente alta no ambiente, sua acessibilidade aos microrganismos é baixa porque é encontrado principalmente como íons férricos (Fe^{3+}) minimamente solúveis dentro de minerais óxidos como hematita, magnetita, siderita, etc. [9]. Como resultado, os microrganismos desenvolveram várias vias de aquisição de ferro, incluindo sideróforos, heme e captação de transferrina/lactoferrina (ou seja, hemóforos) e redução de Fe(III) a Fe(II) com subsequente transporte de Fe(II) [8]. Sideróforos são de particular interesse em ambientes extremos onde faltam hospedeiros produtores de heme; Sideróforos são ligantes orgânicos de baixo peso molecular com alta afinidade e especificidade para Fe. Os sideróforos mobilizam Fe por complexação competitiva ou dissolução de minerais portadores de ferro para entrega às células por meio de receptores específicos [10-13]. Nos últimos anos, as vias de absorção e transporte de ferro por sideróforos têm sido exaustivamente investigadas em bactérias [14]. No entanto, as vias pelas quais o ferro férrico é extraído de minerais em pH neutro na presença de bactérias e as interações entre bactérias e superfícies

⁶¹Texto original: In this work, gypsum was collected from the Atacama Desert to investigate interactions between microbial cells and minerals within the context of iron acquisition. In addition to revealing survival strategies of cyanobacteria in an extreme desert, the modifications of geological minerals and synthetic ceramics by microorganisms could lead to new insights that are important in biomineralization [...] (HUANG *et al.* 2022, p. 02)

minerais à base de ferro permanecem obscuras [15, 16]. (HUANG *et al.*, 2022, p.02) [Tradução nossa]⁶²

Ao considerar a presença de ferro na composição da pasta ou nos pigmentos usados na decoração das cerâmicas, é importante entender que estes materiais podem ser considerados ambientes favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, principalmente ao considerar o contexto arqueológico de ambientes dunares, que acaba expondo as peças em superfícies, facilitando o desenvolvimento dos agentes. Assim, é importante destacar a necessidade de pesquisas voltadas para o entendimento dos microrganismos nas cerâmicas arqueológicas e seu papel no processo de alteração/deterioração, levando em consideração a relação entre o desenvolvimento destes microrganismos e a composição química dos materiais que compõem a pasta e/ou tratamento de superfície.

Um aspecto importante para entender a existência da magnetita nas peças cerâmicas e sua possível relação com o desenvolvimento dos microrganismos do ambiente, levando em consideração que. a partir da análise organoléptica, as manchas pontuais possuíam uma semelhança com o desenvolvimento de líquens e/ou bactérias, Huang *et al.* (2022), explicam a partir do seu estudo um pouco sobre os processos de interação entre as nanopartículas de magnetita e os biofilmes de cianobactérias, nos mostrando caminhos possíveis para a compreensão da ação destes agentes a partir do entendimento da caracterização dos materiais presentes nas amostras de cerâmicas arqueológicas. Os autores destacam que identificaram,

[...] fases de magnetita e hematita nas rochas de gesso coletadas no Deserto do Atacama. Os microrganismos foram agrupados em ou perto dos minerais de óxido de ferro ocluídos dentro dessas rochas, indicando que esses minerais inorgânicos podem ser usados como fonte de ferro neste ambiente extremo. *Uma cepa de*

⁶² Texto original: Although iron is in relatively high abundance in the environment, its accessibility to microorganisms is low because it is found primarily as minimally soluble ferric (Fe^{3+}) ions within oxide minerals such as hematite, magnetite, siderite, etc. [9]. As a result, microorganisms have evolved several iron acquisition pathways including siderophores, heme and transferrin/lactoferrin uptake (i.e., hemophores), and reduction of $\text{Fe}(\text{III})$ to $\text{Fe}(\text{II})$ with subsequent transport of $\text{Fe}(\text{II})$ [8]. Siderophores are of particular interest in extreme environments where heme-producing hosts are lacking; Siderophores are low molecular-weight organic ligands with high affinity and specificity for Fe. Siderophores mobilize Fe by competitive complexation or dissolution of iron-bearing minerals for delivery to cells via specific receptors [10–13]. In the past few years, the uptake and transport pathways of iron by siderophores have been thoroughly investigated in bacteria [14]. However, the pathways by which ferric iron is extracted from minerals at neutral pH in the presence of bacteria and the interactions between bacteria and iron-based mineral surfaces remain unclear [15,16]. (HUANG *et al.* 2022, p. 01)

Chroococidiopsis previamente isolada foi cultivada com nanopartículas de magnetita sintetizadas. O encolhimento do tamanho das nanopartículas e o surgimento simultâneo de domínios amorfos ao redor dos nanocristais indicaram um processo de dissolução da magnetita na presença do biofilme de cianobactérias. A produção de EPSs em nanopartículas de magnetita embutidas e sideróforos em um meio líquido suplementado com nanopartículas de magnetita sugere ainda que as cianobactérias foram capazes de extrair ferro da fase sólida da magnetita. A dissolução da fase sólida de magnetita foi verificada em grandes cristais de magnetita, revelando transformação de fase de magnetita para hematita durante experimentos de cultura, provavelmente como resultado da produção de oxigênio pela fotossíntese. Esses experimentos demonstraram que os minerais de magnetita podem ser usados como fonte de ferro por cianobactérias em experimentos de cultura e podem, da mesma forma, permitir a sobrevivência de microorganismos que vivem em ambientes extremos. (HUANG *et al.*, 2022, p.08) [Tradução nossa]⁶³

Em seu texto *Raman microscopy in archeological science*, que trata sobre o uso da microscopia Raman na ciência arqueológica, Gregory D. Smith e Robin J. H. Clark (2004) destacam a aplicação dessa técnica para estudos de diferentes tipologias de acervos em arqueometria. Ao abordar sobre as cerâmicas e seus esmaltes, os autores destacam uma série de estudos voltados para a caracterização dos pigmentos das cerâmicas através da microscopia Raman. Entre estes estudos é importante pontuar o da cerâmica de Hena, na China, que foi produzida há mais de 5.000 anos, na qual descobriu-se que foi usado bauxita para o pigmento branco e magnetita para os elementos na cor preta presentes na decoração da cerâmica. Ao pontuar sobre a magnetita encontrada na amostra os autores destacaram que,

[...]verificou-se que o número de onda da principal característica espectral da magnetita em amostras de referência se deslocava para o vermelho, aumentava e diminuía de intensidade à medida que o tamanho da partícula era reduzido. Nestes fragmentos, as partículas

⁶³ Texto original: [...] magnetite and hematite phases in the gypsum rocks collected from the Atacama Desert. Microorganisms were clustered on or near the iron oxide minerals occluded within these rocks, indicating these inorganic minerals may be used as an iron source in this extreme environment. A previously isolated *Chroococidiopsis* strain was cultured with synthesized magnetite nanoparticles. Shrinkage of nanoparticle size and the concurrent emergence of amorphous domains surrounding the nanocrystals indicated a process of magnetite dissolution in presence of the cyanobacterial biofilm. The production of EPSs in embedded magnetite nanoparticles and siderophores in a liquid medium supplemented with magnetite nanoparticles further suggest that cyanobacteria were able to extract iron from the magnetite solid phase. The dissolution of solid magnetite phase was further verified in large bulk magnetite crystals, revealing phase transformation from magnetite to hematite during culture experiments, most likely as the result of oxygen production by photosynthesis. These experiments demonstrated that magnetite minerals can be used as an iron source by cyanobacteria in culture experiments and may similarly enable the survival of microorganisms living in extreme environments. (HUANG *et al.* 2022, p. 08)

de magnetita foram estimadas a partir de seus espectros Raman na faixa de 25-60 nm de diâmetro, e esta estimativa foi confirmada por medições de XRD e microscopia eletrônica de transmissão (TEM). Verificou-se que a variação dentro desse intervalo causava mudanças sutis na cor da cerâmica, talvez aproveitadas pelos artistas antigos. Tamanhos de partícula tão pequenos devem ter exigido um procedimento de preparação rigoroso para o pigmento, embora a forma como as nanopartículas foram preparadas seja aparentemente desconhecida. Infelizmente, nenhuma informação foi dada sobre as mudanças espectrais que podem ser esperadas como resultado da maior carga térmica experimentada pelas partículas cada vez menores devido ao aquecimento do laser [80]. (SMITH; CLARK, 2004, p. 1145) [Tradução nossa]⁶⁴

Assim, os autores apontam para a relação entre os compostos presentes na cerâmica e a temperatura empregada em sua produção que pode acabar influenciando na formação das cores. Ao destacar um estudo semelhante realizado com a cerâmica branca de Xishan, na China, na qual foi utilizado como revestimento anatásio, Smith e Clark (2004) apontam que,

A presença deste pigmento indica uma temperatura de queima relativamente baixa após a sua aplicação, uma vez que a anatase se converte prontamente na estrutura rutilo em temperaturas entre 800 e 1000 ° C. Fragmentos vermelhos e pretos do mesmo local mostraram ser coloridos variando as quantidades de hematita vermelha e magnetita preta. Duas possibilidades foram identificadas para a produção dessas cubas: ou diferentes matérias-primas foram usadas para produzir a coloração cerâmica, ou um único componente, amarelo/marrom ocre ou talvez hematita, foi usado para revestir as cubas e diferentes temperaturas de sinterização e atmosferas de forno usadas para obter a cor final. Sob atmosferas de fornos redutores, o ocre se converte em hematita em temperaturas de até c. 800 °C, e o último a magnetita em 950–1250 °C. (SMITH; CLARK, 2004, p. 1145) [Tradução nossa]⁶⁵

⁶⁴ Texto original: [...] the wavenumber of the principal spectral feature of magnetite in reference samples was found to red-shift, broaden, and decrease in intensity as the particle size was reduced. In these sherds, the magnetite particles were estimated from their Raman spectra to be in the range of 25–60 nm across, and this estimate was confirmed by XRD and transmission electron microscopy (TEM) measurements. The variation within this range was found to impart subtle changes to the colour of the pottery, perhaps capitalised on by the ancient artists. Such small particle sizes must have necessitated a rigorous preparation procedure for the pigment, although how the nano-particulates were prepared is apparently unknown. Unfortunately, no information was given regarding the spectral changes that might be expected as a result of the larger thermal load experienced by the increasingly smaller particles due to laser heating [80]. (SMITH; CLARK, 2004, p. 1145)

⁶⁵ Texto original: The presence of this pigment signals a relatively low firing temperature following its application since anatase readily converts to the rutile structure at temperatures between 800 and 1000 (C. Red and black sherds from the same site were shown to be coloured by varying the quantities of red haematite and black magnetite. Two possibilities were identified for the production of these pots: either different raw materials were used to produce the ceramic colouring, or a single component, yellow/brown ochre or perhaps haematite, was used to coat the pots and different

Continuando os estudos acerca dos pigmentos presentes em cerâmicas, Smith e Clark (2004) acrescenta que das muitas técnicas de análises usadas nas cerâmicas de Puebloan de Wallace Ruin, no Colorado, apenas a microscopia Raman conseguiu identificar as fases dos minerais presentes nestes pigmentos, destacando a identificação da magnetita, na banda 672 cm^{-1} compreendendo o pigmento de cor preta nos fragmentos cerâmicos. Para os autores,

A análise SEM-EDS anterior havia revelado a presença de ferro na tinta, mas a fase específica do mineral ferruginoso não pôde ser identificada [132]. A banda Raman em 672 cm^{-1} é a principal característica da magnetita [80], confirmando assim a presença desse óxido de ferro na amostra de tinta. As características de menor número de onda não puderam ser atribuídas com base nos bancos de dados espectrais disponíveis, mas as características observadas em 1584 e 1341 cm^{-1} foram identificadas como as bandas Raman características de negro de fumo [1], indicando que, neste caso, a tinta preta é uma mistura. A análise de outros fragmentos revelou que um pigmento puramente carbonáceo - sem evidência de aditivo mineral - foi usado para obter sua decoração fosca escura. O uso de ossos carbonizados de animais, ou seja, osso negro, pode ser descartado devido à ausência de bandas Raman devido ao fosfato, que de outra forma teriam sido observadas em $\sim 961\text{ cm}^{-1}$ [1]. A identificação precisa desses pigmentos é importante para entender a tecnologia e o uso de matérias-primas na produção desses potes, bem como para determinar tipologias, cronologias e extensão geográfica dessas cerâmicas [132]. Das muitas técnicas aplicadas à análise dessas tintas [131], [132], [133], [142], apenas a microscopia Raman foi capaz de detectar o componente carbonáceo e simultaneamente identificar as fases minerais específicas em misturas de pigmentos. Além disso, as análises foram realizadas de forma rápida e não destrutiva. (SMITH; CLARK, 2004, p. 1145-1146) [Tradução nossa]⁶⁶

sintering temperatures and kiln atmospheres used to achieve the final colour. Under reducing kiln atmospheres, the ochre converts to haematite at temperatures up to c. 800 (C, and the latter to magnetite at 950–1250 °C. (SMITH; CLARK, 2004, p. 1145)

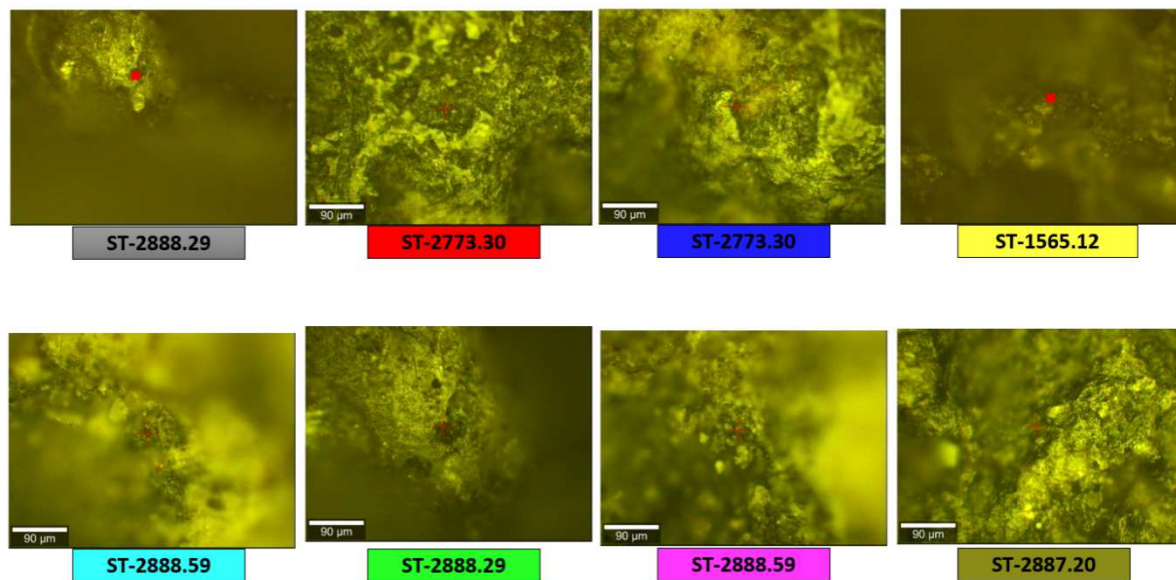
⁶⁶ Texto original: Previous SEM–EDS analysis had revealed the presence of iron in the paint, but the specific phase of ferruginous mineral could not be identified [132]. The Raman band at 672 cm^{-1} is the principal feature of magnetite [80], thus confirming the presence of that iron oxide in the paint sample. The lower wavenumber features could not be assigned based on available spectral databases, but the features observed at 1584 and 1341 cm^{-1} were identified as the characteristic Raman bands of carbon black [1], indicating that in this instance the black paint is a mixture. The analysis of other sherds revealed that a purely carbonaceous pigment with no evidence of a mineral additive was used to achieve their dark matte decoration. The use of charred animal bones, i.e. bone black, could be ruled out owing to the absence of Raman bands due to phosphate, which would otherwise have been observed at $\sim 961\text{ cm}^{-1}$ [1]. The precise identification of these pigments is important for understanding the technology and use of raw materials in the production of these pots as well as in determining typologies, chronologies, and geographical extent of these ceramics [132]. Of the many techniques applied to the analysis of these paints [131–133, 142], only Raman microscopy was able to detect the

Para Smith e Clark (2004), a microscopia Raman tem sido usada para realizar petrografia espectrográfica de cerâmicas, que podem contribuir para a caracterização e quantificação dos materiais presentes na pasta de cerâmica. Os autores destacam o uso da biblioteca espectral que pode contribuir bastante para os estudos Raman, para operacionalização dos dados e caracterização das inclusões presentes na pasta cerâmica ou dos minerais secundários formados a partir da queima da cerâmica, apontando para as dificuldades de se estudar a cerâmica queimada e/ou desidratada, pelo sinal fraco transmitido e pelo reduzido número de trabalhos desta natureza (SMITH; CLARK, 2004). Assim, “Este déficit sugere uma área adicional de pesquisa arqueométrica onde informações valiosas podem ser obtidas. Claramente, a microscopia Raman pode ser uma adição útil às técnicas padrão de SEM, XRD e PLM empregadas por ceramistas” (SMITH; CLARK, 2004, p. 1147).

Neste sentido, é importante destacar também o uso da microscopia óptica que nos ajuda a entender visualmente a formação da pasta e a área de análise através da Espectroscopia Raman como podemos observar nos dois quadros abaixo (figuras 61 e 62), referentes ao processo de caracterização dos materiais presentes na pasta cerâmica da Coleção Jericoacoara I, na qual observamos no primeiro quadro a área que representa as manchas na cor preta e, no segundo quadro, o mesmo processo relacionado ao material granular presente na pasta das cerâmicas, possuindo cor branca.

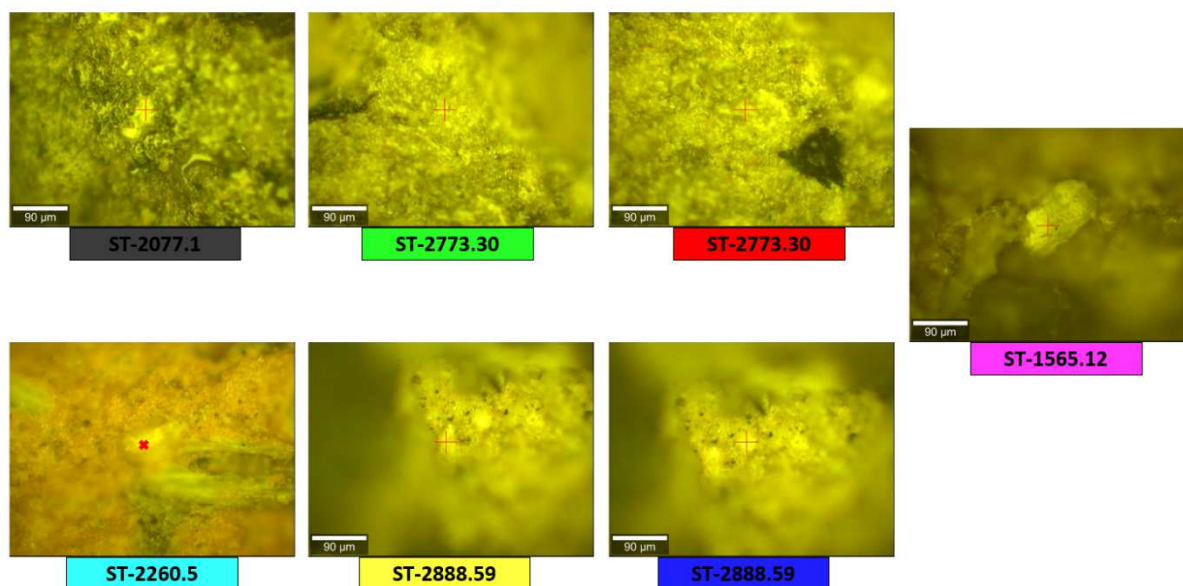
carbonaceous component and simultaneously identify the specific mineral phases in pigment mixtures. Moreover, the analyses were performed rapidly and non-destructively. (SMITH; CLARK, 2004, p. 1145-1146)

Figura 61 - Quadro de Imagens de microscopia óptica da área analisada representando as manchas na cor preta



Fonte: Elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman - Departamento de Física da UFC)

Figura 62 - Quadro de Imagens de microscopia óptica da área analisada representando o material granular na cor branca



Fonte: Elaborado por Ivo Fernandes (Laboratório de Espectroscopia Raman - Departamento de Física da UFC)

Ao comparar imagens em microscopia óptica referente a presença de têmpera em peças cerâmicas pertencentes ao conjunto Vilas e São João, no Amazonas com fotomicrografia de uma concha estudada por Carolina Melo de Abreu

(2015), Oliveira *et al.* (2020) destacam que há uma semelhança estrutural entre a pasta estudada e a concha, sugerindo o uso de conchas como têmpera na produção da cerâmica analisa, além do caraipé (OLIVEIRA *et al.*, 2020, p.09).

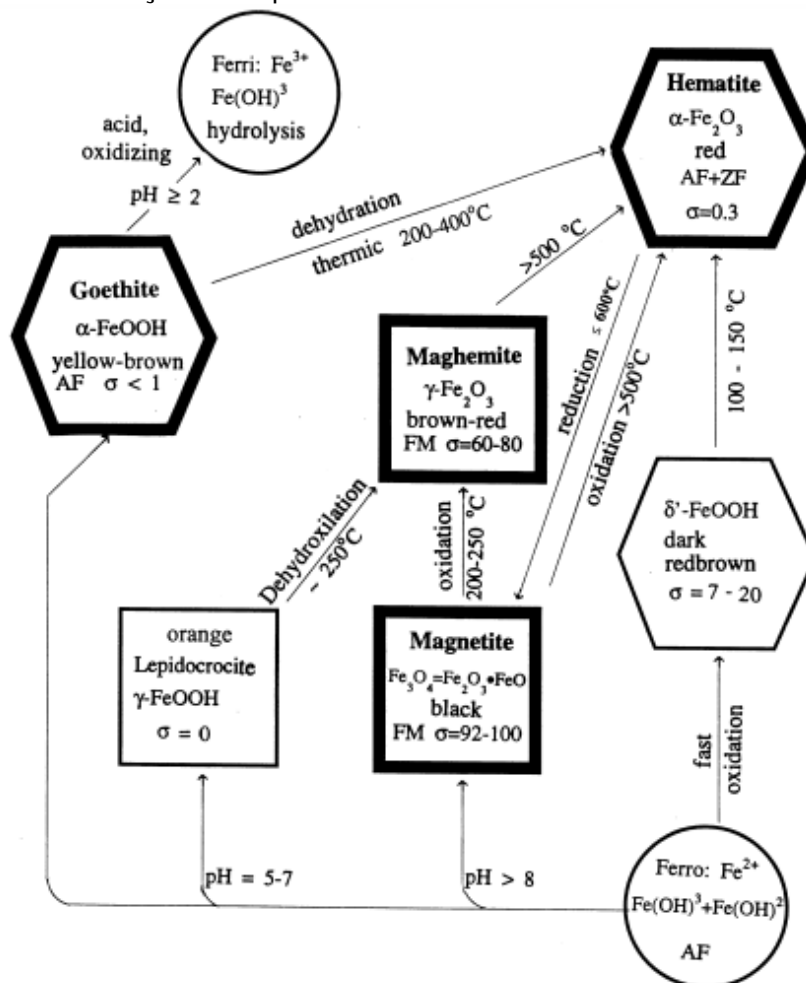
Jorge Almeida de Menezes (2011) em *Caracterização de fragmentos cerâmicos de Terra Preta de Índio* vai destacar o processo de alteração químico-mineralógico que a cerâmica pode sofrer, em decorrência de agentes biológicos e químicos. Para o autor, os componentes presentes na pasta da cerâmica,

[...]passam por processos de transformação químico-mineralógicos, conforme demonstrado pela desidroxilação parcial dos argilominerais e formação de óxidos de ferro (por exemplo, hematita, maghemita, magnetitas). Além do processo de queima, os componentes das cerâmicas foram submetidos a diversas situações cotidianas, como cozimentos diários (fogo e água fervente), conservação de alimentos (peixes, raízes, etc.), entre outros. Quimicamente o uso das cerâmicas representa a contaminação por minerais, como fosfatos, oxihidróxidos introduzindo, portanto, elementos, como Mg, Ca, Ba, Zn, Pb etc. Após diversos usos as cerâmicas são descartadas juntamente com muitos outros materiais orgânicos (vegetal e animal). Ao longo dos anos os artefatos cerâmicos arqueológicos são gradualmente, alterados quimico-mineralologicamente por agentes químicos e biológicos, além de serem intemperizados. Dessa forma, elementos químicos como P, Mg, Ba, Zn, Pb, etc, são parcialmente absorvido nos artefatos cerâmicos arqueológicos, contribuindo para a formação de oxidróxidos de fosfatos e manganês em menor extensão. (MENEZES, 2011, p 21)

Assim, os estudos Raman podem contribuir bastante para o entendimento dos materiais presentes na pasta cerâmica, assim como os minerais secundários produzidos durante o processo de queima da peça e assim entender um pouco mais sobre os agentes biológicos presentes nas cerâmicas, levando em consideração o ambiente, a presença de materiais necessários ao seu desenvolvimento, assim como materiais deixados por estes agentes.

Para entendermos um pouco sobre este processo de alteração dos minerais presentes na composição da cerâmica em decorrência da queima do artefato, é importante considerar o Gráfico (Figura 63) elaborado por J. Van Klinken (2001) que trata sobre as transformações dos óxidos de ferros que é importante para compreender a presença de magnetita na análise Raman da cerâmica arqueológica do sítio Jericoacoara I.

Figura 63- Transformações esquemáticas dos óxidos de ferro abaixo de 750°C.



Fonte: Van Klinken (2001)

Portanto, Van Klinken (2001) ao tratar sobre este processo de transformação dos óxidos de ferro nos fragmentos cerâmicos, destaca que a magnetita, maghemita e hematita, são os principais agentes de magnetização, enquanto a goethita, ou α -FeOOH, precursora de hematita, indica cerâmica macia a qual ainda não foi totalmente desidratada (VAN KLINKEN, 2001). O autor afirma que,

Dois outros hidróxidos (γ -FeOOH e δ -FeOOH) já estão desidratados abaixo de $\sim 250^\circ\text{C}$, como indicado na Figura 1. Este esquema, adaptado do livro de Cornell e Schwertmann (1996), mostra que o aquecimento no ar oxidante transforma os óxidos em hematita, enquanto o aquecimento em uma atmosfera redutora de CO converte-o novamente em magnetita. O esquema refere-se pós de óxido puro, mas permanece válido em uma extensão notável quando as partículas de óxido são embutidas em cerâmica macia.

Os dois óxidos de alto j , magnetita (preto) e maghemita (vermelho \pm marrom), são em essência responsáveis pela magnetização das cerâmicas, sendo a magnetita geralmente o mais importante. Os dois óxidos de baixo j , hematita (vermelho) e goethita (amarelo) causam

valores próximos de zero e são - quando diluídos em cerâmica a um nível de 1% - à beira de serem observáveis com o MG equilíbrio. Destes dois, a goethita já pode desidratar em temperaturas relativamente baixas (VAN KLINKEN, 2001, p. 51) [Tradução nossa]⁶⁷

Segundo Cronyn (2005), o calor relacionado à queima da cerâmica afetará os materiais presentes na argila, e assim, a temperatura poderá atuar na criação de outros compostos. Assim, a caracterização dos materiais é fundamental para entender os processos de alteração da cerâmica. Para Cronyn (2005),

O calor afetará outros materiais presentes em um corpo de argila. Os produtos podem atuar como fluxos no processo de formação de cerâmica ou contribuir para alguma outra propriedade do corpo queimado resultante. O carbonato de cálcio se decompõe em dióxido de carbono e cal virgem (CaO), mas pode se reformar ao resfriar em ar úmido [...]; se estiver presente em grandes aglomerados, a hidratação de CaO a Ca(OH)₂ envolvendo uma grande expansão de volume pode resultar na ruptura do corpo - 'estouro de argila'. Em temperaturas mais altas, o CaO pode formar um vidro ou silicatos cristalinos complexos. O material carbonáceo é queimado, mas se houver oxigênio insuficiente, é produzido carbono que pode ficar preso no núcleopor formação vítrea precoce. A magnetita preta na presença de oxigênio é oxidada a hematita vermelha (Fe₂O₃), enquanto em uma atmosfera redutora, a hematita é reduzida a magnetita preta (Fe₃O₄) ou wüstite (FeO) em altas temperaturas. A cor final da massa cerâmica depende principalmente das três inclusões mencionadas acima e é ela mesma um documento do conteúdo e regime de cozedura da matéria-prima [...] (CRONYN, 2005, p. 142-143) [Tradução nossa]⁶⁸

⁶⁷ Texto original: Two other hydroxides (g-FeOOH and d-FeOOH) are already dehydrated below ~250°C, as indicated in Figure 1. This scheme, adapted from the textbook by Cornell and Schwertmann (1996), shows that heating in oxidizing air ultimately shifts the oxides into hematite, while heating in a reducing CO atmosphere converts then back into magnetite. The scheme refers to pure oxide powders, but remains valid to a remarkable extent when the oxide particles are embedded in soft-baked pottery.

The two high-j oxides, magnetite (black) and maghemite (red-brown), are in essence responsible for the magnetization of ceramics, magnetite being usually the most important one. The two low-j oxides, hematite (red) and goethite (yellow) cause values close to zero and are—when diluted in ceramics at a 1% level—on the verge of being observable with the MG balance. Of these two, goethite can already dehydrate at relatively low temperatures. (VAN KLINKEN, 2001, p.51)

⁶⁸ Texto original: Heat will affect other materials present within a clay body. The products may either act as fluxes in the ceramic-forming process or contribute to some other property of the resulting fired body. Calcium carbonate decomposes to give carbon dioxide and quicklime (CaO) but can reform on cooling in moist air (section 4.3.1.1); if present in large lumps the hydration of CaO to Ca(OH)₂ involving a large volume expansion may result in disruption of the body—'clay popping'. At higher temperatures, the CaO may form a glass or complex crystalline silicates instead. Carbonaceous material is burnt out but if insufficient oxygen is present, carbon is produced which can become trapped in the core of the body by early glass formation. Black magnetite in the presence of oxygen is oxidized to red haematite (Fe₂O₃), whilst in a reducing atmosphere haematite is reduced to black magnetite (Fe₃O₄) or wüstite (FeO) at high temperatures. The final colour of the ceramic body is

Quanto às alterações dos componentes materiais presentes nas cerâmicas é importante destacar que a presença de materiais orgânicos dentro da pasta durante a queima pode se deteriorar, formando vazios que podem contribuir para o processo de erosão interno da pasta, causando a delaminação das peças, assim como o aumento da porosidade da peça. Para Cronyn (2005),

A porosidade de uma cerâmica queimada depende em parte de quão completamente os minerais de argila se fundem, em parte se os poros foram preenchidos com vidro, em parte do tamanho original das partículas no corpo (partículas grandes dando um produto final mais poroso e grosseiro), e em parte no tamanho e conteúdo da matéria orgânica original, pois quando ela queimar, vazios serão formados. (CRONYN, 2005, p. 143) [Tradução nossa]⁶⁹

Ao tratar sobre a caracterização da pasta cerâmica da Unidade Guarani pertencente aos sítios da Volta do Uvã, Alto Rio Uruguai, Mirian Carbonera e Daniel Loponte (2020) destacam o uso do quartzo, chamote e minerais opacos. Ao tratar do chamote como antiplástico das cerâmicas, destacando que sua presença está associada à incorporação antrópica, estes elementos podem estar associados ao processo de porosidade das peças. Segundo os autores,

A porosidade das pastas pode estar afetada em maior ou menor medida por processos pós-deposicionais. Também está relacionada como uma série de eleições culturais, entre eles o tempo de amassado, a quantidade e o tipo de inclusões, as temperaturas de cozimento e a função destinada às vasilhas (REEDY, 2017; RYE, 1981; RICE, 1987). (CARBONERA; LOPONTE, 2020, p. 14)

Ao se pensar os estudos de microrganismos em superfícies cerâmicas é importante destacar a necessidade de estudos ligados ao processo de escavação, ou seja, projetos voltados para analisar peças que foram recém-coletadas, tendo em vista a ação ativa dos agentes biológicos e a possibilidade de identificar e entender a presença de determinados materiais ligados ao processo metabólico dos agentes, e assim, criar meios que ajudem na classificação destes.

dependent mainly upon the three inclusions mentioned above and is itself a document of the content and the firing regime of the raw material [...] (CRONYN, 2005, p. 142-143)

⁶⁹ Texto original: The porosity of a fired ceramic is dependent partly on how completely the clay minerals fuse together, partly on whether the pores have been filled with glass, partly on the original size of the particles in the body (large particles giving a coarser more porous end product), and partly on size and content of original organic matter, for when it burns out, voids will be formed. (CRONYN, 2005, p. 143)

Podemos destacar que, para o entendimento dos agentes tafonômicos presentes nas cerâmicas arqueológicas oriundas de sítios de ambientes dunares é fundamental os estudos acerca dos microrganismos, e sua relação com a cerâmica arqueológica, ou seja, qual seu papel como agente de alteração/deterioração e ao mesmo tempo qual sua função como agente de preservação, ao considerar a inexistência de estudos aprofundados do papel destes agentes biológicos em cerâmicas arqueológicas em condições extremas de alteração/deterioração em relação à ação eólica, presentes em seu contexto ao considerar os ambientes dunares.

Douglas Porter *et al.* (2014) em *The role of biofilms and lichens in the preservation of archaeological features in the bandelier tuff, Bandelier National Monument*, ao analisar o papel dos biofilmes gerados a partir dos líquens no Monumento Nacional Bandelier, localizado nos Estados Unidos, destacam que a maioria das pesquisas ligadas ao líquens em superfície rochosas no patrimônio cultural, são relacionadas a uma perspectiva danosa do agente, porém é importante perceber sua atuação como elemento estabilizador em processos de alteração mais acelerados. Para Porter *et al.* (2014),

[...] em algumas circunstâncias, os líquens podem fornecer um nível de proteção contra intempéries relativamente porosos e substratos rochosos não consolidados. Isso parece ser particularmente verdadeiro no Bandelier Tuff, onde a cobertura de líquen realmente parece melhorar a resistência do tufo às intempéries e fornecer algum grau de proteção para recursos arqueológicos esculpidos na rocha. Neste caso, a cobertura de líquen parece funcionar mais como uma crosta do solo, formando uma camada de barreira protegendo as superfícies rochosas do fluxo de água, abrasão do vento e variação da temperatura, resultando em taxas de intemperismo reduzidas. (PORTER *et al.*, 2014, p. 02) [Tradução nossa]⁷⁰

Nesta perspectiva, é importante também considerar qual o papel dos líquens nas cerâmicas arqueológicas oriundas de sítios de ambientes dunares, tendo em vistas os processos naturais desses ambientes que também são considerados

⁷⁰ Texto original: [...] under some circumstances lichens may provide a level of weather protection to relatively porous and unconsolidated rock substrata. This appears to be particularly true of the Bandelier Tuff, where lichen cover actually seems to improve the weather resistance of the tuff and provide some degree of protection to archaeological resources carved in the rock. In this case the lichen cover seems to function more like a biological soil crust, forming a barrier layer shielding rock surfaces from water flow, wind abrasion, and temperature variation, resulting in reduced weathering rates. (PORTER *et al.*, 2014, p.02)

fatores de alteração/deterioração das peças, principalmente ao considerar as dinâmicas dunares que acabam expondo as peças em condições extremas da ação eólica. Assim, é importante entender não só seu papel como agente alterador/deteriorador como também como estes agentes podem contribuir para a redução do intemperismo das peças no sítio.

Ao tratar sobre o processo de cimentação da rocha em decorrência do processo hídrico na qual a rocha sofre, que acaba criando uma camada fina de argila e lodo, contendo a presença de sedimentos minerais, além de outros substratos favoráveis ao desenvolvimento microflora que acabam cimentando a rocha (PORTER *et al.*, 2014). Segundo Porter *et al.* (2014),

Sedimentos, solo e partículas de tufo dos topos das mesas e paredes do cânion são mobilizados por escoamento superficial durante eventos de tempestade; à medida que o fluxo de água superficial diminui, uma fina camada de argila e lodo é depositada nas paredes do cânion. As camadas sedimentadas (0,05 a 0,5 mm de espessura) são compostas principalmente por silte (5-50 μm) piroclastos de cacos de vidro e fragmentos de pedra-pomes, fragmentos subordinados de sanidina e cristais de quartzo e vestígios de óxidos como magnetita e ilmenita. Esses constituintes são componentes comuns do Bandelier Tuff e foram derivados de fontes locais. A maioria das camadas de silte e argila mostra pouca classificação ou estratificação, embora estratificadas camadas em algumas amostras indicam múltiplos episódios de deposição. Os piroclastos e cristais estão embutidos em uma matriz de partículas do tamanho de argila que cimentam e estabilizam esses depósitos. As análises SEM EDS indicam a argila minerais são provavelmente esmectita e quantidades menores de illita. Em algumas das amostras mais altamente alteradas, opala \pm argila é o agente de cimentação para esses depósitos, com cimento opalino ocasionalmente concentrado na interface entre a camada de argila-silte e o leito rochoso de tufo. Exceto onde cimentado por opala, as finas camadas de lodo e argila aderindo ao tufo são muito finos, descontínuos e mal cimentados para impedir significativamente os processos de erosão. No entanto, essas camadas fornecem um substrato adequado para a microflora colonizar as paredes do cânion (PORTER *et al.*, 2014, p. 06) [Tradução nossa]⁷¹

⁷¹ Texto original: Sediment, soil, and tuff particles from mesa tops and canyon walls are mobilized by surface runoff during storm events; as surface-water flow diminishes, a thin coating of clay and silt is deposited on canyon walls. The sedimented layers (0.05 to 0.5 mm thick) are primarily made up of silt-sized (5-50 μm) pyroclasts of glass shards and pumice fragments, subordinate fragments of sanidine and quartz crystals, and traces of oxides such as magnetite and ilmenite. These constituents are common components of Bandelier Tuff and were derived from local sources. Most silt and clay layers show little sorting or layering, though stratified layers in a few samples indicate multiple episodes of deposition. The pyroclasts and crystals are embedded in a matrix of clay-sized particles that cement and stabilize these deposits. SEM EDS analyses indicate the clay minerals are likely smectite and lesser amounts of illite. In some of the more highly altered samples, opal \pm clay is the cementing agent

Ao tratar sobre o papel dos líquens na superfície rochosa, Porter *et al.* (2014) destacam o papel dos ácidos orgânicos liberados por estes microrganismos como catalisadores de reações de hidrólise, que acabam diminuindo o pH da água intersticial, ou seja, a água presente nos poros do sedimento, na qual é importante destacar a dinâmica de transferência química presentes neste processo. Para os autores, em áreas bastante mineralizadas pelos minerais secundários, o processo de porosidade da rocha é reduzido, afirmando que,

Os ácidos orgânicos liberados pelos líquens são quase certamente um importante catalisador para reações de hidrólise, reduzindo o pH da água intersticial. Após a dissolução, minerais secundários foram depositados em poros abertos, cimentando a matriz do tufo. Os minerais secundários estão amplamente concentrados na massa moída de grão fino do tufo e substituíram em grande parte as partículas finas de cinza [...]. Piroclastos maiores, como fragmentos e lapilli de pedra-pomes permanecem abundantes na zona de alteração, mas muitos mostram moderada a grave dissolução ao longo de suas margens. Exceto pelos halos de oxidação ao redor da magnetita, componentes cristalinos do tufo como fenocristais e fragmentos líticos não apresentam alteração aparente. Petrografia óptica e análises por microsonda e SEM EDS identificam os minerais primários secundários como opala ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) e sepiolita ($\text{Mg}_4(\text{Si}_6\text{O}_{15})(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Calcita (CaCO_3) e minerais do grupo esmectita são minerais secundários subordinados e a barita (BaSO_4) é relativamente rara. Texturalmente, os minerais secundários estão intercrescidos e aparentemente coprecipitados. A opala não só coprecipitou com outros minerais secundários, como também formou espessa, opticamente depósitos contínuos nos poros como um mineral de estágio tardio. Botryoidal e ritmicamente opala forro de vugs abertos sugerem que a mineralização ocorreu em condições saturadas. Em algumas amostras, o líquen talo aderido a superfície do tufo são silicificados para opala, preservando estruturas delicadas como pseudomorfos [...]. Da mesma forma, o líquen os rizinos/rizóides que penetram no tufo são por vezes substituídos por opalas, preservando as suas estruturas delicadas. A porosidade das superfícies do Tipo 3 a 5 diminui à medida que aumenta a abundância de cimentos minerais secundários. A porosidade permanece alta onde o tufo é pouco alterado, mas em áreas fortemente mineralizadas a porosidade é reduzida para 20 a 30%. (PORTER *et al.*, 2014, p. 11-12) [Tradução nossa]⁷²

for these deposits, with opal cement occasionally concentrated at the interface between the clay-silt layer and the tuff bedrock. Except where cemented by opal, the thin layers of silt and clay adhering to the tuff are too thin, discontinuous, and poorly cemented to significantly impede erosion processes. However, these layers provide a suitable substrate for microflora to colonize canyon walls. (PORTER *et al.*, 2014, p.06)

⁷² Texto original: Organic acids released by the lichens are almost certainly an important catalyst for hydrolysis reactions by reducing the pH of pore water. Following dissolution, secondary minerals were

Assim, os autores acabam comprovando a partir de testes de resistência das rochas em laboratório, que a cobertura de silte/argila e líquens acabam ajudando na resistência da superfície das rochas a processos erosivos (PORTER *et al.*, 2014). Neste sentido, o estudo dos processos erosivos do Bandelier elaborado por Porter *et al.* (2014) nos ajuda a pensar um pouco sobre o papel dos microrganismos na superfície de diferentes materiais, e como estes reagem as predisposições do ambiente e a presença de compostos que são importantes para o seu desenvolvimento, nos levando a pensar um pouco sobre as cerâmicas arqueológicas e como estas podem propiciar o desenvolvimento destes agentes biológico. De acordo com Porter *et al.*, (2014),

Os impactos da atividade biológica na superfície rochosa são paradoxais no sentido de que são produzidos efeitos tanto de deterioração quanto de proteção. No entanto, os efeitos protetores parecem superar os efeitos biodeteriorativos em termos de durabilidade da superfície. Onde as crostas são danificadas, a erosão ocorre em taxas aceleradas, resultando em perdas de muitos centímetros cúbicos ao longo de algumas décadas (com base na análise comparativa de imagens produzidas nos primeiros anos de documentação arqueológica do cânion com imagens mais recentes do mesmo recurso/sites). As crostas mais desenvolvidas, em comparação, têm milhares de anos. Além disso, os processos hidrolíticos catalisados por constituintes bióticos da crosta são autolimitados em certo sentido. Populações microbianas inicialmente prosperam à medida que obtêm nutrientes essenciais das reações de dissolução que catalisam nas cinzas vulcânicas, mas a atividade biológica eventualmente diminui à medida que a precipitação de minerais secundários diminui a porosidade na zona próxima à superfície e limita o acesso a novas fontes de nutrientes. Experimentos iniciais sugerem que a demanda microbiana por fontes

deposited in open pores, cementing the tuff matrix. Secondary minerals are large and concentrated in the fine-grain groundmass of the tuff and largely replaced fine ash particles [...]. Larger pyroclasts such as shards and pumice lapilli remain abundant in the alteration zone, but many show moderate to severe dissolution along their margins. Except for oxidation halos around magnetite, crystalline components of the tuff such as phenocrysts and lithic fragments show no apparent alteration. Optical petrography and analyses by microprobe and SEM EDS identify the primary secondary minerals as opal ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) and sepiolite ($\text{Mg}_4(\text{Si}_6\text{O}_{15})(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Calcite (CaCO_3) and smectite-group minerals are subordinate secondary minerals and barite (BaSO_4) is relatively rare. Texturally, the secondary minerals are intergrown and were apparently co-precipitated. Opal not only co-precipitated with other secondary minerals, it also formed thick, optically continuous deposits in pores as a late stage mineral. Botryoidal and rhythmically layered opal lining open vugs suggest that mineralization occurred under saturated conditions. In some samples, lichen thalli adhering to the tuff surface are silicified to opal, preserving delicate structures as pseudomorphs [...]. Similarly, lichen rhizines / rhizoids that penetrate the tuff are sometimes replaced by opal, preserving their delicate structures. The porosity of Type 3 through 5 surfaces decreases as the abundance of secondary mineral cements increases. Porosity remains high where the tuff is little altered, but in heavily mineralized areas the porosity is reduced to 20 to 30%. (PORTER *et al.*, 2014, p.11-12)

orgânicas e inorgânicas de PO_4^{3-} excede gradualmente a oferta à medida que a sucessão progride. Isso está correlacionado positivamente com a concentração de clorofila. A PO_4^{3-} o déficit se desenvolve em superfícies mais antigas com crostas bem desenvolvidas, onde o espaço poroso foi ocluído por minerais secundários. À medida que o espaço poroso e o fósforo se tornam menos disponíveis, a colonização por cianobactérias e líquenes adicionais é limitada. (PORTER *et al.*, 2014, p. 18) [Tradução nossa]⁷³

Assim, para Porter *et al.* (2014) a população de líquens prospera à medida que possuem nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento. Dessa forma, dada a essa limitação destes agentes biológicos, o efeito biodeteriorativo dos líquens é menor se comparado ao efeito erosivo da rocha do cânion (PORTER *et al.*, 2014).

Mesmo com todos os dados gerados através das análises em Espectroscopia Raman, estes não são suficientes para determinar todos os componentes da pasta cerâmica, sendo necessário o desenvolvimento de estudos comparativos com técnicas de outras áreas que possam complementar os dados obtidos através do Raman, pois mesmo com a identificação das bandas e suas comparações com bandas semelhantes presentes na literatura ou em bancos de dados, não são suficientes para determinar tais compostos. Podemos destacar entre estas análises complementares a partir dos diálogos obtidos com a equipe do Laboratório de Física e da bibliografia acessada a Cromatografia de gás-massa (GC-MS) ou espectroscopia de infravermelho (FT-IR) que podem, inclusive, fornecer mais informações sobre os compostos orgânicos presentes na pasta cerâmica da Coleção Jericoacoara I, que podem influenciar nos principais fatores de aceleração do

⁷³ Texto original: The impacts of biological activity on the rock surface are paradoxical in the sense that both deteriorative and protective effects are produced. However, the protective effects appear to outweigh the biodeteriorative effects in terms of surface durability. Where the crusts are damaged, erosion occurs at accelerated rates, resulting in losses of many cubic centimeters over the course of a few decades (based on comparative analysis of images produced in the early years of archaeological documentation of the canyon with more recent images of the same features / sites). The most well developed crusts, by comparison, are thousands of years old. Furthermore, the hydrolytic processes catalyzed by biotic crust constituents are self-limiting in a sense. Microbial populations initially thrive as they derive essential nutrients from the dissolution reactions they catalyze in the volcanic ash, but biological activity eventually declines as precipitation of secondary minerals decreases porosity in the near-surface zone and limits access to new sources of nutrients. Initial experiments suggest that microbial demand for organic and inorganic sources of PO_4^{3-} gradually exceeds supply as succession progresses. This is correlated positively with the concentration of chlorophyll. A PO_4^{3-} deficit develops in older surfaces with well developed crusts where the pore space has been occluded by secondary minerals. As pore space and phosphorus become less available, colonization by additional cyanobacteria and lichens is limited. (PORTER *et al.*, 2014, p.11-12)

processo de alteração/degradação das peças, ao relacionar com as ações ambientais do contexto arqueológico.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todas as análises realizadas ao longo desta pesquisa de mestrado, podemos concluir que os princípios de conservação foram primordiais para formar o conceito de preservação do patrimônio e como esta área pode contribuir para outras áreas correlatas, principalmente para a Arqueologia. Neste estudo, observamos a necessidade de superar as distâncias entre essas duas áreas, criando e discutindo os procedimentos necessários para o prolongamento da vida útil dos bens arqueológicos. E assim, construindo terrenos comuns que possibilitem a superação das dificuldades no processo de entendimento e tratamento dos agentes ativos de alteração/degradação das peças arqueológicas, contribuindo na cadeia operatória da arqueologia.

A partir do diagnóstico é possível identificar no acervo referente ao sítio Jericoacoara I, danos relacionados ao ambiente pós-deposicional de diferentes ordens: físicos (deformações; abrasões, ocasionadas pela ação dos ventos; perdas ocasionadas por ação antrópica), químicos (presença de sais, em decorrência da região praieira) e biológicos (desenvolvimento de microrganismos, relacionados à umidade; desestruturação de peças, em decorrência da vegetação).

Assim, com a identificação dessas patologias foi possível iniciar o estudo tafonômico da coleção e, após este estudo, propor uma série de ações, a fim de garantir a preservação de cerâmicas arqueológicas de sítios de ambientes dunares, tanto do ponto de vista da guarda e musealização, como para a garantia da pesquisa científica.

A partir dos apontamentos realizados por Gabriela Martin (1997) em *Pré-história do Nordeste do Brasil*, acerca do iminente processo de deterioração e desaparecimento dos sítios sob dunas do Ceará, percebemos através da análise organoléptica realizada na coleção de cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara I, que, das duas escavações realizadas no sítio, as cerâmicas escavadas em 2010, possuem um processo de conservação melhor se comparado as peças referentes à escavação de 2017. Estas constatações nos levam a perceber o processo acelerado de alteração/deterioração das peças em decorrência das ações ambientais dos sítios arqueológicos.

Neste trabalho priorizou-se analisar a presença de materiais orgânicos não somente do ponto de vista organoléptico como também através da caracterização dos componentes da pasta cerâmica por meio da espectroscopia Raman. Tendo em vista os processos de degradação influenciados por sua presença, considerando que já é amplamente divulgado na literatura da área o predomínio do uso de materiais inorgânicos como o quartzo, na pasta cerâmica. Assim, compreender como os materiais agregados na pasta cerâmica, influenciam no avanço do processo erosivo interno das peças causando a delaminação. Outrossim, esta pesquisa pode ser compreendida como um estudo exploratório do campo tafonômico de cerâmicas arqueológicas em ambientes dunares a partir de estudos arqueométricos no litoral cearense através da Espectroscopia Raman, oferecendo dados iniciais propícios a contribuir para o desdobramento de novas pesquisas no âmbito da Arqueologia e Conservação de cerâmicas arqueológicas.

O conhecimento do ambiente dunar que forma o contexto arqueológico do Sítio Jericoacoara I foi fundamental para a análise e interpretação dos dados arqueológicos gerados a partir das questões deste tipo de ambiente, as patologias encontradas e os dados da análise em Espectroscopia Raman.

A partir da comparação feita com outras pesquisas podemos considerar algumas semelhanças com elementos presentes na pasta das cerâmicas analisada por Oliveira *et al* (2020) e a coleção de cerâmica de Jericoacoara I, destacando a partir da análise organoléptica a presença de elementos na pasta cerâmica que nos leva a pensar sobre o uso de materiais orgânicos como têmpera (antiplástico), destacando o caraipé e o cauixi, que como visto anteriormente atuam na eliminação de elementos orgânicos da pasta cerâmica, mantendo apenas a fase siliciosa. Assim, podemos pontuar que algumas peças possuem elementos granulares que se caracterizam pela presença de pequenas manchas nos elementos granulares, além de apresentar o elevado processo de erosão, a alta porosidade e leveza de alguns fragmentos.

Destaca-se ainda que os dados gerados através da pesquisa nos trazem evidências que ajudam a pensar sobre o acelerado processo de erosão das peças cerâmicas tendo em vista que as incisões nas peças podem contribuir para o desenvolvimento dos processos erosivos na superfície das peças, como também para a proliferação de microrganismos em decorrência dos canais gerados.

Para esta pesquisa é importante destacar a influência das incisões no processo inicial das erosão, ao apontar que, das peças analisadas os fragmentos que possuem incisões, apresentam algum nível de erosão próximo dos elementos incisos. Estas evidências nos levam a uma maior atenção às peças incisas e sua relação com os fatores extrínsecos de degradação ao considerar os processos naturais que ocorrem no sítio através da ação eólica e da chuva que podem contribuir consideravelmente para a elevação dos processos erosivos principalmente considerando a dinâmica das dunas que acabam aflorando o material arqueológico em superfície, possibilitando o contato das peças com estes agentes.

Diante do processo erosivo, algo que chama atenção nesta pesquisa é a ocorrência de erosão interna da pasta que neste estudo chamamos de delaminação. Este processo erosivo ocorre na parte interna da pasta cerâmica e resulta na perda do suporte, criando camadas e/ou lâminas que fragilizam a estrutura da peça. Assim, podemos considerar que este elemento de alteração/degradação pode estar relacionado a queima incompleta da peça. Este processo incompleto da queima acarreta a desagregação do suporte ou a presença de elementos agregados como antiplásticos e que sofrem alterações durante o processo de queima, criando vazios que também podem gerar o aumento de sua porosidade.

Para esta pesquisa foi importante considerar também o desenvolvimento de microrganismos, com destaque para os líquens e seu papel no processo de alteração/deterioração das cerâmicas, como também sua influência nas análises ao destacar que estes agentes biológicos são resistentes a condições ambientais extremas e que, no caso da cerâmica, o grau de dureza e seus poros podem contribuir para seu desenvolvimento. Assim, ao considerar que parte das peças que compõem a coleção foram encontradas em superfície e que os sítios em ambientes dunares sofrem sua alteração em função da dinâmica dunar, estas peças podem ser encontradas em condições ambientais extremas. Neste sentido, a cerâmica torna-se um lugar propício para o desenvolvimento destes agentes que demandam uma atenção maior por parte da Arqueologia e da Conservação, ampliando assim, as pesquisas em relação ao papel destes microrganismos nos fragmentos, ao considerar que podem atuar no processo de alteração das peças e dos componentes presentes na peça, e conseqüentemente influenciar em sua análise laboratorial como já apontado anteriormente nesta pesquisa.

No que se refere à presença e ao papel dos líquens no processo de alteração/degradação das cerâmicas arqueológicas em ambientes dunares é importante destacar a necessidade de ampliar as pesquisas ao considerar a escassez de estudos neste campo do conhecimento. É preciso ainda estudar e analisar o papel destes microrganismos no processo de alteração/degradação e/ou estabilização das peças cerâmicas, ao considerar as condições extremas de alteração/deterioração em relação à ação eólica.

Por se tratar de uma coleção numerosa, a análise organoléptica foi baseada no diagnóstico de um montante igual ou superior a 50% de todas as peças que formam a coleção. A coleção é formada por três grupos cerâmicos (associados à fase Papeba, tradição Mina e a Tupi-Guarani), totalizando 3.819 peças, sendo o primeiro grupo formado por 1.038 peças, o segundo 2.734 peças e o terceiro 47 peças. Para esta pesquisa, foi considerado, um total de 2.107 peças, representando um percentual de 55,17% da coleção de cerâmicas arqueológicas do sítio Jericoacoara I (sendo 605 peças referentes a fase Papeba, que representa 58% do conjunto e 1.447 peças referentes a cerâmica incisa associada por Viana (2018) a tradição Mina, que totaliza 52% do conjunto). É importante destacar que por se tratar de uma quantidade bem menor (47 peças), o grupo 3 (Tupi-Guarani) foi desconsiderado para as discussões. Inicialmente 46 peças da coleção foram analisadas, no entanto, não foram consideradas para esta pesquisa, pois constatamos problemas no registro de seu inventário.

Destaca-se aqui, que estas informações coletadas na análise organoléptica serviram para alimentar a tabela de registro, possibilitando a seleção das peças por grupos de alteração/deterioração uma vez que elas nos ajudam na compreensão dos processos tafonômicos da coleção, como pode ser visto anteriormente nos gráficos desta pesquisa.

Nesta pesquisa priorizou-se o entendimento dos diferentes processos tafonômicos que a cerâmica arqueológica do sítio Jericoacoara I sofreu durante seu processo pós-deposicional. Na pesquisa constatou-se que dentre os processos de alteração/degradação o que mais chama atenção, dado o ponto de vista de leitura das peças, ou seja, da análise laboratorial arqueológica é o processo de erosão. É importante destacar que o processo de erosão pode impactar na inviabilidade de leitura das peças no momento da escavação. Neste sentido, foi considerado para esta pesquisa a importância de estudar e analisar o processo de erosão e como ele

age nas peças, tendo em vista não só a caracterização dos materiais, mas também o processo de tratamento e a relação com o ambiente na qual a peça estava inserida. Ao mesmo tempo que a erosão é considerada um agente de alteração/deterioração da peça, observou-se com esta pesquisa que ela pode ser considerada também um desdobramento de outros agentes. Portanto, observou-se que das 2.052 peças analisadas, 1.796 (88%) peças apresentaram algum grau de erosão do grupo amostral analisado, ficando de fora dessa porcentagem apenas 256 (12%) peças que não possuem processo de erosão.

Ao considerar a separação dos dois grupos cerâmicos, temos os seguintes resultados: na cerâmica Papeba, de um total de 605 itens analisados, 417 itens possuem processo de erosão, totalizando 69% do grupo estudado, assim como 188 itens preservados, totalizando 31% do grupo. Já do grupo cerâmico Mina, dos 1.447 itens analisados, 1379 foram identificados com processo de erosão, totalizando 95% do grupo cerâmico e 68 itens preservados, totalizando um percentual de 5%.

Diante dos dados apresentados acima, podemos concluir que há uma maior predominância de peças erodidas no conjunto cerâmico Mina, ao considerar que apenas 5% do material analisado deste grupo, se encontra preservado. Neste sentido, é importante destacar também que neste grupo cerâmico, diferente do Papeba, há uma predominância da presença de materiais orgânicos (raízes, conchas e carvões) que puderam ser observados a partir da análise organoléptica, além da predominância do tratamento de superfície “inciso” que corroboram para o processo erosivo. Assim, os resultados deste diagnóstico de conservação, nos apontam para a relação entre processos de erosão com a presença de materiais orgânicos na pasta, processo de queima, além da influência do processo de tratamento de superfície “inciso”, que acaba influenciando no desenvolvimento do processo erosivo.

Assim, a partir da análise organoléptica, a pesquisa foi direcionada para o estudo do processo erosivo na peça e quais os impactos dos elementos agregados como antiplástico e suas resistências às diferentes predisposições do ambiente. Outro direcionamento para a pesquisa foi a análise do desenvolvimento de manchas pontuais na cor preta identificadas não só na superfície da cerâmica como também na área de erosão. No que se refere às manchas pretas, possivelmente estão relacionadas ao desenvolvimento de microrganismos sejam estes líquens, fungos ou bactérias.

A partir da caracterização das peças arqueológicas com auxílio da Espectroscopia Raman, realizada no Laboratório de Física da Universidade Federal do Ceará, podemos identificar a presença de materiais inorgânicos, assim como também de materiais orgânicos. A identificação dos materiais orgânicos é de complexa identificação, dado o processo de alteração das cerâmicas, assim como a necessidade de análises complementares e estudos comparativos que possibilitem uma melhor identificação e interpretação da sua presença.

Dentre os materiais presentes na pasta das cerâmicas analisadas, merece destaque a amostra ST2887.20, pertencente ao grupo cerâmico Papeba, que foi analisada levando em consideração a preservação da superfície da peça. Nesta amostra foi identificada a presença de carbono amorfo (Banda D e G) a partir das bandas em 1326 e 1580 cm^{-1} , que nos apontam para a presença de material orgânico vegetal usado no tratamento de sua superfície, ou possivelmente a resquícios de materiais de consumo que impregnaram na superfície.

Outra peça que merece destaque é a peça ST2773.30, pertencente ao grupo cerâmico Mina. Ela se caracteriza por uma peça com incisões e possui algumas manchas pontuais na cor preta, na qual apontou para bandas em (162, 311 e 678 / 162 e 662) cm^{-1} e que nos leva a identificar a presença de Magnetita (Fe_3O_4). A Magnetita pode ser associada ao desenvolvimento de microrganismos como mencionado anteriormente, como também ao processo de tratamento de superfície.

No que se refere a amostra ST2077.1, também pertencente ao grupo cerâmico Mina, merece destaque por apresentar bandas em (148, 257, 436 e 613) cm^{-1} , que nos aponta para a presença de rutilo (TiO_2). O rutilo é um mineral comum em pastas cerâmicas e que pode ocorrer em decorrência do aquecimento do anatase. Este aparecimento nos leva a refletir sobre a presença de anatase e rutilo na cerâmica arqueológica do sítio Jericoacoara I e sua relação com o grau de queima da peça como tratado anteriormente nesta pesquisa.

Por fim, devemos ainda destacar a presença da banda 2800 cm^{-1} em todas as amostras analisadas, que nos aponta para o possível uso de extratos orgânicos no tratamento de superfície das amostras ou para resquícios materiais relacionados ao uso das vasilhas na produção dos alimentos. Este elemento aponta ainda para uma importante discussão sobre o processo de alteração/degradação e o desenvolvimento de agentes biológicos ao considerar a influência de elementos orgânicos ou inorgânicos, presentes na superfície da pasta cerâmica e na

proliferação de microrganismos. Neste sentido, é necessário a ampliação de pesquisas e estudos sobre o papel dos microrganismos na biodeterioração dos componentes presentes na cerâmica, considerando que eles podem atuar no processo de alteração destes compostos e interferir na leitura e interpretação destes elementos.

Por fim, compreendemos que os estudos Raman podem contribuir significativamente para os estudos e pesquisas dos materiais presentes na pasta cerâmica, assim como suas possíveis alterações em relação ao processo de produção ou aos agentes pós-deposicionais em relação ao contexto arqueológico.

Devido ao caráter exploratório da pesquisa, estudos ampliados e mais aprofundados deverão ser conduzidos a partir dos caminhos apontados, em especial com relação à ação dos microrganismos. Isso torna-se relevante, em especial, para o campo da Arqueologia e da Conservação uma vez que os estudos acerca das interações entre os microrganismos e os compostos químicos presentes na pasta e no tratamento de superfície das peças em cerâmica, entre eles os minerais, ainda são pouco abordados no campo científico.

A finalização desta pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Arqueologia e Patrimônio Cultural nos aponta para a necessidade de estudos laboratoriais, técnicos e científicos que envolvam áreas como Arqueologia, Conservação-Restauração, Física, Química, Biologia, Geologia e Pedologia com o objetivo de ampliar o conhecimento e o entendimento sobre o papel dos microrganismos nos processos tafonômicos. Os futuros projetos devem prever estudos que contemplem análises, desde à escavação, ao considerar a ação ativa destes agentes *in-situ* às coleções em reserva técnica e que já sofreram interferências técnicas e de organização institucional e profissional.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Joana Guilares de. CORREIA, Paulo Rogério Miranda. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referência e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013. Disponível em <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4265>. Acesso abr. 2023.

ALMADA, Agesilau Neiva. Metodologia e materiais para intervenção em peças cerâmicas: apresentação do caso de restauração de uma peça arqueológica do estado de Jalisco, **Cadernos do Lepaarq**, Pelotas, v. 12, n. 23, p. 156-182, 2015.

ALVES, Cláudia. A cerâmica pré-histórica no Brasil: avaliação e proposta. **CLIO Arqueológica**, Recife, v.1, n.7. Recife, p. 11-60, 1991.

APPOLONI, Carlos Roberto. Estudos de cerâmicas arqueológicas brasileiras por metodologias nuclear-atômico-moleculares não destrutivas. **Cadernos do CEOM**, Chapecó, v. 28, n. 43, p. 21-29, dez., 2015.

AZEVEDO, Paula de Aguiar Silva *et al.* Cultivo e isolamento de microorganismos presentes em cerâmicas arqueológicas no ambiente do LEPAAR/UFPEL, na ótica da conservação preventiva. **Revista de Arqueologia**, Pelotas, v. 31, n. 1, p. 172-184, 2018.

BRANDI, Cesare. **Teoria da restauração**. São Paulo: Artes & Ofícios Ateliê Editorial, 2004.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Presidência da República, [2021]. Disponível em: planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.

BRASIL. **Decreto-lei nº 6.844**, de 7 de maio de 2009. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9238.htm#art9. Acesso 03 abr.2022.

BRASIL. **Decreto-lei nº 25**, de 30 de novembro 1937. Do patrimônio histórico e artístico nacional. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Decreto_no_25_de_30_de_novembro_d_e_1937.pdf. Acesso 20 maio 2022

BRASIL. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional – IPHAN. **Instrução Normativa nº 001/2015**, de 25 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe. Disponível

em:http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/instrucao_normativa_001_de_25_de_marco_de_2015.pdf. Acesso 15 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 3.924**, de 26 de julho de 1961. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l3924.htm. Acesso 15 jan. 2023

BRASIL. **Lei nº 378**, de 13 de janeiro de 1937. Dá nova organização ao Ministério da educação e Saúde Pública. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1930-1939/lei-378-13-janeiro-1937-398059-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso 15 jan. 2024.

BRASIL. **Portaria IPHAN nº 196/2016**. Dispõe sobre a conservação de bens arqueológicos móveis, cria o Cadastro Nacional de Instituições de Guarda e Pesquisa, o Termo de Recebimento de Coleções Arqueológicas e a Ficha de Cadastro de Bem Arqueológico Móvel. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Portaria_Iphan_196_de_18_de_mai_2016.pdf. Acesso 15 jan. 2023.

CARBONERA, Mirian; LOPONTE, Daniel. Caracterização das pastas cerâmicas das unidades arqueológicas Itararé-Taquara e Guarani de sítios da Volta do Uvá, Alto Rio Uruguai. **Revista de Arqueologia**, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 02–20, 2020. Disponível em: <https://revista.sabnet.org/ojs/index.php/sab/article/view/708>. Acesso 3 out. 2023.

CONFERÊNCIA GERAL DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 9., 1956, Nova Delhi. [Recomendação de Nova Delhi]. **Cadernos de Sociomuseologia**, [s. l.] v.15, n. 15, p. 90 - 104, 1999. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/view/333>. Acesso 15 abr. 2023.

CONGRESSO INTERNACIONAL DE ARQUITECTOS E TÉCNICOS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS, 2. 1964. Carta de Veneza 1964: carta internacional sobre a conservação e o restauro de monumentos e sítios. **Cadernos De Sociomuseologia**, v.15, n. 15, p. 105-110, 1999. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/view/334>. Acesso 20 mar. 2023.

CASTRO, Viviane Maria de. O perfil técnico cerâmico do sítio Cana brava, Jurema, sudeste do Piauí. **CLIO Arqueológica**, Recife, v.1, n.14, p. 175-192, 2000. Edição Especial.

CAVALCANTE, Luís Carlos Duarte; FABRIS, José Domingos; ARAÚJO, Igor Linhares de. Estudo arqueométrico de cerâmicas arqueológicas do sítio Lagoa do Portinho I. **CLIO Arqueológica**, Recife, v. 30, n. 2, p. 189-240. 2015.

CAVALHERI, Adriana Segato. **Identificação de pigmentos em artefatos arqueológicos via espectroscopia Micro-Raman**. 2010. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Materiais) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010.

CHMYZ, Igor *et al.* Terminologia arqueológica brasileira para a cerâmica. **Cadernos de Arqueologia**, Paranaguá, Ano 1, n. 1, p. 119-148, 1976.

CLAUDINO-SALES, Vanda Carneiro de. Os Litorais cearenses. *In*: SILVA, José Borzacchiello da; CAVALCANTE, Tércia Correia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2. ed. Atual. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.p. 231-260

COPÉ, Silvia Moehlecke; ROSA, Carolina Aveline Deitos. A arqueologia como uma prática interpretativa sobre o passado no presente: perspectivas teórico-metodológicas. *In*: PINTO, Celi R. J.; GUAZZELLI, Cesar A.B. (Org) **Ciências Humanas: pesquisa e método**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. p. 97 -124.

COSTA, Angislene *et al.* A produção de cerâmica no alto Rio Madeira (Século XI-XIII AD): uma abordagem das interações indígenas com a paisagem por meio das técnicas físico-químicas. **Revista de Arqueologia**, [s. l], v. 36, n. 2, p. 122-139, 2023.

COSTA, Carlos Alberto Santos *et al.* Nota sobre a conservação de um púcaro cerâmico do sítio Ladeira da Barroquinha, Salavador, Bahia. **Revista CPC**, São Paulo, v.16, n31, p. 358-370, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/170248>. Acesso em out. 2022.

COSTA, Carlos Alberto Santos. Por políticas para a gestão e musealização do patrimônio arqueológico: uma escala de sentidos. **Habitus**, Goiânia, v. 17, n.1, p. 101-124, 2019.

CRONYN, J. M. **The Elements of Archaeological Conservation**. London: Routledge, 1990.

CUNHA, Almir Paredes. **Dicionário de Artes Plásticas**. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ, 2005.

DESWVALLÉES, André; MAIRESSE, François. **Conceito-chave de Museologia**. Florianópolis: FCC, 2014.

DIETZEK, B. *et al.* Introduction to the Fundamentals of Raman Spectroscopy. *In*: DIEING, T.; HOLLRICHER, O.; TOPORSKI, J. (eds). **Confocal Raman Microscopy**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010.(Series in Optical Sciences, v. 158).p. 21-42.

DOURADO, Everaldo Gomes. **Modos de habitabilidade dos grupos ceramistas: dispersão e dinâmica dunar na praia de Flecheiras, em Trairi, no Ceará**. 2015.133 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2015. Disponível em: https://www.academia.edu/25699152/Modos_de_habitabilidade_dispers%C3%A3o_e_din%C3%A2mica_dunar_na_praia_de_Flecheiras_em_Trairi_no_Cear%C3%A1. Acesso 10 jan. 2023.

DROGUETT, Déborah Mattos. Una experiencia de limpieza de líquenes en cerâmica arqueológica, ensayo com etanol y amônio cuaternario. **Patrimonio y arqueologia**: revista del Observatório del Patrimônio Cultural Arqueológico (OPCA), Bolivia, v. 1, n 1, p. 109-119, 2023. Disponível em: https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/patrimonio_arqueologia/article/view/460. Acesso 03 abr. 2023.

EDWARDS, Howell G. M. *et al.* FT-Raman spectroscopy of lichens on dolomitic rocks: an assenment of metal oxalate formation. **Analyst**, [s.l.], v.128, n. 10, p. 1218-1221, 2003. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2003/an/b306991p>. Acesso 03 abr. 2023.

EDWARDS, Howell G. M. *et al.* Raman spectroscopic analysis of the enigmatic Comper pigments. **Anal Bional Chem**, [s.l.],v. 387, p. 2255-2262, 2007. Disponível em:<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00216-006-1113-y.pdf>. Acesso.05 fev. 2023.

ERTHAL, Fernando *et al.* Tafonomia: uma ciência adulta. *In*: HORODYSKI, Rodrigo Scalise; ERTHAL, Fernando. **Tafonomia**: métodos, processos e aplicações. Curitiba: Editora CRV, 2017. p. 13-27.

ERTHAL, Fernando; RITTER, Matias do Nascimento. Tafonomia atualística: conceitos e aplicações. *In*: HORODYSKI, Rodrigo Scalise; ERTHAL, Fernando. **Tafonomia**: métodos, processos e aplicações. Curitiba: Editora CRV, 2017, p. 29-79.

ETCHEVARNE, Carlos Alberto. Sítios Dunares do Sub-médio São Francisco, Bahia, Brasil. **Journal de la Société des américanistes**, [s l.], v. 78, n 1, p. 57-71, 1992. Disponível em: https://www.persee.fr/doc/jsa_0037-9174_1992_num_78_1_1411. Acesso 03 abr. 2023.

ETCHEVARNE, Carlos Alberto. **Sítios Dunares**:contribuição à arqueologia do sub-médio São Francisco.1991. 205 f. Dissertação (Mestradoem Arqueologia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000733671>. Acesso 03 abr. 2023.

FARIA, Dalva Lúcia A.; AFONSO, Marisa C.; EDWARDS, Howell G.M. Espectroscopia Raman: uma nova luz no estudo de bens culturais. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, n. 72, p. 249-267, 2002.

FARIA, Dalva Lúcia Araújo de. Espectroscopia Raman e a Ciência do Patrimônio: aspectos gerais e panorama atual na América do Sul. **Cadernos do Lepaarq**, Pelotas, v. 15, n. 30, p. 344-365, jul./dez., 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/lepaarq/article/view/14162>. Acesso 05 mar. 2023.

FARIA, Dalva Lúcia Araújo de *et al.* Análise de pinturas rupestres do Abrigo do Janelão (Minas Gerais) por microscopia Raman. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 8, p.1358 - 1364, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/4v3DsxJkDqBmz4CjmycW8Wf/?lang=pt>. Acesso 03 abr. 2023.

FARIA, Dalva Lúcia Araújo de; PUGLIERI, Thiago Sevilhano. Um exemplo de aplicação da microscopia Raman na autenticação de obras de arte. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 8, p. 1323-1327, 2011. Disponível em: https://repositorio.usp.br/bitstream/handle/BDPI/12351/art_FARIA_Um_exemplo_de_aplicacao_da_Microscopia_Raman_2011.pdf?sequence=1. Acesso 03 abr. 2023.

FARIAS FILHO, Benedito Batista; LAGE, Maria Conceição S. Menezes; LIMA, Rássius Alexandre. Estudo químico de eflorescências salinas do Sítio Arqueológico Toca do Exu do Jurubeba do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, n 9, p. 983-988, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/NbKhrkn4b8MMvqJnnDYfp6G/#>. Acesso 06 abr. 2023.

FELICIANO, Inês Isabel Mateus da Silva. **Cerâmica arqueológica: estudo comparativo da eficácia de consolidantes aplicados no processo de dessalinização**. 2016. 42 f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Restauo, Especialização em Cerâmica Vidro) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/20342>. Acesso 03 abr. 2023.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, Carmelo. **Guia de campo para la Recuperación y conservación del material arqueológico «in situ»**. Santiago de Compostela, Corunha, Espanha: Asociación Profesional de Arqueólogos de Galicia e Tórluco Edicións,1990.

FIGUEIREDO JÚNIOR, João Cura D'Ars de. **Química aplicada à conservação e restauração de bens culturais:uma introdução**. Belo Horizonte: São Jerônimo, 2012.

FRONER, Yacy-Ara. Conservação e Restauração: a legitimação da ciência. **Acervo**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 47-56, jul./dez., 2010. Disponível em: <https://revista.arquivonacional.gov.br/index.php/revistaacervo/article/view/25>. Acesso 05 abr. 2023.

FRONER, Yacy-Ara; SOUZA, L. A. C. **Preservação de bens patrimoniais: conceitos e critérios**. Belo Horizonte: LACICOR : EBA : UFMG, 2008.(Tópicos em conservação preventiva; 3).

GUICHEN, Gaël. Objetos enterrados, objetos desenterrados. *In*: STANLEY PRICE, Nicholas P. **La conservación en excavaciones arqueológicas**. Roma: ICCROM,1984. p.33-40.

GUIMARÃES, Livia Souza. **A documentação museológica para o diagnóstico de danos em cerâmicas arqueológicas**.2019. 54 f.(Monografiaem Museologia) Universidade Federal do Pará, Pará, 2019. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/bitstream/prefix/2229/1/TCC_DocumentacaoMuseologicaDiagnostico.pdf. Acesso mar. 2023.

HASSAN, Muhammad Bin *et al*. Carbon sequestration assessment using varying concentrations of magnetotactic bacteria. **Environ mental Advances**, [s. l.],v. 9, p. 01-11, 2022.Disponível

em:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666765722001259>. Acesso 30 jun. 2023.

HERBERTS, Ana Lúcia. **Relatório de Resgate arqueológico na faixa de Servidão da linha de Transmissão de 138 KV Quebra-Queixo - Pinhalzinho, SC.** Florianópolis, SC:Scientia Ambiental, 2003. (Relatório Final).

HODDER, Ian. **Interpretación en arqueología: corrientesactuales.** Barcelona: Editorial Crítica, 1988.

HUANG, Weiet *a*.Iron acquisition and mineral transformation by cyanobacteria living in extreme environments. **Materials Today Bio**, [s. l.],v. 17, p. 1 -9, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590006422002915>. Acesso 10 jan. 2023.

ICOMOS,1990. Carta de Lausanne: carta para a protecção e gestão do património arqueológico, 1990. **Cadernos de Sociomuseologia**, v. 15, n. 15, p. 233 – 242, 1999. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/view/344>. Acesso 20 mar. 2023.

ITÁLIA. Ministério de Instrução Pública. Carta do restauro 1972. circular nº 117 de 6 de abril de 1972. **Cadernos de Sociomuseologia**, v. 15, n. 15, 11. P. 147 – 149, 1999. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/cadernosociomuseologia/article/view/337>. Acesso 18 fev. 2023.

LA SALVIA, Fernando; BROCHADO, José P. **Cerâmica Guarani.** Porto Alegre: Pozenato Arte & Cultura, 1989.

LAGE, Maria Conceição Soares Meneses. A conservação de sítios de arte rupestre. **Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** Brasília, n. 33, p. 95-107, 2007. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/revista_33compressed.pdf. Acesso 03 abr. 2023.

LAGE, Maria Conceição Soares Meneses; FARIAS FILHO, Benedito Batista. Arqueometria aplicada à conservação de sítios de arte rupestre. **Cadernos do Lepaarq**, Pelotas,v. XV, n. 30, p. 327-343, jul./dez., 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/lepaarq>. Acesso 03 abr. 2023.

LAMOTTA, V.; SCHIFFER, M. Archaeological formation processes. *In*: Renfrew, C.; Bahn, P. (Ed.) **Archaeology: the key concepts.** New York: Routledge, 2005. p. 91-95.

LEGODI, M. A.; DE WAAL, D. Raman spectroscopic study of ancient South African domestic clay pottery. **Spectrochimica Acta Part A: molecular and biomolecular spectroscopy**,[s. l.], v. 66, n. 1, p. 135-142, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386142506001260>. Acesso 05 maio 2023.

LIMA, Silvia Cunha. A Conservação de Cerâmicas Arqueológicas da Amazônia. *In*: BARRETO, Cristiana *et al.* (Org.) **Cerâmicas arqueológicas da Amazônia**: rumo a uma nova síntese. Belém: IPHAN, 2016.

MARGATO, Bianca; SANTOS, Maylla dos; BARROS, Henrique Lins de. Propriedades magnéticas de organismos magnetotáticos: um trabalho multidisciplinar. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 347–353, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/XYWpKv7H85s6PCjp6NCkxTz/>. Acesso 03 abr. 2023.

MARSHALL, Craig P. *et al.* Combined micro-Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and micro-Raman spectroscopy of Proterozoic acritarchs: a new approach to palaeobiology. **Precambrian Research**, [s. l.], v. 138, n.3-4, p. 208-224, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301926805000860>. Acesso 05 abr. 2023.

MARTIN, Gabriela. **Pré-história do Nordeste do Brasil**. 2. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1997.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. SILVA, Edson Vicente da. **Parque Nacional de Jericoacoara**: trilhas para a sustentabilidade. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

MENEZES, Jorge Almeida de. **Caracterização de fragmentos cerâmicos de terra preta de Índio**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Química) -Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/4447/2/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Jorge%20Almeida%20de%20Menezes.pdf>. Acesso 05 maio 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MUÑOZ VIÑAS, Salvador. **Teoria contemporânea da Restauração**. Tradução: Flávio Carsalade. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2021. 215 p. Título original: Teoría contemporânea de la restauración.

NASCIMENTO, Ana. LUNA, Suely. Cerâmica arqueológica dos sítios dunares no Rio Grande do Norte - Brasil. **CLIOArqueológica**, Recife, n.12. p. 17-25, 1997.

NIESSEN, Ana Marijke Alves, **Mapas por Microscopia de Raman – Caso de estudo: cerâmica arqueológicas portuguesas da idade do Ferro proveniente do Castro de Azougada**. 2010. 73f. Dissertação (Mestrado em Conservação e Restauro)- Departamento de Conservação e Restauro, Universidade Nova de Lisboa, Monte de Caparica, 2010. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/4955>. Acesso 05 abr. 2023.

NOBRE, João Nilo de Souza. **Memória social e espacialidade de grupos ceramistas em Trairi, CE**. 2013. 120 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10970/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Jo%c3%a3o%20Nilo%20de%20Souza%20Nobre.pdf>. Acesso 05 abr. 2023.

OLIVEIRA, L.S.S. *et al.* Archeometric study of pottery shards from Conjunto Vilas and São João, Amazon. **Radiation Physics and Chemistry**, [s.l.], v. 167, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/15fe04ab-c9ba-4419-9c61-3c856d3ec50a/1-s2.0-S0969806X18313549-main.pdf>. Acesso 12 abr. 2023.

OLIVARES, M. *et al.* Characterisation of fine wall and eggshell Roman pottery by Raman spectroscopy. **Journal of Raman Spectroscopy**, v. 41, p. 1543-1549, 2010.

ORTON, Clive; TYERS, Paul; VINCE, Alan. **La cerâmica en arqueología**. Barcelona: Crítica, 1997. 312 p.

PENEDA, Ana Maria Rodrigues. **Autenticação de Obras de arte por Microscopia de Raman**. 2017. 89f. Dissertação. (Mestrado em Química Forense) - Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2017. Disponível em: https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/81751/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Tes e_Mestrado_Ana_Peneda.pdf. Acesso 15 fev. 2023.

POCINHO, Margarida. **Metodologia de Investigação e Comunicação do Conhecimento Científico**. Lisboa: Lidel, 2012.

PORTER, D. *et al.* **The role of biofilms and lichens in the preservation of archaeological features in the bandelier tuff**, Bandelier National Monument. [Burlington]: The School of Engineering, University of Vermont, 2014. 22 p. Disponível em: http://depts.washington.edu/pnwcesu/reports/P13AC01151_Final_Report.pdf. Acesso 12 jan. 2023.

PROUS, André. **Arqueologia Brasileira: a pré-história e os verdadeiros colonizadores**. 1. ed. Cuiabá, MT: Archaeo: Carlini&Caniato, 2019.

PUGLIERI, Thiago Servilhano; MADDEN, Odile; ANDRADE, Gustavo F.S. SHINERS na herança cultural: Os espectros SHINERS podem sempre ser comparados com os espectros Raman normais? Um estudo da alizarina e sua adsorção na camada de dióxido de silício. **Journal of Raman Spectroscopy**, [s.l.], v. 52, p.1406 – 1417, 2021. Disponível em: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jrs.6172>. Acesso 10 fev. 2023.

RIZZUTO, Márcia de Almeida *et al.* Métodos analíticos não destrutivos para análise de obras de arte. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, p. 177 - 188, 2009. Supl. 8. Trabalho apresentado na I semana de arqueologia, 2007, São Paulo. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/321844644_Metodos_analiticos_nao_destrutivos_para_analise_de_obras_de_arte. Acesso 05 abr. 2023.

ROJAS POHLHAMMER, Francisca. **Restauración y conservación de cerámica arqueológica Mapuche**. 2009. 193 p. [Trabalho de conclusão de curso] (Tesis presentada para optar al Postítulo de Restaurador - Conservador de Patrimonio cultural mueble) - Escuela de Postgrado, Facultad de Artes, Universidad de Chile, Santiago, 2009. Disponível em: https://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/ar-rojas_f/pdfAmont/ar-rojas_f.pdf. Acesso 15 abr. 2023.

RYE, Owen S. **Pottery technology: principles and reconstruction**. Washington: Taraxacum, 1981. (Manuals on Archeology, v. 4).

SAIKIA, B.J.*et al.* Raman and FTIR Spectroscopic Evaluation of Clay Minerals and Estimation of Metal Contaminations in Natural Deposition of Surface Sediments from Brahmaputra River. **International Journal of Geosciences**, [s.l.], v.7, p. 873-883, 2016. Disponível em: https://www.scirp.org/pdf/ijg_2016070816324899.pdf. Acesso 13 jan. 2023.

SALLUM, Mariane *et al.* Estudos de pigmentos, pastas e vestígios químicos de cerâmica Tupi do sítio Gramado (Brotas, São Paulo – Brasil). **Cadernos do Lepaarq**, Pelotas, v. XV, n.30, p.191-218, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/lepaarq>. Acesso 10 jan. 2023.

SANTOS, Thalison dos. **Tecnologia lítica e economia no Sítio Serrote de Jericoacoara**: caracterização de uma indústria do Holoceno recente. 2018. 207 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34567>. Acesso 20 fev. 2023.

SANZ NAJERA, María. La conservación em arqueología. **MUNIBE**, San Sebastian, n. 6, p. 65 – 71, 1988. Suplemento.

SCATAMACCHIA, Maria Cristina Mineiro. O aparecimento da cerâmica como indicador de mudança do padrão de subsistência. **Revista de Arqueologia**, [s.l.], v.6, p. 32-39, 1991. Disponível em: <https://revista.sabnet.org/ojs/index.php/sab/article/view/82>. Acesso 15 jan. 2023.

SEASE, Catherine. Tratamiento de primeiros auxilios para los hallazgos excavados. *In*: STANLEY PRICE, Nicholas P. **La conservación em excavaciones arqueológicas**. Roma: ICCROM, 1984. p. 41-58.

SHARMA, Shiv K. *et al.* Remote Raman Spectroscopy of Various Mixed and Composite Mineral Phases at 7.2 m Distance. *In*: LUNAR AND PLANETARY SCIENCE CONFERENCE, 37., 2006. League City, TX. **[Anais]**. League City: Lunar and Planetary Institute, 2006. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20060010179>. Acesso 20 jan. 2023.

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

SILVA, Fabiola Andréa; LIMA, Silvia Cunha. Etnoarqueologia, conservação arqueológica e a compreensão dos processos de formação do registro arqueológico na Amazônia: a cerâmica arqueológica dos asurini do Xingu, Pará. **Revista de Arqueologia**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 123-142, 2015. Disponível em: <https://revista.sabnet.org/ojs/index.php/sab/article/view/419>. Acesso 12 maio 2023.

SILVA, MarluCIA Lopes. **Caracterização dos sítios arqueológicos em dunas do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Brasil**. 2003. 132 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Programa de Pós Graduação em História, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/7782>. Acesso 12 abr. 2023.

SLAVOV, L. *et al.* Raman spectroscopy investigation of magnetite nanoparticles in ferrofluids. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, [s.l.], v. 322, n. 14, July, p. 1904-1911, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304885310000065?via%3Dihub>. Acesso 20 abr. 2023.

SMITH, Gregory D.; CLARK, Robin J.H. Raman microscopy in archaeological science. **Journal of Archaeological Science**, [s.l.], v. 31, p. 1137-1160, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440304000238>. Acesso 15 jan. 2022.

SOARES, Karlla Andrêssa. **Caracterização do(os) grupo(os) ceramista(as) da Enseada de Jericoacoara, extremo litoral nordeste do Estado do Ceará**: subsídios tecnológicos crono-estratigráficos e etno-histórico. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia e Conservação do Patrimônio, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/34666/4/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Karlla%20Andr%c3%aassa%20Soares.pdf>. Acesso 05 abr. 2023.

SOTO, Daiana Marilé. Deterioro de fragmentos cerâmicos por laacción de líquenes. *In*: PIFFERENTTI, Adrián Angel; DOSZTAL, Irene. **Arqueometría Argentina, metodologías científicas aplicadas al estudio de los bienes culturales**: datación, caracterización, prospección y conservación. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Aspha, 2015. p. 207-220.

SOUSA, Luci Danieli Avelino de. **Os grupos pré-históricos ceramistas da praia de Sabiaguaba, Fortaleza/CE-Brasil**. 2011. 200 f. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/476>. Acesso 12 abr. 2023.

SOUZA FILHO, Antonio Gomes de. Conversa com Cientista [Entrevista concedida a] Rute de Alencar. *In*: UFCTV. **Plataforma Youtube**. Fortaleza, 4 de set. de 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LeqTI-XrIBQ>. Acesso 20 jan. 2022.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz. **Conservação preventiva**: controle ambiental. Belo Horizonte: LACICOR : EBA :UFMG, 2008.

SOUZA, Luiz Antônio Cruz; FRONER, Yacy-Ara. **Reconhecimento de materiais que compõem acervos**. Belo Horizonte: LACICOR: EBA: UFMG, 2008.

STANLEY PRICE, Nicholas P. Excavación y Conservación. *In*: STANLEY PRICE, Nicholas P. **La conservación en excavaciones arqueológicas**. Roma: ICCROM, p. 13-21, 1984.

TENREIRO, Yolanda Porto. **Medidas Urgentes de Conservación en Intervenciones Arqueológicas**. Espanha: Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais, 2000.

TRIGGER, Bruce Graham. **História do pensamento arqueológico**. São Paulo: Odysseus, 2004.

VAN KLINKEN, J. Magnetization of Ancient Ceramics. **Archaeometry**, [s.l.], v. 43, n. 1, p. 49–57, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1475-4754.00004>. Acesso 05 mar. 2023.

VIANA, Verônica Pontes. **Dinâmicas culturais e ambientais na praia de Jericoacoara, Jijoca de Jericoacoara, Ceará – Brasil**. 2018. 365 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Programa de Pós-Graduação em Arqueologia e Interfaces Disciplinares / Proarq, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/10457>. Acesso 05 abr. 2023.

VIANA, Verônica; SOARES, Karlla; SOUZA, Luci Danielli. Os antigos habitantes da praia de Jericoacoara, Ceará: arqueologia, história e ambiente. **CLIOArqueológica**, Recife, v.1, n.22, p. 177-202, 2007.

VIEGAS, B. M. *et al.* A influência da temperatura nas transformações de fases dos minerais presentes na lama vermelha: redução da hematita à magnetita. **Matéria**, Rio De Janeiro, v. 25, n 1, p. 01-12, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/ymVZtFPh6FKXjqpHBrshjwy/?lang=pt>. Acesso 20 jan. 2022.

WINTER, Cecilia Pérez; FAGUNDES, Marcelo; RODRIGUES, Sílvia Carlos. Una aproximacióntafonómica al análisis arqueológico del material cerámico: caso experimental Sitio São Lourenço 1, município de Ituiutaba (MG). **Revista UnG - Geociências**, São Paulo, v.9, n.1, p. 14-33, 2010. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/730/868>. Acesso 15 jan. 2023.

ZAPATERO, Gonzalo Ruiz. La excavación arqueológica. *In*: GARCÍA DIEZ, Marcos; ZAPATA PEÑA, Lydia. **Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología pré-histórica**: de lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos. Espanha: Universidade del país Basco, 2013. p.39-72.

GLOSSÁRIO

Abrasões – incisão intencional ou não, que pode deixar marcas na peça ou retirar parte de seu suporte.

Alteração da cor – processo natural ou intencional na qual a peça sofre causando a alteração da cor de seu suporte.

Alteração da volumetria/Erosão – processo de desgaste ocasionado na pasta da cerâmica que acaba gerando perda do volume da peça.

Análise organoléptica – processo de análise através dos sentidos (tato, olfato, visão e paladar).

Antiplásticos- elementos (orgânicos e inorgânicos) inseridos na pasta da cerâmica durante o processo de produção das peças com objetivo de retirar a plasticidade da argila.

Conservação – conjunto de ações diretas e indiretas, com o objetivo de estabilizar ou prevenir processos de deterioração de acervos e coleções.

Craquelê – processo de fragmentação e desprendimento da camada superficial da peça ocasionado de forma natural ou intencional.

Desgaste da superfície pontual – processo inicial e natural de degradação que podem estar relacionados ao uso ou as ações do tempo.

Desgaste das bordas (arredondamento) – processo de erosão das bordas da peça ocasionada pela dinâmica das dunas que acaba arredondando seus ângulos.

Diagnóstico de Conservação – procedimento elaborado com o objetivo de avaliar a conservação, com base nas condições físicas da peça a partir da observação.

Eflorescência de Sais – acúmulo de sais solúveis que em contato com a água acabam aflorando na superfície da peça em forma de pó branco.

Elementos taxonômicos – elementos relacionados ao processo de alteração na qual os materiais podem sofrer durante o processo pós-deposicional.

Fatores extrínsecos de degradação - são fatores de degradação que estão relacionados ao ambiente, ou seja, ao contexto na qual a peça está inserida.

Fatores intrínsecos de degradação – são fatores de degradação que estão relacionados à composição do suporte da peça.

Lascado ou delaminação da superfície – perda da pasta interna da peça através do processo de erosão que acaba criando lâminas na peça.

Líquens – é um organismo que tem origem a partir da associação simbiótica entre cianobactérias e fungos ou de algas verdes e fungos.

Manchas – interferência pontual na superfície da peça ocasionada pelo desenvolvimento de algum agente biológico ou pela presença de materiais.

Marcas – elemento deixado na peça em decorrência de ação intencional ou natural.

Material aderido à superfície – presença de elemento externo a pasta da cerâmica que acabaram impregnando em sua superfície.

Orifícios – pequenos furos na pasta da cerâmica.

Pasta – componente formado pela argila e elementos antiplásticos para formar a peça cerâmica.

Perda – ausência de algum elemento pertencente a matéria.

Perda de suporte – ausência de parte do suporte da peça em decorrência de dano ou processo de alteração.

Preservação – conjunto de ações com o objetivo de salvaguarda o bem, garantindo o acesso para as gerações atuais e futuras.

Pulverulências – processo de erosão da peça ocasionado pela presença de sais minerais que acaba transformando seu suporte em pequenas partículas.

Quartzo – é considerado o segundo mineral mais abundante da terra, ocorrendo em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

Quebra – processo intencional ou não, de desestruturação do suporte que pode causar a fragmentação da peça.

Rachaduras e fissuras – processo de alteração da estrutura da peça ocasionado pela relação entre o material agregado na pasta e as predisposições do momento da queima, do uso e/ou do processo pós-deposicional.

Redução do tamanho e deformação – processo relacionado às alterações dos ambientes que podem interferir na mudança de tamanho e na forma da peça.

Restauração – processo de intervenção direta do bem, com o objetivo de restabelecer a peça a suas características ditas originais.

Riscos – elemento intencional ou não, produzido direto sobre a superfície da peça, que podem estarrelacionados as abrasões.

Suporte - material que compõem a peça.