



**N OVA**  
NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE  
CONSERVAÇÃO E RESTAURO

# CERÂMICA CALCOLÍTICA DA REGIÃO DE LISBOA:

CARACTERIZAÇÃO ARQUEOMÉTRICA  
DE CERÂMICA PRÉ-HISTÓRICA

RUTE FLÁVIA MPIANA CORREIA CHAVES  
Mestre em Conservação e Restauro

DOUTORAMENTO EM CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO PATRIMÓNIO  
Universidade NOVA de Lisboa  
Setembro, 2022



# CERÂMICA CALCOLÍTICA DA REGIÃO DE LISBOA:

## CARACTERIZAÇÃO ARQUEOMÉTRICA DE CERÂMICA PRÉ-HISTÓRICA

**RUTE FLÁVIA MPIANA CORREIA CHAVES**

Mestre em Conservação e Restauro

**Orientador:** António Manuel Monge Soares,  
Investigador Principal, Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa

**Coorientador:** João Pedro Botelho Veiga,  
Professor Associado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

### Júri:

**Presidente:** Maria Paula Pires dos Santos Diogo,  
Professora Catedrática, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade NOVA de Lisboa

**Arguentes:** José António Paulo Mirão,  
Professor Associado com Agregação, Laboratório HERCULES da  
Universidade de Évora

João Paulo Pereira de Freitas Coroado,  
Professor Coordenador, Instituto Politécnico de Tomar

**Orientador:** António Manuel Monge Soares,  
Investigador Principal, Instituto Superior Técnico da Universidade de  
Lisboa

**Membros:** João Luís Serrão da Cunha Cardoso,  
Professor Catedrático, Universidade Aberta

Maria Paula Pires dos Santos Diogo,  
Professora Catedrática, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade NOVA de Lisboa

Márcia Gomes Vilarigues,  
Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade NOVA de Lisboa

DOUTORAMENTO EM CONSERVAÇÃO E RESTAURO DO PATRIMÓNIO

Universidade NOVA de Lisboa  
Setembro, 2022

**Cerâmica Calcólica da Região de Lisboa:  
Caracterização Arqueométrica de Cerâmica Pré-Histórica**

Copyright © Rute Flávia Mpiana Correia Chaves, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

# AGRADECIMENTOS

A Deus.



Poderia ficar por aqui, estou tão cansada.

Mas seria ingrato não realçar nomes absolutamente vitais nesta caminhada:

António Monge Soares

João Pedro Veiga, Augusta Moniz Lima

.

Ana Catarina de Sousa, Gisela Encarnação e José Arnaud

Fátima Araújo, Márcia Vilarigues, Pedro Valério e António Gonzalez

Nuno Leal, Carlos Galhano, Mariana Diniz, Ana Maria Martins e Eduarda Ferreira

Catarina Geraldès, Sara Sá, Francisca Polido Valente e Fernanda Carvalho

.

José, Ana, Raquel e Rafael Correia

Francisco, Ana, Catarina, Simão Chaves

André Cunha e Susana Chaves

Aos Lino Ramalho e aos Carvalho Serrano, aos Dias Martins e aos Alves e Calaim

.

João Timóteo, João Estêvão & Vitória Jael Correia Chaves

Tito Correia Chaves.



Grata à Fundação para a Ciência e a Tecnologia pela bolsa PD/BD/114409/2016,

e ao DCR/FCT-UNL, VICARTE e C<sub>2</sub>TN-IST-UL pelo acolhimento.

Foram seis anos de PhD, entre os quais pelo menos três em crise, com uma pandemia global (COVID-19) e uma guerra na Europa.

Duas gravidezes (uma de gémeos), três filhos furacões e uma mudança de casa pelo meio.

Estou tão cansada, mas não mudaria nada.

Não ficarei por aqui.



# RESUMO

O principal objetivo deste estudo multidisciplinar é caracterizar a nível textural, químico e mineralógico amostras cerâmicas de quatro sítios Calcolíticos da região de Lisboa, a fim de determinar se as matérias-primas e as técnicas de produção permaneceram as mesmas ao longo do tempo e se são, ou não, produção local tentando, ao mesmo tempo, identificar as fontes da argila utilizada na fabricação dessa cerâmica. Para tal, um total de 149 fragmentos cerâmicos de Vila Nova de São Pedro, Penedo do Lexim, Espargueira e Baútas foram analisados, para além de 19 amostras de depósitos sedimentares (possíveis barreiros) recolhidos na área de influência de cada um destes sítios arqueológicos.

A análise textural por microscopia ótica de secções transversais polidas permitiu a caracterização de pastas e inclusões. A caracterização química foi realizada através da micro-espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias, enquanto que a análise mineralógica se realizou através da difração de raios X, complementada por microscopia petrográfica em lâminas delgadas e microespectroscopia Raman, para a identificação de inclusões não-plásticas.

Os resultados sugerem que as técnicas de produção permaneceram semelhantes ao longo de todo o Calcolítico, estando as diferenças texturais relacionadas sobretudo com as diferentes formas e funções das peças. As fases mineralógicas presentes sugerem uma temperatura de cozedura entre 700 e 800 °C, numa atmosfera muito heterogénea, mas principalmente redutora e, embora a maioria das peças não apresente inclusão propositada de têmpera, esta parece ter sido utilizada algumas vezes, sobretudo sob a forma de grãos de quartzo, calcite e chamote. A análise multivariada dos teores químicos e mineralógicos permitiu agrupar as cerâmicas em alguns conjuntos constituídos por exemplares de diversas tipologias decorativas, abarcando diversas fases cronológico-culturais. Os resultados sugerem ainda que as cerâmicas sejam de produção local e que tenham sido utilizadas múltiplas fontes de matéria-prima, designadamente argilas com origem em rochas vulcânicas da zona de influência de cada sítio arqueológico. No entanto, alguma cerâmica (de VNSP) poderá não ser local, mas sim ter sido adquirida a partir de uma rede de trocas regional ou mesmo inter-regional.

**Palavras-chave:** Arqueometria; Análise multivariada; Têmpera; Depósitos argilosos; Cerâmica local; Rede de trocas.



# ABSTRACT

The main objective of this multidisciplinary study is to characterize at textual, chemical and mineralogical levels ceramic samples from four Chalcolithic settlements in the Lisbon region, in order to determine if raw materials and production techniques have remained the same over time and if they are, or not, local productions trying, at the same time, to identify sources of the clay used in the pottery manufacture. To do so, a total of 149 ceramic shards from Vila Nova de São Pedro, Penedo do Lexim, Espargueira and Baútas were analysed, as well as 19 samples of sedimentary deposits (possible clay deposits) collected in areas of influence of each of the archaeological settlements.

Textural analysis using optical microscopy of cross sections allowed the characterization of pastes and inclusions. Chemical characterization was undertaken using micro energy dispersive X ray fluorescence spectrometry, while mineralogical analysis was made using X-ray Powder diffraction complemented by petrographic microscopy in thin sections and Raman microspectroscopy for identification of non-plastic inclusions.

Results suggest that production techniques may have remained similar throughout all the Chalcolithic period and the textural differences are mainly related to the different shapes and functions of the vessels. The mineralogical phases present suggest a firing temperature between 700 and 800 °C, in a very heterogeneous atmosphere, but mainly a reducing atmosphere and, although most of the pieces do not include temper, it seems to have been used a few times, mainly in the form of grains of quartz, calcite and chamotte. Multivariate analysis of the chemical and mineralogical data allowed to group the ceramics in some sets constituted by samples of different decorative typologies with different chronological-cultural phases. The results also suggests that the ceramics are locally produced and that multiple sources of clay, mainly clays with origin in volcanic rocks at the area of influence of each archaeological settlement, have been used. However, some ceramics (from VNSP) may not be local, but may have been acquired from a regional or even a interregional trade route.

**Key-words:** Archaeometry; Multivariate analysis; Temper; Clay deposits; Local ceramics; Trade route.



# LISTA DE PUBLICAÇÕES RESULTANTES DA PRESENTE INVESTIGAÇÃO

## Artigos

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2022). Characterization of Chalcolithic Ceramics from the Lisbon Region, Portugal: An Archaeometric Study. *Heritage*. 5, 2422-2443. (CiteScore Q1).

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2021). Cerâmicas Calcolíticas de Vila Nova de São Pedro (Região de Lisboa) – Caracterização Textural e Química. *Atas do XIII Congresso Ibérico de Arqueometria (Estudos Arqueológicos de Oeiras)*. Oeiras. 29, 17-24.

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2021). Investigando depósitos argilosos, possíveis barreiros, associados a sítios arqueológicos calcolíticos na região de Lisboa, *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Direção Geral do Património Cultural. 24, 41-57.

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (no prelo). A Cerâmica Calcolítica de Vila Nova de São Pedro - Caracterização Textural, Química e Mineralógica. *Centro de arqueologia da Universidade de Letras - Associação dos Arqueólogos portugueses*. Lisboa.

## Comunicações orais

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2022). Archaeometric Study of Chalcolithic Ceramics from Lisbon". 2<sup>nd</sup> National Crystallographic Meeting. Instituto Superior Técnico, 15-16 July, Lisbon, Portugal.

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2021). A Cerâmica Calcolítica de Vila Nova de São Pedro - caracterização textural, química e mineralógica. Vila Nova de São Pedro - 1971/2021: cinquenta anos de investigação sobre o Calcolítico, no Ocidente Peninsular. 22-24 de Novembro de 2021, Faculdade de Letras, Lisboa, Portugal.

CHAVES, R. C.; LIMA, A.; SOARES, A. M. (2019). Chalcolithic ceramics from Vila Nova de São Pedro (Lisbon Region-Portugal)- Textural and chemical analysis, EMAC 2019, 15th Edition of European Meeting on Ancient Ceramics, Faculty of Geography and History, Montalegre 6, 16-18 September, Barcelona, Spain.

CHAVES, R. C.; LIMA, A.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2019). Textural, mineralogical and chemical analyses of Chalcolithic ceramics from Vila Nova de São Pedro (Azambuja, Lisbon region), MATERIAIS 2019, XIX Congresso da Sociedade Portuguesa de Materiais and X International Symposium Materials, Rectorate of Universidade Nova de Lisboa, 14-16 April, Lisbon, Portugal.

## Posters

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOUSA, A. C.; ENCARNAÇÃO, G.; SOARES, A. M. (2020). Chalcolithic Ceramics from the Lisbon Region – An Archaeometric Study, Encontro Ciência 2020, Centro de Congressos de Lisboa, Lisboa, 3-4 Novembro, Lisboa Portugal.

CHAVES, R. C.; VEIGA, J. P.; SOARES, A. M. (2019). Cerâmicas Calcolíticas de Vila Nova de São Pedro (Região de Lisboa) - Caracterização textural e química (primeira abordagem)", XIII Congresso Ibérico de Arqueometria, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 16-19 Outubro. Faro, Portugal.

# ÍNDICE GERAL

|   |      |
|---|------|
| AGRADECIMENTOS.....   | iii  |
| RESUMO.....   | v    |
| ABSTRACT.....   | vii  |
| LISTA DE PUBLICAÇÕES RESULTANTES DA PRESENTE INVESTIGAÇÃO.....  | ix   |
| ÍNDICE GERAL.....   | xi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | xv   |
| ÍNDICE DE TABELAS.....  | xxv  |
| LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....   | xxix |
| <br>  |      |
| <b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.</b>  |      |
| 1.1. Proposta de trabalho. Objetivos.....   | 1    |
| 1.2. Considerações sobre o estado de arte.....  | 6    |
| <br>  |      |
| <b>CAPÍTULO 2: A CERÂMICA CALCOLÍTICA DA REGIÃO DE LISBOA.</b>  |      |
| 2.1. A cerâmica: conceitos, origem e composição.....  | 13   |
| 2.1.1. Exploração do conceito e origem.....   | 13   |
| 2.1.2. Composição química.....  | 15   |
| 2.1.3. Técnicas de produção.....  | 17   |
| 2.1.3.1. Preparação da pasta.....   | 17   |
| 2.1.3.2. Fabricação de recipientes.....   | 19   |
| 2.1.3.3. Tratamento e acabamento de superfícies.....  | 20   |
| 2.1.3.4. Técnicas decorativas.....  | 21   |
| 2.1.3.5. Cozedura.....  | 23   |
| 2.1.4. Transformações térmicas.....   | 25   |
| <br>  |      |
| 2.2. O Calcolítico na região de Lisboa: considerações sobre este período cultural na região da Estremadura portuguesa, articuladas com os horizontes da cerâmica arqueológica do mesmo..... | 28   |
| 2.2.1. O Calcolítico.....   | 28   |
| 2.2.2. A região de Lisboa: geologias, clima e recursos naturais.....  | 31   |
| 2.2.3. O Calcolítico na região de Lisboa e tipologias cerâmicas associadas.....   | 33   |

**CAPÍTULO 3: OS POVOADOS PRÉ-HISTÓRICOS AMOSTRADOS E RESPETIVO ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO. DEPÓSITOS ARGILOSOS - EVENTUAIS BARREIROS.**

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Os povoados selecionados.....   | 41 |
| 3.1.1. Vila Nova de São Pedro (VNSP).....                                    | 44 |
| 3.1.2. Penedo do Lexim (PL).....   | 49 |
| 3.1.3. Espargueira (EPR) e Baútas (BAT).....                                 | 53 |
| 3.2. Depósitos argilosos (eventuais barreiros) .....                         | 56 |
| 3.2.1. Composição dos basaltos e calcários e meteorização destas rochas..... | 57 |
| 3.2.2. Enquadramentos geomorfológicos dos sítios arqueológicos em causa..... | 59 |
| 3.2.2.1. Vila Nova de São Pedro.....   | 59 |
| 3.2.2.2. Penedo do Lexim.....  | 60 |
| 3.2.2.3. Espargueira e Baútas.....   | 61 |

**CAPÍTULO 4: MATERIAIS.**

|  |    |
|--|----|
| 4.1. A cerâmica – amostras selecionadas..... | 63 |
| 4.1.1. Formas.....                           | 66 |
| 4.1.2. Decorações.....                       | 69 |
| 4.2. A argila – amostras recolhidas.....     | 74 |

**CAPÍTULO 5: MÉTODOS.**

|   |    |
|---|----|
| 5.1. Preparação dos diversos tipos de amostras a analisar.....                | 77 |
| 5.1.1. Preparação inicial dos fragmentos.....                                 | 77 |
| 5.1.2. Secções transversais.....  | 79 |
| 5.1.2.1. Secções transversais polidas.....                                    | 79 |
| 5.1.2.2. Lâminas delgadas.....  | 80 |
| 5.1.3. Pós.....   | 82 |
| 5.1.3.1. Pós em agregados não orientados.....                                 | 82 |
| 5.1.3.2. Pastilha de pó comprimido.....                                       | 84 |
| 5.1.4. Cozimento das amostras de argilas.....                                 | 84 |
| 5.2. Metodologia usada nas análises texturais, químicas e mineralógicas ..... | 86 |
| 5.2.1 Caracterização textural.....  | 88 |
| 5.2.1.1. Análise macroscópica.....  | 88 |
| 5.2.1.2. Análise Microscópica. Análise digital das microfotografias.....      | 90 |
| 5.2.2. Caracterização mineralógica.....                                       | 92 |
| 5.2.2.1. Microscopia petrográfica.....  | 94 |
| 5.2.2.2. Difração de raios X .....  | 95 |
| 5.2.2.3. Microespectroscopia Raman.....                                       | 97 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.2.3. Caracterização química.....  | 98  |
| 5.2.3.1. Espectrometria de micro-fluorescência de raios X, dispersiva de energias.....      | 100 |
| 5.2.3.2. Espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de comprimentos de onda..... | 101 |
| 5.2.4. Análise estatística multivariada.....  | 102 |
| 5.2.4.1. Classificação hierárquica ascendente (AHC).....                                    | 102 |
| 5.2.4.2. Análise em componentes principais (PCA) .....                                      | 103 |
| <br>  |     |
| <b>CAPÍTULO 6: RESULTADOS. DISCUSSÃO PARCELAR DOS DADOS.</b>                                |     |
| 6.1. Vila Nova de São Pedro .....   | 105 |
| 6.1.1. Resultados.....  | 105 |
| 6.1.1.1. Análise textural.....  | 105 |
| 6.1.1.2. Análise química.....   | 109 |
| 6.1.1.3. Análise mineralógica.....  | 117 |
| 6.1.1.4. Análise dos depósitos argilosos de VNSP.....                                       | 120 |
| 6.1.2. Discussão dos dados.....   | 122 |
| <br>  |     |
| 6.2. Penedo do Lexim.....   | 142 |
| 6.2.1. Resultados.....  | 142 |
| 6.2.1.1. Análise textural.....  | 142 |
| 6.2.1.2. Análise química.....   | 144 |
| 6.2.1.3. Análise mineralógica.....  | 148 |
| 6.2.1.4. Análise dos depósitos argilosos de PL.....   | 151 |
| 6.2.2. Discussão dos dados.....   | 152 |
| <br>  |     |
| 6.3. Espargueira e Baútas.....  | 167 |
| 6.3.1. Resultados.....  | 167 |
| 6.3.1.1. Análise textural.....  | 167 |
| 6.3.1.2. Análise química.....   | 169 |
| 6.3.1.3. Análise mineralógica.....  | 173 |
| 6.3.1.4. Análise dos depósitos argilosos de EPR e BAT.....                                  | 176 |
| 6.3.2. Discussão dos dados.....   | 177 |
| <br>  |     |
| <b>CAPÍTULO 7: DISCUSSÃO GLOBAL DOS RESULTADOS.....</b>                                     | 193 |
| <br>  |     |
| <b>CAPÍTULO 8: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>  | 221 |
| <br>  |     |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 231 |

## ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| A.1. Fragmentos Cerâmicos – Fotografias, secções transversais polidas e desenhos arqueológicos.....   | 249 |
| A.2. Fragmentos Cerâmicos – Decorações, formas, acabamentos de superfície e cor das pastas.....   | 293 |
| B.1. Análise Textural – Geometria das Inclusões.....  | 301 |
| B.2. Análise Textural – Tamanho das Inclusões.....  | 305 |
| C.1. Análise Mineralógica – Microscopia petrográfica em lâminas delgadas.....   | 309 |
| C.2. Análise Mineralógica – Difractogramas (XRD) – Depósitos argilosos.....   | 319 |
| C.3. Análise Mineralógica – Espectros de microespectroscopia Raman.....   | 321 |
| D.1. Análise Química – Rigor (exatidão), precisão e reprodutibilidade, limites de deteção e limites de quantificação calculados com o padrão certificado NIST Brick Clay SRM 679..... | 323 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

## Capítulo 1

- 1.1. Tipos de decoração cerâmica característicos do Calcolítico da região de Lisboa. A) Cerâmica com decoração canelada (Calcolítico Inicial) (CARDOSO, 2019); B) Cerâmica com decoração folha-de-acácia (Calcolítico Pleno) (KUNST, 2010); C) Cerâmica campaniforme (Calcolítico Final) (CARDOSO, 2019) ..... 2

## Capítulo 2

- 2.1. Composição da cerâmica arqueológica..... 15
- 2.2. Proposta de cadeia operatória de produção de cerâmicas calcolíticas do Zambujal, segundo Amaro & Anunciação, 2013 (Fig. 12): 1) extração; 2) transporte; 3) transformação dos torrões de argila em pó; 4) preparação da pasta; 5) homogeneização da pasta; 6) modelação; 7) decoração; 8) secagem; 9) cozedura; 10) desenformamento..... 18
- 2.3. Técnica decorativa de incisão presente no fragmento PL-20..... 22
- 2.4. Técnica decorativa de canelura presente no fragmento VN-14..... 22
- 2.5. Técnica decorativa de penteado presente no fragmento VN-93..... 23
- 2.6. Técnica decorativa de punção (pontilhado) presente no fragmento VN-53..... 23
- 2.7. Fragmento com superfície de coloração pouco uniforme, com zonas mais escuras ou mais claras (VN-51)..... 25
- 2.8. As rias flandrianas na Estremadura e no Ribatejo, com representação da penetração máxima do mar, cerca de 5000 BP, segundo DAVEAU (1980, Fig. 6).. 32
- 2.9. Peça cerâmica com bordo denteado e taça carenada do povoado neolítico da Parede, segundo SPINDLER (1976, p. 64)..... 34
- 2.10. Fragmento com decoração em folha-de-acácia (BAT-9)..... 35
- 2.11. Sistema de classificação hierárquica sobre a decoração de folha entalhada (folha de acácia e crucífera), segundo KUNST (1987, p. 148). ..... 35

|   |    |
|---|----|
| 2.12. Os três grupos principais de formas e decoração da cerâmica campaniforme: A) vaso do grupo internacional ou marítimo; B) tigela do grupo tipo Palmela; C) caçoila do grupo inciso, segundo SOARES & SILVA (1974/77, Fig. 2, 3 e 4)..... | 37 |
|---|----|

### Capítulo 3

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Localização dos sítios arqueológicos em estudo na Carta Geológica de Portugal, escala 1:500 000.....   | 42 |
| 3.2. Vista geral do sítio arqueológico de VNSP, reconstrução 3D. Fonte: Google Earth, acessido a 19 de novembro de 2020. ....   | 44 |
| 3.3. O “Castelo” de Vila Nova de São Pedro, onde são visíveis linhas de muralhas e torreões. Fonte: <a href="https://www.uniarq.net/vnsp3000.html">https://www.uniarq.net/vnsp3000.html</a> ..... | 46 |
| 3.4. Vista geral do sítio arqueológico de PL, reconstrução 3D. Fonte: Google Earth, acessido a 19 de novembro de 2020.....  | 49 |
| 3.5. Penedo do Lexim. Vista da antiga chaminé vulcânica a partir de Lexim. Fotografia de Victor Gonçalves, segundo SOUSA (2010, Fig. 166).....  | 50 |
| 3.6. Catálogo de formas cerâmicas de PL, segundo SOUSA (2010, Fig. 6.73).....   | 52 |
| 3.7. Vista geral dos sítios arqueológicos de EPR e BAT, reconstrução 3D. Fonte: Google Earth, acessido a 19 de novembro de 2020.....  | 53 |
| 3.8. Distribuição dos motivos decorativos nas formas carenadas de EPR. (ENCARNAÇÃO, 2010, Gráfico 46). ....   | 54 |
| 3.9. Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 31-A (Santarém), com a localização de VNSP, a azul, e os locais de amostragem de argilas, a vermelho.....                                      | 59 |
| 3.10. Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 34-A (Sintra), com a localização de PL no centro, a azul, e os locais de amostragem de argilas, a vermelho.....                               | 61 |
| 3.11. Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 34-A (Sintra), com a localização de EPR e BAT no centro, a azul, e os locais de amostragem de argilas, a vermelho.....                        | 62 |

### Capítulo 4

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Uma visão geral de fragmentos cerâmicos selecionados de VNSP.....                           | 63 |
| 4.2. Conjunto dos 98 fragmentos de VNSP, distribuídos pelas várias tipologias de decoração. .... | 64 |

|   |    |
|---|----|
| 4.3. As quatro principais formas cerâmicas simples, segundo a orientação do bordo (CALADO, 2001, Fig. 1).....         | 67 |
| 4.4. Vaso campaniforme clássico e caçoila acampanada (CARDOSO, 2002, Fig. 241)...                                     | 68 |
| 4.5. VN-97, decorada com digitação unglada.....   | 73 |
| 4.6. VN-98, fragmento de "ídolo de cornos".....   | 73 |
| 4.7. VN-89 e VN-90, pratos com decoração na superfície interna.....   | 73 |
| 4.8. VN-48, apresentando uma perfuração e VN-86, apresentando um mamilo..   | 74 |
| 4.9. Fotografias do processo de recolha de amostras efetuado em vários dos locais selecionados.....                   | 75 |
| <br><b>Capítulo 5</b>   |    |
| 5.1. Tipos de amostras utilizadas.....  | 79 |
| 5.2. Aspeto macroscópico de algumas secções transversais polidas (da esquerda para a direita: VN-48, 64, 89 e 5)..... | 80 |
| 5.3. Esquema do processo de realização das lâminas delgadas.....  | 80 |
| 5.4. Secção transversal polida e impregnada sobre a lâmina de vidro na prensa.....                                    | 81 |
| 5.5. Aspeto de uma lâmina delgada com 30 µm de espessura.....   | 82 |
| 5.6. Remoção da camada superficial da amostra.....  | 82 |
| 5.7. Pó de uma amostra após secagem.....  | 83 |
| 5.8. Imagem de topo de uma pastilha, observada através da câmara acoplada ao equipamento de µ-EDXRF.....              | 84 |
| 5.9. Amostras de argila após cozimento.....   | 86 |
| 5.10. Técnicas utilizadas no presente estudo, para cada tipo de análise.....  | 87 |
| 5.11. Parâmetros avaliados em cada tipo de análise textural (macroscópica e microscópica).....                        | 88 |
| 5.12. VN 82, com o núcleo cinzento-escuro e as superfícies com cores entre os castanhos.....                          | 89 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.13. | Exemplos de amostras (secções transversais polidas) que se enquadram em cada um dos 5 grupos de cor.....                           | 90  |
| 5.14. | Determinação da percentagem de inclusões através do programa <i>Adobe Photoshop®</i> .....   | 92  |
| 5.15. | Tabela de birrefringência de Mychel-Levy.....  | 95  |
| 5.16. | Difração por uma família de planos cristalográficos segundo a lei de Bragg. Reproduzido de Cullity (1978) (VEIGA, 2006, p.25)..... | 96  |
| 5.17. | Gráfico simbólico que relaciona os conceitos de rigor e precisão (círculo vermelho central = valor real).....                      | 99  |
| 5.18. | Esquema ilustrativo do efeito de fluorescência de raios X (VEIGA, 2006, Fig.3.3).....  | 100 |

## Capítulo 6

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 6.1. | Secções transversais de algumas amostras de VNSP: A e B – cerâmica canelada; C – folha-de-acácia; D – campaniforme.....  | 106 |
| 6.2. | Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química das diversas amostras de cerâmica de VNSP analisadas..... | 114 |
| 6.3. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do mesmo conjunto de resultados de VNSP, constante da Figura 6.2.....  | 115 |
| 6.4. | Grupos formados pela análise multivariada da composição química das cerâmicas de VNSP (ver Figuras 6.2 e 6.3).....   | 116 |
| 6.5. | Sobreposição dos difractogramas adquiridos por XRD para as amostras selecionadas de VNSP.....  | 118 |
| 6.6. | Exemplo de duas lâminas delgadas de cerâmica de VNSP observadas ao microscópio petrográfico, com nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).....                            | 119 |
| 6.7. | Alguns minerais e compostos identificados pela microespectroscopia Raman nas amostras de VNSP.....   | 119 |
| 6.8. | VNSP-42, fragmento e respetiva secção transversal polida, onde se observa a friabilidade do material.....  | 122 |
| 6.9. | VNSP-61, com vestígios de pasta branca a preencher o pontilhado da decoração.  | 123 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.10. | Secção transversal do fragmento VNSP-15, onde se observa a orientação horizontal e paralela nas inclusões e poros, podendo indicar que foi utilizada a técnica dos rolos.....          | 125 |
| 6.11. | Lâmina delgada da amostra VNSP-37 onde se observa um grão de anfíbola e fragmentos de granito.....   | 131 |
| 6.12. | VNSP-87, taça carenada lisa, provavelmente do Calcolítico Inicial.....   | 132 |
| 6.13. | Figura 6.13: VNSP-75 com inclusões roladas e sub-roladas de quartzo de grandes dimensões.....  | 133 |
| 6.14. | Exemplos de amostras de VNSP com inclusões angulares de calcite.....   | 133 |
| 6.15. | VNSP-86, pote liso (apresentando um mamilo) com pasta cinzenta e com inclusões angulares.....  | 135 |
| 6.16. | Lâminas delgadas das amostras VNSP-95 (com 49,1 % de CaO) e 98 (com 37,9 % CaO), onde se observam grãos de minerais carbonatados.....  | 136 |
| 6.17. | Os 4 fragmentos de cerâmica que constituem o grupo "C". Da esquerda para a direita – VNSP- 84, 93, 95 e 98 (ídolo de cornos).....  | 137 |
| 6.18. | Diagrama resultante da análise em componentes principais da composição química do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila com as 98 amostras de cerâmica.....          | 137 |
| 6.19. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto de resultados da análise mineralógica de VNSP.....   | 139 |
| 6.20. | Secções transversais de algumas amostras de PL: A e B – cerâmica do Calcolítico Inicial; C – e D – cerâmica do Calcolítico Pleno.....  | 142 |
| 6.21. | Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química das diversas amostras de cerâmica de PL analisadas..... | 146 |
| 6.22. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do mesmo conjunto de resultados de PL, constante da Figura 6.21.....   | 147 |
| 6.23. | Grupos formados pela análise multivariada da composição química das cerâmicas de PL (ver Figuras 6.21 e 6.22).....   | 148 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.24. | Sobreposição dos difractogramas adquiridos por XRD para as amostras selecionadas de PL. Anf – Anfíbola; Fd – Feldspatos; Fil – Filossilicatos; OxHF – Oxi-hidróxidos de Ferro; Px – Piroxena; Qz – Quartzo.....        | 149 |
| 6.25. | Exemplo de duas lâminas delgadas de cerâmica de PL, observadas ao microscópio petrográfico, com nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).....   | 150 |
| 6.26. | Alguns minerais identificados pela microespectroscopia Raman nas amostras de PL.....   | 150 |
| 6.27. | PL-28, com vestígios daquilo que parece ser uma aguada na superfície.....  | 153 |
| 6.28. | Secção transversal do fragmento PL-13, onde se observa a orientação com tendência horizontal e paralela das inclusões e poros, podendo indicar que foi utilizada a técnica dos rolos.....                              | 155 |
| 6.29. | Lâminas delgadas das amostras PL-2 e PL-15, onde se observam grãos de anfíbola.....  | 159 |
| 6.30. | Os 2 fragmentos de cerâmica de PL do Calcolítico Pleno, de decoração não discriminante, que se integram no grupo “E”. Da esquerda para a direita – PL-20 e 21.....   | 160 |
| 6.31. | PL-5 com inclusões roladas e sub-roladas de quartzo de grandes dimensões.....  | 161 |
| 6.32. | Diagrama resultante da análise em componentes principais da composição química do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila e das 29 amostras de cerâmica de PL.....                                     | 163 |
| 6.33. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila (a amarelo) e das 29 amostras de cerâmica de PL.....  | 164 |
| 6.34. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto de resultados da análise mineralógica de PL.....   | 165 |
| 6.35. | Secções transversais de algumas amostras de EPR e BAT: A, B e C – Taças carenadas lisas do Neolítico Final/Calcolítico Inicial (EPR); D, E e F – Cerâmica decorada com folha-de-acácia do Calcolítico Pleno (BAT)..... | 167 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.36. | Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química das diversas amostras de cerâmica de EPR e BAT analisadas (PC1/PC2). Com um círculo preto estão assinaladas as amostras pertencentes a BAT, para serem distinguidas das de EPR.                           | 171 |
| 6.37. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do mesmo conjunto de resultados de EPR e BAT, constante da Figura 6.36.....  | 172 |
| 6.38. | Grupos formados pela análise multivariada da composição química das cerâmicas de EPR e BAT (ver Figuras 6.36 e 6.37).....  | 172 |
| 6.39. | Sobreposição dos difractogramas adquiridos por XRD para as amostras selecionadas de EPR e BAT.....   | 174 |
| 6.40. | Exemplo de duas lâminas delgadas de cerâmica de EPR e BAT, observadas ao microscópio petrográfico, com nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).....  | 175 |
| 6.41. | Magnetite identificada pela microespectroscopia Raman em amostras de EPR e BAT.....  | 175 |
| 6.42. | Secção transversal do fragmento EPR-12, onde se observa a orientação com tendência horizontal e paralela nas inclusões e poros, podendo indicar que foi utilizada a técnica dos rolos.....   | 179 |
| 6.43. | EPR-9, única amostra de EPR no grupo "G".....  | 183 |
| 6.44. | BAT-5, exemplo de uma amostra com inclusões de quartzo.....  | 183 |
| 6.45. | BAT-3 e BAT-8, as duas únicas amostras de BAT no grupo "H".....  | 184 |
| 6.46. | Lâminas delgadas da amostra EPR-7, onde se observa um grão de piroxena.....  | 184 |
| 6.47. | Correlação entre cada uma das variáveis de partida (óxidos) e as componentes principais (PC's).....  | 186 |
| 6.48. | Gráficos obtidos a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química elementar das diversas amostras de cerâmica de EPR e BAT analisadas (PC1/PC3). Com um círculo preto estão assinaladas as amostras pertencentes a BAT, para serem facilmente distinguidas das de EPR..... | 187 |
| 6.49. | Grupos formados pela análise de componentes principais utilizando (PC1/PC3) de EPR e BAT (ver Figura 6.48).....  | 187 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.50. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila (a amarelo) e das 22 amostras de cerâmica de EPR e BAT..... | 188 |
| 6.51. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto de resultados da análise mineralógica de EPR e BAT.....  | 190 |

## Capítulo 7

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 7.1. | Alguns fragmentos, de todos os sítios arqueológicos em estudo, com manchas resultantes das condições de cozedura.....   | 195 |
| 7.2. | Sumarização geral e panorama visual da análise microscópica textural.....   | 196 |
| 7.3. | Exemplos de secções transversais polidas do Calcolítico Inicial (cerâmica canelada), onde é perceptível uma argila com numerosas inclusões dispersas na matriz sendo, no entanto, poucas com grandes dimensões. A) VN-25; B) PL-5.....  | 198 |
| 7.4. | Exemplos de secções transversais polidas do Calcolítico Pleno (cerâmica folhade-acácia), onde é perceptível uma argila com menos inclusões, mas inclusões maiores dispersas na matriz. A) VN-37; B) PL-14; C) BAT-5.....  | 198 |
| 7.5. | Exemplos de secções transversais polidas do Calcolítico Final (cerâmica campaniforme), onde é perceptível uma argila com menos inclusões e com inclusões mais pequenas do que as que encontramos no Calcolítico Pleno, dispersas na matriz. A) VN-73; B) VN-71.....   | 198 |
| 7.6. | Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química elementar de todos os 149 fragmentos de cerâmica calcolítica da região de Lisboa. A vermelho encontram-se assinaladas as amostras VN-84, 93, 95 e 98, que compõem o grupo "C" entre as amostras de VN.....                     | 201 |
| 7.7. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente sobre a análise química realizada às 149 cerâmicas calcolíticas em estudo.....  | 203 |
| 7.8. | Dendogramas resultantes da classificação hierárquica ascendente realizada sobre os teores de elementos vestigiais adquiridos através da análise química por $\mu$ -EDXRF. Com um círculo vermelho estão assinaladas as amostras que mudaram de grupo em relação à mesma análise efetuada com todos os elementos (maioritários, minoritários e vestigiais..... | 206 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 7.9.  | Calcite precipitada identificada através da formação de agregados informes em algumas das amostras estudadas.....  | 209 |
| 7.10. | Amostra VN5P-65, com a presença de uma inclusão de chamote.....  | 211 |
| 7.11. | Amostras com a presença de agregados. No primeiro grupo, amostras com inclusões com aparência de chamote. No segundo grupo (por baixo), amostras com inclusões de rocha ou outras indefinidas..... | 212 |
| 7.12. | Dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente sobre a análise mineralógica realizada às 41 cerâmicas calcíticas em estudo.....   | 213 |
| 7.13. | Composições químicas médias das rochas do Complexo vulcânico de Lisboa (RAMALHO <i>et al.</i> , 1993).....   | 214 |

## Capítulo 8

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 8.1. | João Estêvão, um dos meus filhos gémeos, utilizando a técnica dos rolos na produção de um vaso cerâmico, durante um workshop de Arqueologia Experimental no Centro de Interpretação de Monsanto, promovido pelo Centro de Arqueologia de Lisboa (2022)..... | 229 |
|------|---|-----|



# ÍNDICE DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Capítulo 1</b>  |    |
| 1.1. Principais técnicas utilizadas na análise arqueométrica de cerâmica arqueológica (BARKLEY, 2001).....   | 8  |
| <b>Capítulo 2</b>  |    |
| 2.1. Resumo das principais transformações térmicas nos principais componentes das pastas argilosas. Adaptação de NORTON (1974), RICE (1987), SANTOS (1989), GARCIA-HERAS (1997), TRINDADE (2007) e RINGDALEN (2014)..... | 27 |
| <b>Capítulo 3</b>  |    |
| 3.1. Distribuição da cerâmica analisada pelas fases culturais/períodos cronológicos registados nos sítios arqueológicos selecionados.....  | 44 |
| <b>Capítulo 4</b>  |    |
| 4.1. Número de amostras selecionadas segundo os sítios arqueológicos a que pertencem.....  | 64 |
| 4.2. Amostras do Penedo do Lexim com indicação da proveniência estratigráfica.....   | 65 |
| 4.3. Resumo das principais formas do Calcolítico da região de Lisboa.....  | 68 |
| 4.4. Resumo das principais formas do calcolítico da região de Lisboa identificadas no presente estudo.....   | 69 |
| 4.5. Número de peças decoradas e lisas para cada povoado.....  | 70 |
| 4.6. Número de fragmentos com decoração simples ou combinada.....  | 70 |
| 4.7. Decorações presentes nos fragmentos de cada sítio arqueológico.....   | 71 |
| 4.8. Elementos de suspensão e prensão.....   | 74 |
| 4.9. Amostras de argila recolhidas (ver Figuras 3.9, 3,10 e 3.11 do ponto 3.2.2).....  | 76 |
| <b>Capítulo 5</b>  |    |
| 5.1. Pesos dos fragmentos de cerâmica em estudo.....   | 78 |
| 5.2. Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras em estudo.....  | 90 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3. Amostras selecionadas para estudo mineralógico.....   | 93  |
| <b>Capítulo 6</b>  |     |
| 6.1. Sumário da caracterização morfológica da cerâmica de VNSP.....  | 106 |
| 6.2. Análise textural microscópica de VNSP.....  | 107 |
| 6.3. Composição química das cerâmicas de VNSP obtida por $\mu$ -EDXRF.....   | 109 |
| 6.4. Análise mineralógica de 26 amostras de VNSP.....  | 120 |
| 6.5. Composição química das amostras de depósitos sedimentares considerados a priori como argilosos na área de VNSP, obtida por $\mu$ -EDXRF.....                      | 121 |
| 6.6. Análise mineralógica por XRD das amostras dos depósitos 1, 2, 5 e 6.....  | 121 |
| 6.7. Tipos de acabamentos de superfície dos fragmentos de VNSP.....  | 123 |
| 6.8. Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras de VNSP em estudo.....  | 124 |
| 6.9. Sumário da análise textural microscópica de VNSP.....   | 125 |
| 6.10. Percentagem de amostras em cada tipologia decorativa onde é perceptível algum tipo de orientação na distribuição das inclusões.....                              | 126 |
| 6.11. Sumário da análise química das amostras cerâmicas de VNSP por grupos e subgrupos revelados pela análise estatística.....   | 128 |
| 6.12. Resultados obtidos pela combinação das três técnicas da análise mineralógica, organizada consoante os grupos e subgrupos resultantes da análise estatística..... | 128 |
| 6.13. Sumário da análise textural das amostras cerâmicas de VNSP, por grupos estatísticos.....   | 129 |
| 6.14. Sumário da caracterização morfológica da cerâmica de PL.....   | 143 |
| 6.15. Análise textural microscópica de PL.....   | 143 |
| 6.16. Composição química das cerâmicas de PL obtida por $\mu$ -EDXRF.....  | 144 |
| 6.17. Caracterização mineralógica das 10 amostras selecionadas de PL.....  | 151 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.18. | Composição química, obtida por $\mu$ -EDXRF, das amostras de depósitos sedimentares considerados a priori como argilosos na área de PL, bem como de uma amostra de cerâmica de revestimento recolhida no sítio arqueológico (ArgPL), obtida por $\mu$ -EDXRF..... | 151 |
| 6.19. | Análise mineralógica por XRD das amostras dos depósitos 7, 8, 9, 10 e 11.....   | 152 |
| 6.20. | Tipos de acabamentos de superfície dos fragmentos de PL.....  | 153 |
| 6.21. | Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras de PL em estudo.....  | 154 |
| 6.22. | Sumário da caracterização textural microscópica de PL.....  | 154 |
| 6.23. | Percentagem de amostras em cada tipologia onde é perceptível algum tipo de orientação na distribuição das inclusões.....  | 155 |
| 6.24. | Sumário da análise química das amostras cerâmicas de PL por grupos e subgrupos revelados pela análise estatística.....  | 157 |
| 6.25. | Resultados obtidos pela combinação das três técnicas da análise mineralógica, organizada consoante os grupos e subgrupos resultantes da análise estatística.....  | 157 |
| 6.26. | Sumário da análise textural das amostras cerâmicas de PL, por grupos estatísticos.....  | 158 |
| 6.27. | Sumário da caracterização morfológica da cerâmica de EPR e BAT.....   | 168 |
| 6.28. | Análise textural microscópica da cerâmica de EPR e BAT.....   | 168 |
| 6.29. | Composição química das cerâmicas de EPR e BAT obtida por $\mu$ -EDXRF.....  | 169 |
| 6.30. | Análise mineralógica de 5 amostras de EPR e BAT.....  | 175 |
| 6.31. | Composição química, obtida por $\mu$ -EDXRF, das amostras de depósitos sedimentares considerados a priori como argilosos na área de EPR e BAT, obtida por $\mu$ -EDXRF.....   | 176 |
| 6.32. | Análise mineralógica das amostras dos depósitos 12, 14, 15, 16, 17 e 19.....  | 177 |
| 6.33. | Tipos de acabamentos de superfície dos fragmentos de EPR e BAT.....   | 177 |
| 6.34. | Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras de EPR e BAT em estudo.....   | 178 |
| 6.35. | Sumário da caracterização textural microscópica da cerâmica de EPR e BAT.....   | 178 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.36. | Percentagem de amostras em cada sítio arqueológico (EPR e BAT) onde é perceptível algum tipo de orientação na distribuição das inclusões.....                                 | 179 |
| 6.67. | Sumário da análise química das amostras cerâmicas de EPR e BAT por grupos e subgrupos revelados pela análise estatística.....   | 181 |
| 6.38. | Resultados obtidos pela combinação das três técnicas da análise mineralógica, organizada consoante os grupos e subgrupos resultantes da análise estatística de EPR e BAT..... | 181 |
| 6.39. | Sumário da análise textural das amostras cerâmicas de EPR e BAT, por grupos estatísticos.....   | 182 |

## Capítulo 7

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 7.1. | Períodos de ocupação cronológico-culturais em cada um dos sítios arqueológicos....                              | 193 |
| 7.2. | Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras em estudo (ver definições na tabela 5.2 no capítulo 5)..... | 196 |
| 7.3. | Sumário da composição química das cerâmicas da região de Lisboa em estudo, obtida por $\mu$ -EDXRF.....         | 200 |
| 7.4. | Amostras onde foi identificada a presença de grãos alongados de biotite.....                                    | 210 |

# LISTA DE ABREVIATURAS, SIGILAS E SÍMBOLOS

$\mu$ EDXRF – Espectrometria de micro-fluorescência de raios X dispersiva de energias

AAP – Associação dos Arqueólogos Portugueses

HAC – Classificação hierárquica ascendente

BAT – Baútas

CVL – Complexo Vulcânico de Lisboa

e.n.p. – Elementos não-plásticos

EPR – Espargueira

MAC – Museu Arqueológico do Carmo

MMAR – Museu Municipal de Arqueologia da Amadora

MNA – Museu Nacional de Arqueologia

MO – Microscopia ótica

MP – Microscopia petrográfica

PCA – Análise de componentes principais

PL – Penedo do Lexim

rpm – Rotações por minuto

U.A. – Unidades arbitrárias

U.E. – Unidade estratigráfica

Uniarq – Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa

VNSP – Vila Nova de São Pedro

WDXRF – Espectrometria de raios X dispersiva de comprimentos de onda

XRD – Difração de raios X

(Optou-se que as abreviaturas das técnicas analíticas fossem aplicadas no texto em inglês para serem mais facilmente reconhecidas).



# CAPÍTULO 1

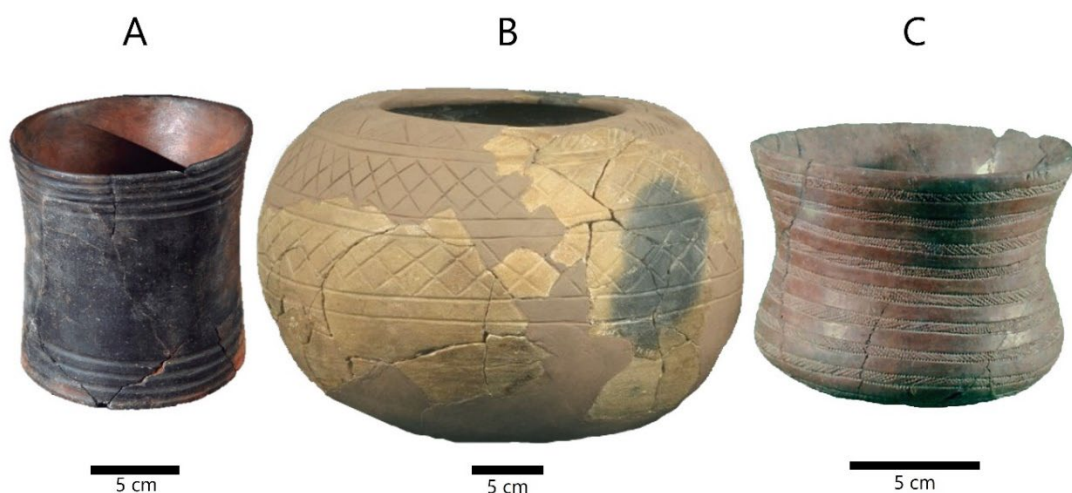
## INTRODUÇÃO

### 1.1. Proposta de trabalho. Objetivos.

Cerâmica, *keramikós* (do grego) – muitas são as definições encontradas para o conceito mas, em linhas gerais, a cerâmica pode ser definida, essencialmente, como uma pasta argilosa moldada e cozida, com uma composição química base de silicatos de alumínio hidratados (RICE, 1987). O início da sua produção e utilização remete-nos para cerca de 10 mil anos atrás, fazendo dela um dos principais elementos caracterizadores da evolução da civilização, uma vez que tem sido usada pelas comunidades humanas em todo o mundo, desde há milhares de anos (BUYS & OAKLEY, 1993; SALANOVA & SHERIDAN, 2013). Em Portugal, os primeiros artefactos cerâmicos remontam ao Neolítico (meados do VI milénio a. C.), mais precisamente, às designadas cerâmicas impressas com decoração cardial, registadas em níveis datados pelo radiocarbono de entre cerca de  $6400 \pm 75$  BP e  $6000 \pm 75$  BP, isto é, da 2ª metade do VI milénio a.C. (CARDOSO, 2002).

O estudo arqueométrico de cerâmicas, tendo por base a sua caracterização textural, química e mineralógica, é um campo ainda pouco utilizado em Portugal, nomeadamente no que se refere a cerâmicas pré-históricas (AMARO, 2011). O trabalho que, em seguida, se apresenta debruça-se sobre a caracterização arqueométrica de cerâmicas calcolíticas da região de Lisboa.

O Calcolítico caracteriza-se pela intensificação económica e especialização da produção, com introdução de novas tecnologias, como a metalurgia, designadamente do cobre e do ouro, originando o aparecimento de sociedades complexas (CARDOSO, 2002). Na região de Lisboa, o Calcolítico corresponde, "grosso-modo", ao período entre 3000 e 2000 a.C. (III milénio a.C.). É, usualmente, dividido em três períodos cronológico-culturais caracterizados, entre outros indicadores, pelas tipologias da decoração cerâmica (os designados fósseis diretores, representados na Figura 1.1):



*Figura 1.1: Tipos de decoração cerâmica característicos do Calcolítico da região de Lisboa. A) Cerâmica com decoração canelada (Calcolítico Inicial) (CARDOSO, 2019); B) Cerâmica com decoração folha-de-acácia (Calcolítico Pleno) (KUNST, 2010); C) Cerâmica campaniforme (Calcolítico Final) (CARDOSO, 2019).*

- Calcolítico Inicial, correspondente aos inícios do III milénio a.C., com prolongamento no tempo até cerca de 2600 a.C., caracterizado pela existência de copos cilíndricos de cerâmica, com a superfície externa canelada e polida (os copos canelados), lhe são associados.
- Calcolítico Pleno, correspondente a meados do III milénio a.C., a que se associa a cerâmica com decoração folha-de-acácia.
- Calcolítico Final (ou Pleno/Final), correspondente à coexistência das produções regionais do grupo “folha-de-acácia” com as produções cerâmicas campaniformes, verificado durante a 2ª metade do III milénio a.C.

Neste “modelo clássico”, esta partição é baseada fundamentalmente na distribuição estratigráfica das tipologias/decorações nos contextos arqueológicos calcolíticos intervencionados. No entanto, esta distribuição estratigráfica, mesmo quando bem definida, nem sempre ocorre, como acontece no Zambujal (KUNST, 1987), além de que, a nível cronológico, também parecem existir algumas dúvidas, uma vez que as balizas cronológicas destes três períodos nem sempre são coincidentes entre sítios (SOARES & CARDOSO, 1995).

Existem outras questões a ter em conta, que abarcam também uma problemática interessante e importante no domínio da arqueologia do Calcolítico, e a que o trabalho desenvolvido poderá trazer contributos importantes. O que nos dirá uma análise

arqueométrica das várias tipologias cerâmicas ao longo do Calcolítico, provenientes de diferentes locais desta região? Será que estas análises das pastas, conjugadas com análises de argilas locais, ajudarão a esclarecer se as peças são ou não de produção local e, se o não forem, a entender a circulação de matérias-primas/cerâmicas, permitindo uma visualização de eventuais redes de trocas comerciais que tivessem existido na altura? E será sempre local a produção de cerâmica, qualquer que seja a tipologia do vaso cerâmico? Mesmo sendo eventualmente produções locais, existe ou não, algum comércio de cerâmica a curta ou média distância ou, por outras palavras, existem centros produtores que fornecem mais que um povoado na micro-região correspondente? No referente, especificamente, à cerâmica campaniforme, dada a sua abrangência territorial, também esta cerâmica será de produção local ou serão detetáveis importações? Por outro lado, será que a técnica de produção e a matéria-prima é a mesma, quer para a cerâmica lisa, quer para a decorada? Poderá a cerâmica lisa ter os mesmos centros produtores que as cerâmicas decoradas? E a cerâmica com decoração diferente da dos três fósseis diretores acima referidos, sem aparente ou desconhecida correspondência cronológica, também terá a mesma origem da outra cerâmica? A que períodos cronológicos estará mais associada? Existirão diferenças de pastas (e de elementos não-plásticos (e.n.p.)) conforme as formas cerâmicas (por exemplo, os grandes contentores terão o mesmo tipo de pasta e de e.n.p. que os pequenos vasos?)? Será que as técnicas de produção variam de forma para forma e experimentam ou não alguma evolução ao longo do tempo?

Para auxiliar a resolver algumas destas questões que pairam no estudo do Calcolítico da região de Lisboa, o presente trabalho centra-se na análise textural, mineralógica e química de amostras cerâmicas de quatro sítios arqueológicos dessa região, sendo estes os povoados de Vila Nova de São Pedro (Azambuja), Penedo do Lexim (Mafra), Espargueira (Amadora) e Baútas (Amadora). São estudadas também amostras de argila recolhidas na zona envolvente a cada um dos sítios mencionados, tendo em conta que a sua análise é bastante relevante, uma vez que apresenta o potencial de contribuir para determinar a proveniência das pastas usadas como matéria-prima na manufatura da cerâmica em causa. Estes estudos de proveniência irão, portanto, contribuir para a determinação de possíveis rotas, não só de comercialização, mas também de relações socioeconómicas mais gerais. Os objetivos principais deste trabalho serão, por conseguinte:

1. Ampliar o conhecimento sobre a cerâmica pré-histórica calcolítica, incluindo matérias-primas e técnicas de produção utilizadas, determinando se umas e outras permaneceram as mesmas ou evoluíram ao longo do tempo.
2. Caracterizar a nível textural, mineralógico e químico a cerâmica, quer lisa, quer decorada, designadamente a correspondente aos vários tipos principais de decoração calcolítica em uso na região de Lisboa.
3. Determinar se existem diferenças, no que concerne a matérias-primas e técnicas de produção, entre sítios contemporâneos, isto é, se os centros oleiros são de produção local ou se essa produção, para o mesmo local, se distribui por diversos centros.

Os materiais cerâmicos provenientes de escavações compõem-se, em larga escala, por recipientes de dimensões e formas diversas, na grande maioria reduzidos a fragmentos. Ainda assim, são testemunho da vivência das comunidades humanas que os produziram e/ou os utilizaram, especificamente a partir do momento em que essas comunidades passam de um estilo de vida nómada para sedentário. Por isso, a cerâmica vai adquirindo várias funcionalidades – principalmente utilitária, mas também um importante meio de expressão social e cultural. Tal facto faz dela um relevante objeto de estudo tornando-se, conseqüentemente, de grande importância a sua salvaguarda. Neste âmbito, “salvaguardar” pode ter dois significados: por um lado, garantir que os objetos mantêm as suas propriedades físicas durante o maior tempo possível, de modo a passarem como legado para as gerações vindouras, mas, por outro, garantir que se extrai o maior conhecimento científico possível destes artefactos que tanto têm a contar. Por isso, o estudo de artefactos culturais implica desafios e limitações muito próprias, desde a importância de uma documentação meticulosa, até ao cuidado com a sua manipulação, bem como com a escolha das análises a efetuar, preferindo-se as que impliquem uma amostragem mínima e, se possível, não invasiva. A Arqueometria e a Conservação e Restauro andam assim de mãos dadas num compromisso exigente, em que só a partir de um conhecimento aprofundado do artefacto se pode proceder a uma melhor e mais adequada conservação e restauro do mesmo.

Tendo tudo isto em conta, a estratégia metodológica levada a cabo, para a elaboração desta dissertação, foi a seguinte:

1. Pesquisa bibliográfica sobre o Estado da Arte.
2. Seleção, registo e preparação de amostras, quer da cerâmica selecionada, quer da argila recolhida em locais próximos dos povoados onde essa cerâmica foi encontrada.
3. Otimização das condições de análise.
4. Análise textural, mineralógica e química.
5. Tratamento de resultados fazendo uso de uma aproximação de âmbito estatístico.
6. Comparação entre grupos tipológicos, sítios arqueológicos e argilas de possíveis barreiros locais.

Assim, a presente tese foi dividida em 8 capítulos. O Capítulo 1 ("Introdução") dá-nos um breve panorama geral do tema estudado, bem como os objetivos que este trabalho se propõe cumprir, levantando as principais questões que envolvem o tema e sustentam o trabalho. Faz também um levantamento do "Estado da Arte", procurando expor e entender o panorama atual do estudo arqueométrico da cerâmica pré-histórica nesta região. O Capítulo 2 ("A cerâmica calcolítica da região de Lisboa") procura discutir os conceitos básicos que estabelecem os fundamentos para o estudo a efetuar: O que é, de facto, a cerâmica? Como e onde tem a sua origem? De que são compostas as argilas? Como se distinguem entre si? A um nível mais estritamente arqueológico, como se caracteriza o Calcolítico e, em particular, na região de Lisboa? Como são enquadrados geologicamente os depósitos argilosos que podem ter sido utilizados como barreiros e ser associados a um determinado povoado? São estas algumas das questões que procurarão ser analisadas neste capítulo. No Capítulo 3 ("Os povoados pré-históricos amostrados, respetivo enquadramento geomorfológico e os depósitos argilosos - eventuais barreiros."), como o título indica, são introduzidos os sítios arqueológicos selecionados, bem como os aspetos geomorfológicos relacionados com cada um deles, abrindo o panorama sobre cada zona onde se inserem e permitindo, também, a comparação entre elas. O Capítulo 4 ("Materiais") especifica precisamente quais os objetos de estudo, seja a matéria-prima ou, o grande foco, as cerâmicas. Aqui, encontra-se informação detalhada sobre as formas, decorações,

acabamentos de superfície e cores das pastas. No Capítulo 5 ("Métodos") apresenta-se cada uma das técnicas usadas em cada tipo de análise, seja esta textural, mineralógica ou química e, ainda, a metodologia utilizada na análise estatística. Apresenta-se, também, informação sobre qual o tipo de amostra necessária para cada técnica utilizada, bem como as condições de análise usadas. No Capítulo 6 ("Resultados. Discussão parcelar dos dados.") são apresentados os resultados obtidos com cada uma das análises, fazendo-se já uma discussão parcelar dos dados, na qual se individualiza cada um dos sítios arqueológicos, isto é, apresentando e discutindo os resultados de forma pormenorizada para cada um deles. No Capítulo 7 ("Discussão global dos resultados") são, então, produzidas e discutidas inferências globais, interligando os resultados anteriormente apresentados e analisados, procurando encontrar paralelos, de modo a dar resposta aos objetivos propostos. No final, é possível, ainda, encontrar um capítulo (Capítulo 8) de conclusões principais, bem como sugestões para a continuidade deste estudo.

Esta tese formaliza, assim, um dos poucos estudos arqueométricos realizados sobre a cerâmica pré-histórica na região de Lisboa, além de que tem a peculiaridade de estudar a cerâmica de mais de um sítio arqueológico, permitindo uma mais profunda comparação entre sítios e tipologias, potenciando o conhecimento sobre a produção e distribuição destes materiais no passado, mais precisamente pelas comunidades calcolíticas que habitaram a região de Lisboa no III milénio a.C.

## **1.2. Considerações sobre o estado de arte**

Pode definir-se Arqueometria como o ramo da ciência que utiliza técnicas físico-químicas de análise no estudo e caracterização de objetos de valor arqueológico e histórico. Uma definição breve e bastante esclarecedora deste conceito foi elaborada por João Peixoto Cabral: *"A Arqueometria pretende, investigando os testemunhos acidentalmente sobreviventes da ação humana e outros documentos importantes em estudos de Arqueologia e também de História da Arte, contribuir – mediante métodos das ciências físicas – para a interpretação de tais testemunhos e documentos ou mesmo para a prospeção dos sítios"*

*arqueológicos*" (CABRAL, 1991). É uma ciência interdisciplinar complexa que combina uma ampla gama de disciplinas das ciências humanas com as ciências exatas e naturais, por exemplo, a arqueologia e a história com física, química, matemática, geologia e mineralogia. A Arqueometria é, por isso, passível de ser aplicada a uma vasta panóplia de materiais (metal, cerâmica, materiais líticos, entre outros).

É ainda no século XX que assistimos a uma intensificação da utilização de exames científicos (das ciências exatas) como ferramentas analíticas em estudos aplicados ao património cultural. Foi esta abordagem que levou progressivamente à definição dos campos de estudo denominados de Arqueometria (AINSWORTH, 2005). A definição de Arqueometria surge em meados do mesmo século, aquando da criação da revista *Archaeometry*, editada pela Universidade de Oxford (PRUDÊNCIO *et al.* 1999). Mas é mais tarde, na década de 70, que o conceito deixa de estar apenas relacionado com a datação e caracterização de materiais, passando a englobar todos os trabalhos que usem técnicas aplicadas a contextos e objetos arqueológicos e, progressivamente, a integrar técnicas de outras áreas de estudo como a prospeção geofísica, para além da poderosa ferramenta da análise estatística (MONTERO-RUIZ *et al.*, 2007).

A análise arqueométrica de cerâmica arqueológica tem como objetivo de fundo o estudo do ciclo de vida deste material, investigando desde a sua produção, à distribuição e utilização. Ao interpretar estes estágios do ciclo de vida da cerâmica somos, em última análise, alavancados a um novo e melhor conhecimento sobre o comportamento das próprias pessoas que produziram, distribuíram e usaram estes materiais (TITE, 1999). Este estudo é cada vez mais necessário para a interpretação dos artefactos cerâmicos, possibilitando o acesso a dados importantes que, muitas das vezes, as ciências humanas por si só não têm a possibilidade de alcançar, levando-nos ao conhecimento mais profundo sobre as tecnologias das civilizações do passado, revelando-se particularmente relevante para a obtenção de dados para a interpretação de comportamentos das comunidades no passado. Este tipo de estudos pode, por conseguinte, fazer uma reconstrução do processo de manufatura das cerâmicas, determinar a proveniência das matérias-primas usadas e conhecer as rotas comerciais utilizadas no passado (BARCLAY, 2001; ROBERTS, 2011).

A fim de se levar a cabo uma investigação em que o objeto de estudo é a cerâmica são requeridos, geralmente, três tipos de análise: análise textural (ou morfológica), análise mineralógica e análise química. Estas análises poderão ser complementadas por outras, com o objetivo de datar e/ou autenticar os artefactos.

A análise textural foca-se sobretudo na análise das inclusões não-plásticas, sendo analisados parâmetros como a sua distribuição, tamanho, geometria e percentagem, bem como a cor da pasta onde se encontram, o que remete para o tipo da atmosfera de cozedura. Esta análise é feita normalmente em secções transversais polidas e/ou em lâminas delgadas. Para além disso, são também analisados aspetos morfológicos básicos a nível macroscópico como a forma e tamanho dos recipientes, bem como o acabamento das superfícies, incluindo engobes e decorações. A análise mineralógica permite não só identificar as inclusões grosseiras, mas também identificar as fases cristalinas presentes nas pastas, não visíveis nas ampliações normalmente utilizadas no microscópio petrográfico, como sejam os minerais argilosos associados à matriz plástica, as fases que eventualmente se formem durante o processo de cozedura (o que indicia a temperatura de cozedura) ou durante o período em que as cerâmicas estiveram enterradas. Por último, a análise química determina a composição elementar das pastas cerâmicas, aspeto bastante relevante, com o potencial de, em conjunto com as análises anteriores, contribuir para a determinação da proveniência das argilas usadas como matéria-prima na manufatura da cerâmica, contrastando as composições das pastas com as de argilas recolhidas em depósitos argilosos que poderão ter fornecido essa matéria-prima.

Muitas têm sido as técnicas utilizadas ao longo dos tempos para a análise de cerâmica. Algumas das principais, para cada um dos tipos de análise acima mencionados, apresentam-se na Tabela 1.1.

*Tabela 1.1: Principais técnicas utilizadas na análise arqueométrica de cerâmica arqueológica (BARCLAY, 2001).*

| Técnica                             | Área/amostra      | Objetivos  |
|-------------------------------------|-------------------|--|
| <b>Análise Textural/Morfológica</b> |                   |  |
| Observação à vista desarmada        | No próprio objeto | Observar e registar (fotograficamente) as características gerais do objeto, como sendo a decoração, acabamento de superfície, forma, cor da pasta. |

|  |  |   |
|--|--|---|
| Lupa binocular e/ou microscopia ótica  | <i>In situ</i> (no próprio fragmento) ou em secção transversal   | Observar e registar as características da pasta cerâmica e inclusões, como sendo a sua distribuição, tamanho, geometria, percentagem.                     |
| <b>Análise Mineralógica</b>  |  |   |
| Microscopia petrográfica   | Lâmina delgada   | Observar e identificar os minerais presentes no corpo cerâmico, isto é, as inclusões não-plásticas.   |
| Microespectroscopia Raman  | <i>In situ</i> (no próprio fragmento) ou amostra em secção transversal   | Identificar fases e estruturas cristalinas no corpo cerâmico, engobes, pigmentos e/ou vidrados.   |
| Difração de raios X (XRD)  | Amostra em pó (ca. 100 mg) ou em secção transversal (no caso de $\mu$ -XRD)  |   |
| Espectroscopia de Infravermelho com transformada de fourier (FTIR)   | Amostra em pó sob a forma de pastilha prensada (ca. 100 mg) ou micro amostra   | Identificar alguns minerais presentes no corpo cerâmico e pigmentos.  |
| <b>Análise Química</b>   |  |   |
| Espectrometria de plasma indutivamente acoplado (ICP-MS e ICP-OES)   | Amostra (10-100 mg) dissolvida por digestão ácida  | Determinar o teor dos elementos maioritários, minoritários, traço (ppm).  |
| Análise por ativação neutrónica (NAA)  | Amostra em pó (ca. 100 mg)   |   |
| Espectrometria de massa por plasma Acoplado indutivamente com ablação a laser (LA-ICP-MS)  | <i>In situ</i> ou em amostra em secção transversal polida  | Determinar o teor dos elementos maioritários, minoritários, traço (ppm) e/ou razões isotópicas  |
| Espectrometria de fluorescência de raios X (XRF), incluindo: Dispersiva de comprimento de onda (WDXRF) ou dispersiva de energias (EDXRF)               | <i>In situ</i> (no caso de $\mu$ -XRF) ou pastilha prensada 2-8 g); a amostra em pó pode ser aquecida até à vitrificação | Determinar o teor dos elementos maioritários, minoritários e traço (ppm)  |
| Emissão de raios X induzida por partículas (PIXE)  | <i>In situ</i> (no caso de feixe externo) ou em amostra (secção transversal polida ou pastilha prensada (ca. 100 mg)     |   |
| Microsonda eletrónica (EPMA)   | Amostra em secção transversal polida   | Determinar a composição da matriz cerâmica e fases cristalinas  |
| Microscopia eletrónica, incluindo: Microscopia eletrónica de transmissão (TEM) e microscopia eletrónica de varrimento dispersiva de energias (SEM-EDS) | <i>In situ</i> (no fragmento) ou em amostra em secção transversal polida   | Identifica os elementos químicos presentes na amostra, permitindo mapeamento, para além de fornecer uma imagem de alta resolução, entre outras aplicações |

Em meados do século XX, desenrolou-se uma série de escavações, em particular no distrito de Lisboa, que incluiu muitos sítios neolíticos e calcolíticos, como Vila Nova de São Pedro (povoado), Carenque, Praia das Maças, Parede, São Pedro do Estoril (contextos funerários), entre outros. As interpretações resultantes das novas descobertas foram feitas sobretudo por investigadores alemães e ingleses (entre os quais, Gordon Childe, Stuart Piggott, Sangmeister, Beatrice Blance, o casal Leisner, Savory). No referente à cerâmica, pensou-se que as cerâmicas do Calcolítico Inicial (caneladas com brunimento) pudessem ser de importação do oriente, tendo sido introduzido o conceito de "Importkeramik" (PAÇO &

SANGMEISTER, 1956). A maioria dos investigadores portugueses seguiram esta interpretação. A crescente importância do Calcolítico na região de Lisboa fez com que, em 1958, a pedido de Beatrice Blance, talvez a principal introdutora do conceito de "Importkeramik", o Professor Frenchen (do museu da Universidade de Bonn) fizesse a primeira análise microscópica sobre pastas cerâmicas (a maioria canelada) de vários povoados calcolíticos como Vila Nova de São Pedro e Pragança, da região de Lisboa, Chibanes e Rotura, da região de Setúbal. O resultado deste exame microscópico *"revelou que todos eles continham os mesmos minerais e as mesmas partículas arenosas, diferindo apenas nas diversas amostras, as proporções de cada mineral e das partículas de pedra. Eram, porém, tão insignificantes essas diferenças, que todos podiam ser considerados como procedentes da mesma origem...e, por consequência todos eles de manufactura portuguesa"* (BLANCE, 1959).

Entretanto, no final dos anos 60, têm início várias escavações, agora mais sistemáticas, de outros povoados da região de Lisboa, que se desenrolam também nas duas décadas seguintes, designadamente no Zambujal, Leceia e Columbeira, entre outros, trazendo muitos novos dados e publicações (SCHUBART, SANGMEISTER & TRINDADE, 1966; CARDOSO, SOARES & SILVA, 1984/85; SCHUBART, FERREIRA & MONTEIRO, 1969; ARNAUD, 1974/77). Este crescente conhecimento, complementado pela datação por radiocarbono, ajudaram a acabar com as teorias difusionistas reinantes até então, bem como conceitos como o de "Importkeramik".

Estudos de material cerâmico, efetuados em Portugal, iniciam-se no final da década de 1970, com a Análise por Ativação Neutrónica (AAN), no antigo Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) (ex-LNETI), cuja revisão pode ser consultada em DIAS & PRUDÊNCIO (2007). No entanto, a sua aplicação à cerâmica arqueológica centrou-se principalmente na cerâmica romana (por exemplo, CABRAL & GOUVEIA, 1979; DIAS *et al.*, 2001; PRUDÊNCIO *et al.*, 2003). Ainda assim, foi realizada, pelo mesmo laboratório, alguma investigação relativa a cerâmica pré-histórica proveniente de fora da região de Lisboa (CABRAL *et al.*, 1988; DIAS *et al.*, 2000a, b; 2002; 2005). Um dos estudos mais recentes (DIAS *et al.*, 2007), de 2007, relaciona-se com a determinação da proveniência e tecnologia de produção da cerâmica recolhida no recinto calcolítico de Perdigões, Évora. Pretendeu-se perceber se a

necrópole de sepulcros coletivos existente em Perdigões, de deposições secundárias, podia ter sido utilizada pela população das áreas periféricas ao grande recinto. Para atingir este objetivo, foram analisadas amostras de cerâmica tanto do recinto como da necrópole (dádivas de sepultura), para além de amostras de argila de vários depósitos exteriores ao recinto, representativas do contexto geológico da área, através da AAN. Os resultados destas análises sugeriam *"uma maior diversidade de proveniência das matérias-primas usadas na produção dos recipientes utilizados nos rituais funerários do que nas cerâmicas do recinto, sendo estas essencialmente associadas a matérias-primas da área de implantação do sítio ou da sua periferia imediata. Tais resultados viabilizam e reforçam a hipótese da utilização da necrópole dos Perdigões por populações da região envolvente"* (DIAS et al., 2007).

Faz-se notar um outro estudo, publicado em 2011 por Gonçalo Amaro, talvez a investigação mais próxima da que aqui se propõe, o qual diz respeito à cerâmica recuperada no povoado calcolítico do Zambujal, Torres Vedras. Aqui, amostras de várias tipologias cerâmicas foram analisadas por microscopia petrográfica de lâmina delgada, espectrometria eletrónica de varrimento (SEM), difração de raios X (XRD) e fluorescência de raios X por reflexão total (TXRF). Os resultados apontam para que as diferenças entre as cerâmicas estudadas estejam principalmente relacionadas com a técnica da sua fabricação (elementos não-plásticos, porosidade, espessura das paredes), e não relacionadas com o tipo decorativo ou com o horizonte de ocupação. As principais diferenças parecem estar relacionadas com a funcionalidade das peças, pois como o autor indica *"no caso particular do Zambujal, as populações usaram, durante cerca de mil anos, barreiros locais com as mesmas características; as técnicas de manufatura, no local, também se revelaram próximas, não se encontrando muitas diferenças com o passar do tempo, mas sim nas funcionalidades das peças, sendo evidente a maior inclusão de desengordurantes de calcite nas peças sem decoração, provavelmente de uso comum, e uma maior porosidade e desengordurantes de rochas básicas nas cerâmicas com decoração em folha-de-acácia, vasos com uma possível função de armazenamento."* (AMARO, 2011).

Por último, pelas semelhanças identificadas, mesmo embora não seja relativo à região de Lisboa, vale a pena observar o estudo feito ao povoado calcolítico de Ferreira do Alentejo

(Beja). Aqui o objetivo da pesquisa foi perceber se a cerâmica campaniforme ali presente seria produção local ou importada. Para tal foram analisadas química e mineralogicamente amostras de cerâmica campaniforme, pré-campaniforme e ainda argilas locais. Como resultado, *"This study has demonstrated that the pre-Beaker and Beaker potteries at the Chalcolithic settlement of Ferreira do Alentejo were made locally from at least three chemically distinct clays available in the immediate vicinity of the settlement."* (CABRAL et al. 1988).

A investigação arqueológica sobre a cerâmica calcolítica tem crescido, nomeadamente no que diz respeito a tipologias, decorações e cronologias (por exemplo, BUBNER, 1979; FERREIRA, 2003). Contudo, ainda muito pouco se sabe sobre a sua fabricação, proveniência e comércio. O estudo arqueométrico da cerâmica calcolítica em Portugal, ainda está na sua infância, *"Para tal, é necessário que se invista mais em estudos arqueométricos de análise de cerâmicas..."* (AMARO, 2011). Dez anos depois, Gonçalo Amaro não está sozinho neste sentimento, pois continua a mostrar-se necessário um investimento nesta área, de forma a que a investigação não estagne. Numa altura em que a tecnologia avança a velocidades astronómicas, é urgente dar valor aos estudos de âmbito científico-cultural, para que a memória de onde viemos não se desvaneça rapidamente no meio do ruído virtual a que a sociedade está exposta. É urgente garantir que o legado deixado pelos nossos ancestrais chegue às gerações vindouras, dando mais voz à cultura que é muita da nossa identidade.

Arqueometria pressupõe inovação. É a perfeita união entre "o mais antigo" - materiais pré-históricos, e "o mais recente" - ciência que os estuda. Não será esta uma verdadeira "viagem no tempo", que tantos vêm como o pico da inovação? Desta forma este trabalho torna-se também inovador, tão somente porque a investigação arqueométrica de cerâmica pré-histórica em Portugal conta com poucos estudos realizados. Toda a informação adquirida a partir dos resultados analíticos é informação nova, útil e passível de servir de comparação e de base para outros estudos que se sucedam. Este trabalho que agora se apresenta resulta do estudo arqueométrico de cerâmica calcolítica de vários sítios arqueológicos, de uma mesma zona geográfica, a região de Lisboa, possível berço da cultura Campaniforme (SANGMAISTER, 1976; SANGMAISTER & SCHUBART 1981; KUNST, 1987). Além disso, engloba amostras de toda a extensão temporal do Calcolítico nesta região, passando pelos vários horizontes deste período crono-cultural.

## **CAPÍTULO 2**

### **A CERÂMICA CALCOLÍTICA DA REGIÃO DE LISBOA**

O Capítulo 2 ("A cerâmica calcolítica da região de Lisboa") procura discutir os conceitos básicos que estabelecem os fundamentos para o estudo a efetuar: O que é, de facto, a cerâmica? Como e onde tem a sua origem? De que são compostas as argilas? Como se distinguem entre si? A um nível mais estritamente arqueológico, como se caracteriza o Calcolítico e, em particular, na região de Lisboa? Como são enquadrados geologicamente os depósitos argilosos que podem ter sido utilizados como barreiros e ser associados a um determinado povoado? São estas algumas das questões que procurarão ser analisadas neste capítulo.

#### **2.1. A cerâmica: conceitos, origem e composição**

##### **2.1.1. Exploração do conceito e origem**

Para definirmos o conceito de cerâmica, é necessário delinear o universo de estudo em que nos focamos. Esse universo exclui, do ponto de vista técnico, a porcelana e a faiança (produção vidrada), por o seu aparecimento na Península Ibérica, designadamente na região em estudo, ser muito posterior à cerâmica analisada neste trabalho. Exclui também, a nível funcional, todos os materiais cerâmicos de construção, bem como aqueles que servem em processos industriais (cadinhos, pesos de tear), focando-se apenas na cerâmica de cozinha e mesa, bem como nos contentores de armazenamento ou usados em contexto ritual, incluindo os "ídolos" cerâmicos. Toda esta cerâmica, habitualmente designada como "cerâmica utilitária", cujo nome é autoexplicativo, é um tipo de artefacto muito abundante em contextos arqueológicos a partir do Neolítico, estando representado na generalidade dos museus com coleções arqueológicas. No entanto, frequentemente são recolhidos apenas fragmentos em escavações arqueológicas, o que torna o seu estudo ainda mais

importante e cuidadoso, sendo fundamental uma documentação adequada. Por vezes, mais raramente, são recuperados também objetos cerâmicos quase ou parcialmente inteiros. Estes objetos, fragmentados ou inteiros, permitem, consoante o tipo de forma, decoração, bordo, etc., descobrir as diferentes funções que teriam estes artefactos, tais como cozinhar, servir alimentos, armazenar, mas também serem objetos de prestígio, rituais ou funerários. O início da produção e utilização de cerâmica remete a cerca de 10 mil anos atrás, fazendo dela um dos principais elementos caracterizadores da evolução da civilização, uma vez que tem sido usada pelas comunidades humanas em todo o mundo (BUYS & OAKLEY, 1993; SALANOVA & SHERIDAN, 2013).

Em Portugal, os primeiros artefactos cerâmicos remontam também ao Neolítico (meados do VI milénio a. C.), mais precisamente, às designadas cerâmicas impressas com decoração cardial, registadas em níveis datados pelo radiocarbono entre  $6400 \pm 75$  BP e  $6000 \pm 75$  BP, isto é, da 2ª metade do VI milénio a.C. (CARDOSO, 2002).

A cerâmica tem, não apenas uma função utilitária, como é ainda um meio de expressão artística, cultural e social. Este processo ganha ainda mais significado em tempos pré-históricos, em que a produção de fábrica e em massa estava longe de existir, e onde cada peça acaba por transportar uma “impressão” do oleiro que a produziu. Esta relação simbólica entre o moldar da argila e o oleiro, tem sido de tal forma prestigiada ao longo dos séculos que chega mesmo a ser comparada à relação da Humanidade com Deus na própria Bíblia Sagrada, tendo a matéria-prima em causa sido referida como o material por excelência para moldar o próprio Homem em passagens como “Do pó da terra Deus formou o Homem.” (Génesis 2:4) e “Mas agora, ó Senhor, tu és nosso Pai; nós o barro e tu o nosso oleiro; e todos nós a obra das tuas mãos.” (Isaías 64:8).

A cerâmica pode, então, ser definida como uma pasta de argila moldada e cozida, com uma composição química base de silicatos de alumínio hidratados (RICE, 1987). As pastas mais usadas no fabrico de cerâmicas antigas possuem normalmente uma quantidade significativa de inclusões, denominadas inclusões não-plásticas, dispersas numa matriz argilosa mais fina, a componente plástica (Figura 2.1). Estas inclusões podem ser naturais, isto é, procedentes da argila, ou ter sido adicionadas propositadamente pelo oleiro como têmpera, para reduzir a plasticidade da pasta e diminuir o fator de encolhimento (SHEPARD,

1956). De entre estas inclusões, as mais comuns são fragmentos de rochas e minerais, para além de matéria vegetal, conchas, ossos ou cerâmica moída (chamote) (BARCLAY, 2001).

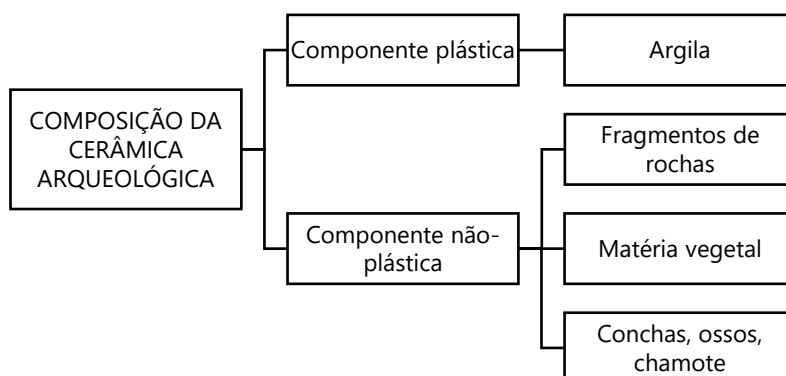


Figura 2.1: Composição da cerâmica arqueológica.

### 2.1.2. Composição química

A argila é composta por silicatos de alumínio hidratados, dado que a origem de qualquer sedimento argiloso se encontra na decomposição de feldspatos ou de outros minerais aluminossilicatados de que resultam diferentes minerais (designados por argilominerais) como a caulinite ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), ilite ( $((\text{K}, \text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} [(\text{OH})_2, (\text{H}_2\text{O})])$ ), esmectite ( $\text{Al}_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), clorite ( $((\text{Mg}, \text{Fe})_3 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot (\text{Mg}, \text{Fe})_3 (\text{OH})_6)$ ), montmorilonite ( $((\text{Na}, \text{Ca})_{0,3} (\text{Al}, \text{Mg})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) e vermiculite ( $((\text{MgFe}, \text{Al})_3 (\text{Al}, \text{Si})_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) (SUGUIO, 2003). Contudo, deverá notar-se que a palavra argila não tem só uma conotação petrológica, uma vez que o termo argila pode ser também aplicado às dimensões das partículas sedimentares (granulometria), quando têm um diâmetro inferior a 0,004 mm (WENTWORTH, 1922).

Em Portugal, as argilas têm uma longa e importante tradição de exploração. Aqui existem abundantes recursos de argilas, que ocorrem, na sua maioria, nas orlas meso-cenozóicas, mas também nas bacias hidrográficas interiores mais importantes. (LISBOA, 2014).

Hoje designam-se como “argilas comuns” dois grupos distintos, embora ambos possam ter sido utilizados pelos oleiros pré-históricos. Por um lado, a argila habitualmente usada em olaria – uma pasta plástica de fácil modelação, com cores variadas (cinzento a esverdeado,

castanho ou castanho avermelhado), podendo incluir, além dos argilominerais já referidos também quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), feldspato ((K, Na, Ca)  $(\text{Si, Al})_4\text{O}_8$ ), mica (moscovite ( $\text{KAl}_2 (\text{AlSi}_3 \text{O}_{10})(\text{F, OH})_2$ ) e biotite ( $\text{K} (\text{Mg, Fe})_3 (\text{AlSi}_3 \text{O}_{10})(\text{F, OH})_2$ )), óxidos e hidróxidos de ferro (hematite ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), goethite  $\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$  (OH)), carbonatos (calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomite ( $\text{CaMg} (\text{CO}_3)_2$ ), geralmente em teores baixos) e, até, a pirite ( $\text{FeS}_2$ ). A argila de olaria possui teores considerados baixos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (15-25 %) e baixos a médios de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (<10 %). Por outro lado, a argila que hoje é usada para cerâmica de construção, isto é, para a designada indústria do barro vermelho, apresenta uma pasta mais grosseira, grande quantidade de silte (granulometria menor do que areia, mas maior do que argila, entre 0,062 e 0,004 mm (WENTWORTH, 1922)) e areia, com cores predominantes de vermelho a amarelo, de castanho e de cinzento. A percentagem de fração argilosa (tamanho de grão) desta argila pode ser baixa, mas é, no entanto, suficiente para permitir a plasticidade necessária para a moldagem cerâmica. A argila de construção possui, normalmente, teores mais elevados de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ , podendo apresentar fragmentos grosseiros e matéria orgânica na matriz. Por tudo isto, a utilização deste tipo de argila na manufatura de artefactos cerâmicos pré-históricos não pode ser descartada a priori.

Com base num estudo de argilas de norte a sul do país, verificou-se que as argilas comuns exploradas em Portugal correspondem, na sua maioria, a sedimentos de carácter fluvial e estuarino (são, por conseguinte, argilas secundárias, sendo que as primárias são aquelas que permanecem no local onde se originaram). A composição química da generalidade das argilas apresenta valores altos de sílica, baixos de alumina (inferiores a 20%) e, também, baixos de cálcio, magnésio e sódio. Quanto à composição mineralógica, esta pode ser dividida entre minerais argilosos (os já referidos argilominerais) e não argilosos. Entre os minerais argilosos, aparecem como principais a illite, a caulinite e, também, a esmectite, podendo os dois primeiros apresentarem-se interestratificados com a esmectite. A clorite também aparece em algumas das argilas. Menos frequentemente aparecem a vermiculite e minerais fibrosos como a paligorskite ( $\text{Si}_8 \text{Mg}_5 \text{O}_{20} (\text{OH})_2 (\text{OHH}^+)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) e a sepiolite ( $\text{Mg}_4 \text{Si}_6 \text{O}_{15} (\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ). Entre os minerais não argilosos aparecem o quartzo, feldspatos (maioritariamente feldspatos potássicos), óxi-hidróxidos de ferro e óxidos de titânio (estes geralmente vestigiais). Os carbonatos são minerais menos frequentes nas argilas comuns em Portugal (LISBOA, 2014).

## **2.1.3. Técnicas de produção:**

### **2.1.3.1. Preparação da pasta**

Outra questão pertinente tem a ver com as técnicas de produção da cerâmica pré-histórica. Em primeiro lugar, há que ter em conta que se obedeceria a uma sequência de trabalhos, a designada cadeia operatória. Uma sequência provável, por se tratar de um contexto semelhante com os aqui estudados, será a proposta para a cadeia operatória de produção de cerâmicas calcólicas do povoado calcólico do Zambujal (AMARO & ANUNCIACÃO, 2013), apresentada na Figura 2.2.

A extração da argila de jazidas (barreiros) inicia a cadeia operatória. A segunda etapa desta cadeia, diz respeito ao transporte dessas argilas. Estudos arqueológicos baseados em vários casos etnográficos (ARNOLD, 1985, 2005; AMARO, 2011) indiciam que, nesta época e sobretudo em sociedades de nível tecnológico e socioeconómico menos complexos, os recursos necessários à produção de cerâmicas (tanto argilas, como desgordurantes) seriam recolhidos a uma distância média inferior a 5 km do local de manufatura, não existindo a necessidade de percorrer longas distâncias, uma vez que as argilas são relativamente frequentes e de fácil acesso. Ainda assim, há que considerar que esta poderia ser captada a maiores distâncias. Em terceiro lugar, é necessária a transformação dos torrões de argila em pó, para poder ser usado quando necessário. Para tal é preciso que a argila passe por uma limpeza onde são removidas impurezas, como sejam partículas minerais de grande calibre, e/ou material orgânico, sendo de seguida seca. Em quarto lugar, na preparação da pasta, ao pó é misturado água e têmpera. A têmpera (ou desgordurante) pode ser constituída por fragmentos de rochas ou minerais, onde poderão ser visíveis grãos angulosos devidos à sua obtenção a partir da fracturação de uma matriz rochosa (RICE, 1987), ou grãos mais rolados, caso estes sejam recolhidos num rio, por exemplo, sendo que nesse caso é mais difícil de determinar se foram adicionados propositadamente ou se se encontravam originalmente na matriz argilosa. A têmpera pode ainda ser constituída por matéria orgânica ou chamote (cerâmica moída), como referido anteriormente. Esta adição de têmpera tem como objetivo principal reduzir a plasticidade da pasta e diminuir o fator de encolhimento durante a cozedura, conferindo maior estabilidade à peça (SHEPARD, 1956). Os principais minerais utilizados vulgarmente como

têmpera são quartzo, calcite, feldspato, mica, bem como alguns minerais máficos como anfíbolos e piroxenas (RICE, 1987; CRUZ & CORREIA, 2007; TRINDADE, 2007; AMARO & ANUNCIACÃO, 2013). De seguida (quinto passo), a mistura é amassada (ou sovada) por forma a misturar os elementos da forma mais homogénea possível e a libertar as bolhas de ar que possam estar no interior da pasta (e que poderiam levar à quebra das peças durante a cozedura). Este trabalho pode ser feito, dependendo do volume da pasta, com as mãos, com os pés ou pisado por animais (THÉR, 2016; CRUZ & CORREIA, 2007).

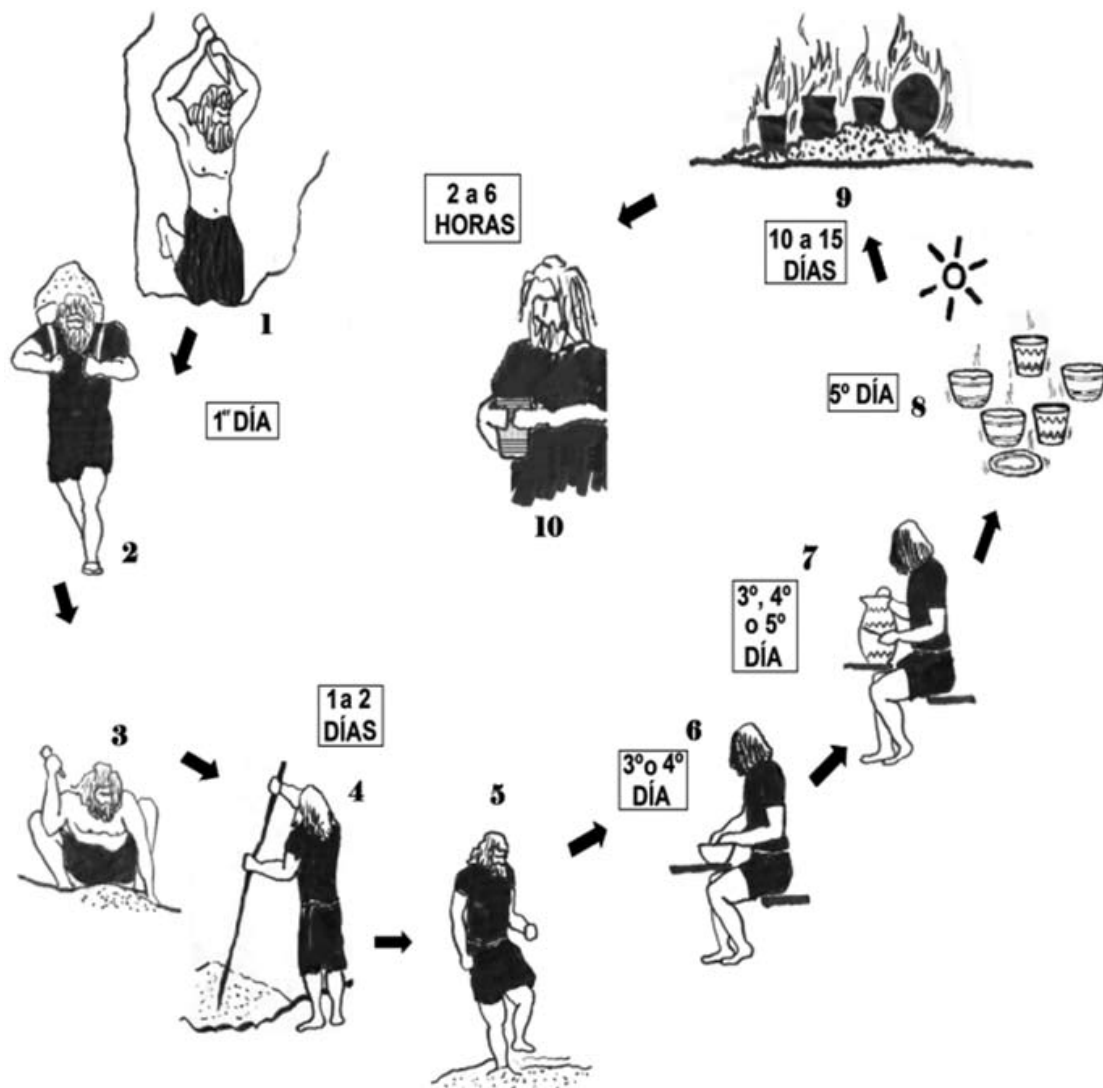


Figura 2.2: Proposta de cadeia operatória de produção de cerâmicas calcólicas do Zambujal, segundo Amaro & Anunciação, 2013 (Fig. 12): 1) extração; 2) transporte; 3) transformação dos torrões de argila em pó; 4) preparação da pasta; 5) homogeneização da pasta; 6) modelação; 7) decoração; 8) secagem; 9) cozedura; 10) desenformamento.

### **2.1.3.2. Fabricação dos recipientes**

Após todo este processo inicial, a que podemos chamar de preparação da pasta, inicia-se a criação do recipiente cerâmico, dando-lhe forma, decoração e acabamento de superfície (sexto passo). Nesta época, o fabrico manual, o tipo mais simples de manufatura, é exclusivo, tendo em conta que os oleiros pré-históricos não conheciam ainda o torno (ou roda) de oleiro. No fabrico manual, encontram-se como principais técnicas de modelação a i) técnica da bola, que consiste em, a partir de um bola de argila, modelar progressivamente com o polegar, sendo normalmente utilizada para peças pequenas, com diâmetro não superior a 10 cm (AMARO, 2011); ii) a técnica das placas (com a variante do uso de pedaços em vez de placas), onde são formadas, com a argila, pequenas placas mais ou menos uniformes que vão depois sendo sobrepostas; e iii) a técnica dos rolos, em que são formados, primeiramente, cilindros de argila (rolos com cerca de 10 mm de grossura (THÉR, 2016, p. 225), que depois vão sendo sobrepostos e unidos formando o recipiente (pensa-se que esta seria uma das técnicas preferidas uma vez que seria de fácil execução, permitindo ainda construir peças de grande volume (AMARO, 2011). (BALFET *et al.*, 1983; EIROA *et al.*, 1999; CALVO TRIAS *et al.*, 2004). Também a técnica de arrastamento, em que se vai arrastando o barro de forma a fazer subir as paredes do objeto e a uniformizá-lo (CALVO TRIAS *et al.*, 2004, p. 24), pode ou não ser usada como complemento. Está ainda reportado o uso da técnica de moldagem em cerâmica pré-histórica. Esta técnica é usada para peças abertas sendo utilizado um molde que pode ser outra peça, cestos ou mesmo um molde escavado no chão, principalmente quando o objetivo é criar grandes recipientes (BALFET *et al.*, 1983; TSETLIN, 2006; CRUZ & CORREIA, 2007). A identificação da técnica de fabrico é geralmente difícil e muitas vezes pode até existir combinação de várias técnicas (RICE, 1987, P.124), mas algumas destas poderão revelar diferenças aquando da observação microscópica da secção transversal e/ou de uma lâmina delgada (THÉR, 2016). A orientação dos poros e inclusões não-plásticas é um atributo chave há muito reconhecido e que pode indicar a técnica de fabrico utilizada (SHEPARD 1956). Por exemplo, a distribuição e orientação da têmpera e poros, quando estes se encontram orientados horizontalmente na mesma direção, pode indicar ter sido utilizada a técnica dos rolos (CAPEL *et al.*, 1995; AMARO, 2011). Aqui, a aplicação de força física à argila, durante a conformação dos rolos, é o principal fator que afeta a orientação e alinhamento da inclusões e poros uma vez que a

pressão faz girar as partículas alongadas e deforma a forma dos poros, que ficam mais estreitos, alinhando-se perpendicularmente ao eixo principal da tensão (THÉR, 2016).

### **2.1.3.3. Tratamento e acabamento de superfícies**

O sétimo passo da cadeia operatória, diz respeito ao acabamento de superfície e à decoração do recipiente. Ora a distinção entre um tratamento de superfície e um tratamento decorativo é, por vezes, dúbio e suscetível de interpretação subjetiva por parte do arqueólogo (CRUZ & CORREIA, 2007). Ainda assim, na grande maioria, existe acordo na distinção entre eles, uma vez que os tratamentos de superfície, por norma, têm como objetivo principal homogeneizar as irregularidades resultantes do processo de fabrico. Os tratamentos de superfície poderão ser aplicados com o recipiente ainda húmido ou já seco, obtendo-se, deste modo, diferentes resultados. Assim, com a superfície ainda húmida, obtém-se o alisado, que consiste na obtenção de uma superfície uniforme, mas sem brilho, resultado da eliminação das irregularidades resultantes da própria modelação, fazendo passar pelas ou tecidos na superfície. O rugoso refere-se a uma superfície mais rudemente alisada. O polido consiste em uma superfície ligeiramente brilhante, obtida após o alisamento, com a peça já um pouco mais seca, sendo por isso possível obter um maior lustre. No brunido este brilho é ainda mais intenso, sendo necessária uma secagem já mais consistente, chegando àquela que é chamada a fase de “textura de couro”, em que a peça já se encontra bem mais endurecida (CALVO *et al.*, 2004). O brunido é conseguido friccionando a superfície com um objeto macio, mas duro, como um seixo ou um osso.

A secagem (oitavo passo), mostra-se não só importante para alguns acabamentos de superfície, como vimos, como também se mostra de extrema importância para que os recipientes não se partam durante o processo de cozedura (GARCIA-HERAS, 1997). Esta fase pode demorar de alguns dias a algumas semanas, dependendo do próprio material e das condições climáticas. Ainda antes da cozedura, poderá ser feita a aplicação de uma aguada, um tratamento de superfície que consiste em aplicar uma camada de argila líquida, mais espessa (engobe) ou mais fina (almagre), obtida a partir das partículas de argila em suspensão em água, e que pretende dar um acabamento mais refinado ou de cor diferente da pasta cerâmica (CRUZ & CORREIA, 2007).

#### **2.1.3.4. Técnicas decorativas**

Embora os recipientes ou fragmentos decorados sejam a minoria de entre o espólio exumado em quase todas as escavações, ainda assim as técnicas usadas na decoração de cerâmica pré-histórica têm-se mostrado bastante diversificadas. Estas são por norma feitas antes da cozedura, em diferentes fases da secagem, ou até mesmo em relevo (a chamada decoração plástica - cordões em relevo, por exemplo, que podem, por sua vez, ter vários tipos de decoração).

Uma das técnicas decorativas mais usadas é a incisão (Figura 2.3). As incisões são feitas na pasta ainda húmida utilizando um objeto duro que cria os motivos e podem chegar a adquirir vários aspetos que dependem sobretudo da textura da própria pasta e da dureza em que se encontra no momento da aplicação da técnica. Dependendo da forma da ponta e da espessura do objeto utilizado para fazer as incisões, é possível obter caneluras, que consistem em sulcos mais ou menos largos, com perfil em U, muito usadas nos copos do calcolítico inicial estremenho (Figura 2.4). Enquanto uns arqueólogos consideram as caneluras uma técnica de incisão, outros consideram uma técnica de impressão (CRUZ & CORREIA, 2007). A técnica de decoração impressa consiste em fazer a impressão de matrizes naturais como conchas, motivos vegetais, digitação unglada (ver exemplo na Figura 4.8, do capítulo 4), ou mesmo de matrizes fabricadas. A estampilhagem (que usa uma matriz com motivos esculpidos em baixo-relevo) e o penteado (que usa um pente para fazer linhas paralelas em série (Figura 2.5) estão relacionadas com esta técnica, uma vez que consistem em matrizes fabricadas. No puncionamento são criados pequenos motivos descontínuos utilizando para tal um instrumento pontiagudo, que deixa a impressão (para alguns, incisão) na superfície ainda amolecida (Figura 2.6).

A partir destas técnicas decorativas, podem ser compostos padrões e matrizes. Os padrões decorativos podem organizar-se em métopes, ser verticais, horizontais, em faixas (bandas, zingue-zagues, triângulos), podem consistir num reticulado (linhas ou bandas que compõem uma quadricula), etc.. Por fim, os motivos de preensão e suspensão, podem ou não ter um cariz decorativo. Falamos principalmente dos designados mamilos (ver exemplo na Figura 4.11 do capítulo 4).

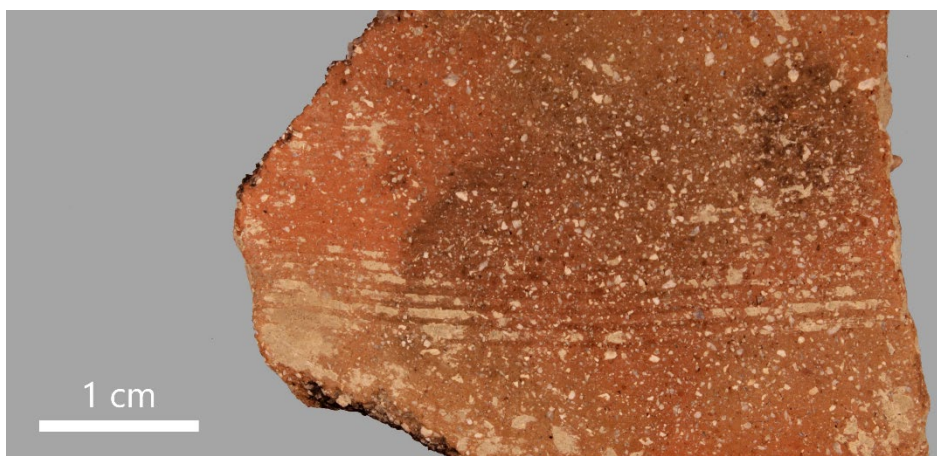
Principalmente em cerâmica campaniforme, mas também em alguma cerâmica chamada simbólica mais antiga (SOUSA, 2010) aparece, por vezes, a aplicação de pasta branca (ver Figura 6.9 do Capítulo 6). Esta pode ser constituída por talco, carbonato de cálcio ou osso moído e aplicada nas incisões decorativas (ODRIOZOLA *et al.*, 2012; CARDOSO, 2014).



*Figura 2.3: Técnica decorativa de incisão presente no fragmento PL-20.*



*Figura 2.4: Técnica decorativa de canelura presente no fragmento VN-14.*



*Figura 2.5: Técnica decorativa de penteado presente no fragmento VN5P-93.*



*Figura 2.6: Técnica decorativa de puncionamento (pontilhado) presente no fragmento VN5P-53.*

#### **2.1.3.5. Cozedura**

O último momento da cadeia operatória (Figura 2.2) diz respeito ao processo de cozedura dos recipientes cerâmicos. Antes disso, as peças ficariam vários dias a secar e, mesmo antes de serem cozidas, seriam pré-aquecidas, por algum tempo, perto de uma fogueira, para evitar os choques térmicos (AMARO & ANUNCIACÃO, 2013, p. 67). A cozedura é fundamental para que a cerâmica adquira estabilidade, resistência e durabilidade, acabando por refletir muitas vezes o grau de desenvolvimento cultural e tecnológico da comunidade que a utiliza. A cozedura também pode influenciar a cor final do objeto. A cor adquirida

depende de vários fatores que podem ser intrínsecos, como a própria composição da argila, mas também de fatores extrínsecos como a temperatura atingida e o ambiente de cozedura (oxidante ou redutor). O processo de cozedura de argilas em tempos pré-históricos, só pode ser inferido mediante a análise de vários fatores, muitos deles impossíveis de precisar. Sabemos, no entanto, que em tempos pré-históricos existia muito pouco controle tanto em termos de temperatura como da atmosfera de cozedura (RICE, 1987). Os recipientes seriam cozidos em fogueira aberta (cama de madeira no solo) ou em covas escavadas no solo, as chamadas “soengas” (CRUZ & CORREIA, 2007; AMARO & ANUNCIAÇÃO, 2013). Em nenhum dos casos, nem a atmosfera de cozedura, nem a temperatura eram controlados com precisão, como mencionado. Julga-se que a atmosfera de cozedura era normalmente pouco oxidante, uma vez que as peças seriam cobertas com estrume, matéria vegetal e fragmentos de cerâmica, com o intuito de não estarem expostas a alterações rápidas da temperatura que originassem fracturação (RICE, 1987; CALVO & GARCÍA, 2006). Alguns estudos apontam para que a cozedura das cerâmicas do Calcolítico seria efetuada a uma temperatura não superior a 700° C (AMARO & ANUNCIAÇÃO, 2013; GIBSON & WOODS, 1997). O facto de as cerâmicas estarem em contacto direto com o fogo, permitia obter temperaturas “altas” (entre 450° a 700° C) em pouco tempo, sendo 1 hora tempo suficiente de cozedura na maioria dos casos, ao contrário do que acontecia com os fornos cobertos, que surgem posteriormente, onde a obtenção das altas temperaturas é mais demorada, e onde o ambiente é muito mais controlado (GIBSON & WOODS, 1997). Sabe-se, no entanto, que o próprio vento poderia levar a picos térmicos, pelo que se podiam exceder essa temperatura facilmente ainda no Neolítico e Calcolítico (ALEJOS *et al.*, 2021). Os objetos resultantes são normalmente recipientes de cor pouco uniforme (Figura 2.7), em tons de castanho, com zonas mais escuras ou mais claras, que acabam por refletir a mistura de temperaturas, atmosferas e o contacto direto ou não com o fogo (CRUZ & CORREIA, 2007).



*Figura 2.7: Fragmento com superfície de coloração pouco uniforme, com zonas mais escuras ou mais claras (VN5P-51).*

#### **2.1.4. Transformações térmicas**

Durante a cozedura, ocorrem importantes transformações químicas e mineralógicas da matéria-prima utilizada, geralmente de carácter irreversível. Conhecer as alterações e verificar a existência ou ausência de certas fases minerais na pasta pode fornecer pistas importantes sobre as temperaturas pelas quais aquela cerâmica tenha passado. Aqui têm influência principalmente as temperaturas atingidas, o tempo de cozedura (a reação poderá ou não ser completa dependendo da duração do patamar de temperatura máxima atingida) e, claro, a própria composição química da pasta. As concentrações de CaO que as pastas possam apresentar mostram-se especialmente relevantes neste tópico, uma vez que quanto maior a percentagem de CaO presente, menor é a temperatura de fusão, isto é, com o aumento da temperatura, pode ocorrer uma sinterização quando alguns minerais começam a fundir (ex. feldspatos) levando as partículas a aproximarem-se umas das outras e os poros a tornarem-se menores. Neste processo, ocorre a destruição de certos minerais

e a criação de novas fases, através de modificações físicas e normalmente irreversíveis, que tornam o objeto sólido e resistente (TRINDADE, 2007). O tamanho dos grãos presentes na pasta é também uma variável a ter em conta pois quanto mais fina a granulometria média, menor a temperatura necessária para que ocorram transformações, ou mais rápida é essa transformação. Para além disso, existe ainda a atmosfera de cozedura e os efeitos de oxirredução, influenciados sobretudo pela presença de ferro, e material orgânico (SHEPARD, 1956). Maria José Trindade na sua tese de doutoramento (2007) reflete sobre estas questões *"Se o aquecimento for efetuado em atmosfera oxidante, a matéria orgânica é queimada e o ferro passa à forma oxidada, de modo que a argila de cores iniciais acinzentadas adquire tons vermelhos-acastanhados. Se o ambiente for redutor ou se for oxidante, mas em que o aquecimento é insuficiente para a transformação completa da pasta no estado oxidado, o ferro ferroso permanece, bem como a cor escura em toda a amostra, no primeiro caso, ou com centro escuro e bordos avermelhados, no segundo caso. Quando as argilas naturais já são oxidadas e pobres em matéria orgânica, o aquecimento em ambiente oxidante pouco as afeta, mas escurece-as muito se as condições forem redutoras, pelo que muitas vezes formam peças com o interior avermelhado e os bordos escurecidos. As condições atmosféricas [da operação de cozimento] podem assim ser facilmente inferidas pela observação da sucessão de cores dos bordos para o interior do fragmento cerâmico (...) A presença de um núcleo escuro é indicativa de aquecimento insuficiente em condições oxidantes, ou de uma pasta de elevado conteúdo em matéria orgânica."* (TRINDADE, 2007).

Tendo em conta todas as variáveis, definir as temperaturas a que acontecem as transformações nem sempre é, por conseguinte, tarefa fácil. Ainda assim, é possível delinear, de uma forma muito geral (Tabela 2.1), a sequência das transformações ocorridas durante o aquecimento das pastas, tendo por base os principais componentes que nelas encontramos. Ao olhar para esta tabela, percebe-se como a análise mineralógica das pastas cerâmicas se torna imprescindível na determinação das fases cristalinas presentes. Através dessas fases cristalinas, podem então estimar-se as temperaturas atingidas durante a cozedura das peças de cerâmica em estudo.

*Tabela 2.1: Resumo das principais transformações térmicas nos principais componentes das pastas argilosas. Adaptação de NORTON (1974), RICE (1987), SANTOS (1989), GARCIA-HERAS (1997), TRINDADE (2007) e RINGDALEN (2015).*

|  | Transformações térmicas  |
|--|--|
| Transformações térmicas iniciais e de matéria orgânica | <p>100 °C – Assiste-se à perda de humidade.</p> <p>100-200 °C - Pode estar associada pequena contração.</p> <p>450° C - Perda dos grupos hidroxílicos (água estrutural).</p> <p>550-650 °C - A decomposição de matéria orgânica produz geralmente picos exotérmicos neste intervalo.</p> <p>500-800 °C – Volatilização de impurezas e/ou inclusões como sulfatos, sulfuretos, gesso e carbonatos (estes últimos podem chegar até 900 °C, embora a descarbonatação comece mais cedo).</p> |
| Minerais Argilosos                                     | <p>100-200 °C - Os minerais argilosos começam a perder a água adsorvida.</p> <p>400-525 °C - Desidroxilação da caulinite.</p> <p>300-600 °C - Desidroxilação da illite. A estrutura da illite persiste geralmente até 850 °C.</p> <p>300-800 °C - Desidroxilação da esmectite.</p> <p>500-550 °C - Desidroxilação das montmorilonites ricas em ferro.</p> <p>700 °C - Desidroxilação das montemorilonites pobres em ferro.</p>   |
| Oxi-hidróxidos de Ferro                                | <p>320 °C - A desidroxilação da goethite origina um pico endotérmico.</p> <p>400-600 °C - O <math>Fe^{2+}</math> na matriz argilosa oxida, formando-se hematite. A partir dos 500 °C a hematite é detetável embora só aos 900 °C seja bem cristalizada.</p>  |
| Quartzo  | <p>A 573 °C acontece a transição do quartzo (alfa) para a forma estável a altas temperaturas (beta).</p> <p>O seu ponto de amolecimento acontece acima dos 1500 °C e o ponto de fusão aos 1711 °C.</p>   |
| Feldspatos   | <p>Não sofrem transições da sua estrutura atômica quando sujeitos a elevadas temperaturas. Antes fundem-se tornando-se viscosos, dando, conseqüentemente, maior densidade e menor porosidade ao corpo cerâmico.</p>  |

|         |   |
|---------|---|
| Calcite | <p>620 e 700 °C – Inicia a decomposição da calcite que se completa entre 850 e 900 °C.</p> <p>500-800 °C – Em pastas ricas em CaO, a maior diferença entre uma cozedura a 500 ou a 800 °C é o desaparecimento de algumas fases como anátase, plagioclase, feldspato, goethite e kaolinite.</p> <p>700-850 °C – O cálcio derivado da decomposição da calcite pode produzir novas fases como a gehelenite (800 °C), anortite (entre os 800-850 °C, se bem que alguma anortite possa ser detetada a partir de 700 °C), wollastonite (diópsido) (750-800 °C).</p> |
|---------|---|

## **2.2. O Calcolítico na região de Lisboa: considerações sobre este período cultural na região da Estremadura portuguesa, articuladas com os horizontes da cerâmica arqueológica do mesmo.**

### **2.2.1. O Calcolítico**

Calcolítico (do grego *khalkos*, "cobre" + *lithos*, "pedra"), também conhecido como Idade do Cobre, ou ainda Eneolítico, é o período da Pré-história que se situa entre o Neolítico e a Idade do Bronze. Esta ideia, de que houve um período intermédio, entre o Neolítico e a Idade do Bronze foi inspirado na descoberta do uso do cobre nativo na pré-história da América do Norte (Mississípi), quando Ephraim Squier e Edwin Davis descobriram vários artefactos deste material, embora trabalhados a frio (PEARCE, 2019). Na Europa, o conceito começa a desenvolver-se principalmente devido às observações de William Wilde na Irlanda (1861), de que os artefactos de cobre precederiam os artefactos de bronze (PEARCE, 2019). O processo de aceitação do conceito de "Calcolítico" foi longo, porque este foi inicialmente recebido com ceticismo, uma vez que abalava o Sistema das Três Idades (Idade da Pedra, Idade do Bronze e Idade do Ferro), sistema esse desenvolvido na Dinamarca entre 1816 e 1836 por Christian Jürgensen Thomsen e provado estratigraficamente por Jens Jacob Asmussen Worsaae (KLINDT-JENSEN, 1975; GRÄSLUND, 1987). No entanto, os Congressos de Antropologia e Arqueologia Pré-histórica de 1876 e 1880 foram momentos-chave na implantação do termo fazendo com que começasse a ser amplamente aceite.

Deverá, contudo, notar-se que é impossível estabelecer uma baliza cronológica geral para o Calcolítico (e, de igual modo, para o Neolítico, Idade Bronze e Idade do Ferro), tendo em conta os diferentes ritmos de desenvolvimento e de manifestações culturais que ocorreram na Pré e Proto-história (PEARCE, 2019). Assim, o Calcolítico, é um complexo cultural cuja cronologia, numa determinada região, pode não ser sobreponível à do mesmo tipo de complexo numa outra região, seja esta contígua ou não. Em Portugal, o Calcolítico corresponde essencialmente ao III milénio a.C. (CARDOSO, 2002). No entanto, a transição entre o Neolítico e o Calcolítico (Neolítico Final/Calcolítico Inicial) começa a verificar-se ainda em finais do IV milénio a.C. Como refere João L. CARDOSO (2002) *"esta sociedade já pouco teria a ver com as comunidades tribais estritamente ligadas por laços de sangue, que se mantiveram até ao Neolítico Final."* O desenvolvimento observado durante o período Neolítico conduziu ao desigual incremento das capacidades de produção, o que veio, consequentemente, acentuar os regionalismos das comunidades. O Calcolítico caracteriza-se, assim, pelo aparecimento de sociedades complexas, ocorrendo a intensificação económica e a especialização de produção, fazendo uso de novas técnicas.

Entre as novas técnicas, surge a metalurgia do cobre, que dá também o nome, como vimos, a este período cultural. A metalurgia do cobre, talvez devido à escassez de minérios de cobre na região, parece ter um início tardio na Estremadura, uma vez que esta surge no sudoeste de Portugal 200 a 300 anos antes, no início do III milénio a.C. No Campaniforme, isto é, no Calcolítico Final, para além do surgimento de novas formas de artefactos à base de cobre (pontas de seta tipo Palmela, punhais de lingueta), surgem os primeiros artefactos de ouro. Segundo SOARES *et al.* (1996), *"os primeiros objetos em ouro, manufacturados em ouro nativo martelado (normalmente folhas finas desse metal), surgem associados ao complexo Campaniforme"*. São principalmente espirais, brincos, contas, alfinetes e diademas, que marcam a emergência de elites e da diferenciação social (CARDOSO, 2002).

Também no Calcolítico surge um novo tipo de monumento funerário, a *Tholos*, de construção muito mais leve, apresentando uma "falsa cúpula", em contraste com os túmulos megalíticos do Neolítico (as designadas antas ou dólmens) que, no entanto, continuam a ser utilizados durante o Calcolítico. Entretanto, por outro lado, os animais de maior porte começam a ser usados para tração e transporte, deixando de constituir apenas alimento. É também, nesta altura, que surge o arado e a roda e ocorre a Revolução dos Produtos

Secundários - produtos como a lã, o leite e o queijo começam a ser produzidos e utilizados. As melhores condições de vida ou a crescente qualidade da mesma, com a possibilidade de armazenamento de alimentos, levam a um acentuado crescimento demográfico, formando-se uma teia social cada vez mais complexa, o que faz surgir a hierarquização, trazendo consigo os já citados indícios da diferenciação social, que depois se afirmam na Idade do Bronze.

É, no entanto, ainda no Calcolítico Pleno, que a prosperidade das comunidades terá atingido um ponto alto, correspondendo, em geral, à plena adoção de todas as inovações características da Revolução dos Produtos Secundários. Foram as próprias melhorias nos sistemas de produção, que estiveram na base de potenciais situações de conflito, levando à concentração da população em numerosos sítios fortificados, dispersos por todo o território. Os povoados fortificados (cujo principal objetivo seria, para além da proteção dos excedentes alimentares, a proteção também da população desses sítios do ataque de grupos rivais) evidenciam a instabilidade social então vivida (CARDOSO, 2004). A ausência de um poder centralizado em tais povoados fortificados teria estado na origem da "guerra endémica" (conflitos recorrentes e generalizados), que terá contribuído para o declínio de tal modelo de sociedade (CARDOSO, 2002). O colapsar dos sítios fortificados na Estremadura evidencia-se, então, na segunda metade do 3º milénio (SOUSA, 2010). *"As comunidades calcolíticas estremenhas passam, num curto período de tempo, por via do clima de instabilidade generalizada então gerado, de administradoras de amplos territórios, para detentoras de domínios cada vez mais restritos, com fronteiras crescentemente melhor definidas"* (JORGE, 1994). Coincidindo com a eclosão do "fenómeno" campaniforme na Estremadura, o novo modelo de sociedade refletiu-se no abandono quase generalizado dos povoados fortificados e na *"multiplicação de pequenos núcleos em locais abertos, de encosta ou em pequenas colinas, onde avultam as cerâmicas campaniformes."* (CARDOSO, 2004). Assim, na Estremadura, assistimos paulatinamente ao retorno de formas de povoamento que seriam vigentes, nesta mesma região, no Neolítico Final.

Entre os sítios calcolíticos destacam-se, na região de Lisboa, num conjunto de mais de 60 povoados conhecidos (alguns aparentemente sem estruturas defensivas), os povoados fortificados de Vila Nova de São Pedro (cuja cerâmica é estudada nesta dissertação),

Zambujal e Leceia, com áreas superiores a um hectare e uma população estimada de 200 a 300 habitantes (CARDOSO, 2002).

### **2.2.2. A região de Lisboa: geologia, clima e recursos naturais**

Em Portugal, o estudo do Calcolítico abrange três *facies* principais distintas, correspondendo ao Norte, à Estremadura e ao Sul do país, cada uma delas com evidentes ligações e distinções próprias. As cerâmicas em estudo nesta tese pertencem à região de Lisboa, que se integra na Estremadura portuguesa, correspondendo *grosso modo* ao distrito com sede nesta cidade. Nesta região predomina um substrato calcário, com origens na Era Secundária (200-135 milhões de anos), marcado por orlas sedimentares meso-cenozóicas e falhas preenchidas por rochas constituídas, sobretudo, por calcários, margas e arenitos (BRITO, 1992). No entanto, surgem ainda “pequenas” zonas de rochas magmáticas, como o Complexo Vulcânico de Lisboa, o qual abrange uma área de cerca de 200 km<sup>2</sup> englobando Lisboa, Sintra, Mafra e Runa (RAMALHO *et al.*, 1993, p. 39). A geologia específica da área de implantação de cada sítio arqueológico considerado neste trabalho será analisada adiante, no capítulo 3 da presente dissertação.

Esta região é ainda marcada por um clima ameno, com uma temperatura média de 10 °C no inverno e 22 °C no verão, contando com três a cinco meses secos e um índice pluviométrico não superior a 800 milímetros por ano. *“Com efeito, tratando-se a Estremadura de região propícia à fixação humana, mercê das condições climáticas, pedológicas e geográficas, avultando entre estas a proximidade do litoral atlântico e dos estuários do Tejo e do Sado, constituiu-se desde muito cedo como área privilegiada para a ocupação humana”* (CARDOSO, 2004). Encontramos, pois, na região de Lisboa, condições pedológicas que tornam esta uma região com abundância de solos férteis. A flora compõe-se, sobretudo, de oliveira, carvalho e pinheiro (BRITO, 1992; RIBEIRO, 1995). No III milénio a.C., existem indícios do cultivo e consumo de várias espécies vegetais e de diversos frutos (nomeadamente em Vila Nova de São Pedro), como fava, trigo, cevada, linho e bolota (CARDOSO, 2002).

As condições geográficas e de recursos naturais desta zona durante o III milénio a.C. não seriam muito diferentes das que se observam hoje. No entanto, como Daveau (1980) afirma,

"apesar do nível do mar estar aproximadamente estabilizado há já 5000 anos, a sedimentação correlativa na parte vestibular dos vales e a construção das restingas a partir das aluviões chegadas até à foz dos rios nem sempre estão concluídas". Perto de Vila Nova de São Pedro (Fig. 2.8), por exemplo, "há cerca de 5000 anos o mar transgressivo atingiu o nível actual, preenchendo, até à altitude de 0 m, a ria ramificada do Tejo e afluentes. Os primeiros habitantes [de Vila Nova de São Pedro] atingiam, assim, numa hora, usando um caminho fácil, um braço do mar provavelmente rico em peixes e mariscos" (idem, ibidem). Em termos climáticos, julga-se que esta época poderia ser apenas ligeiramente mais quente e húmida do que a atual (AMARO, 2010).

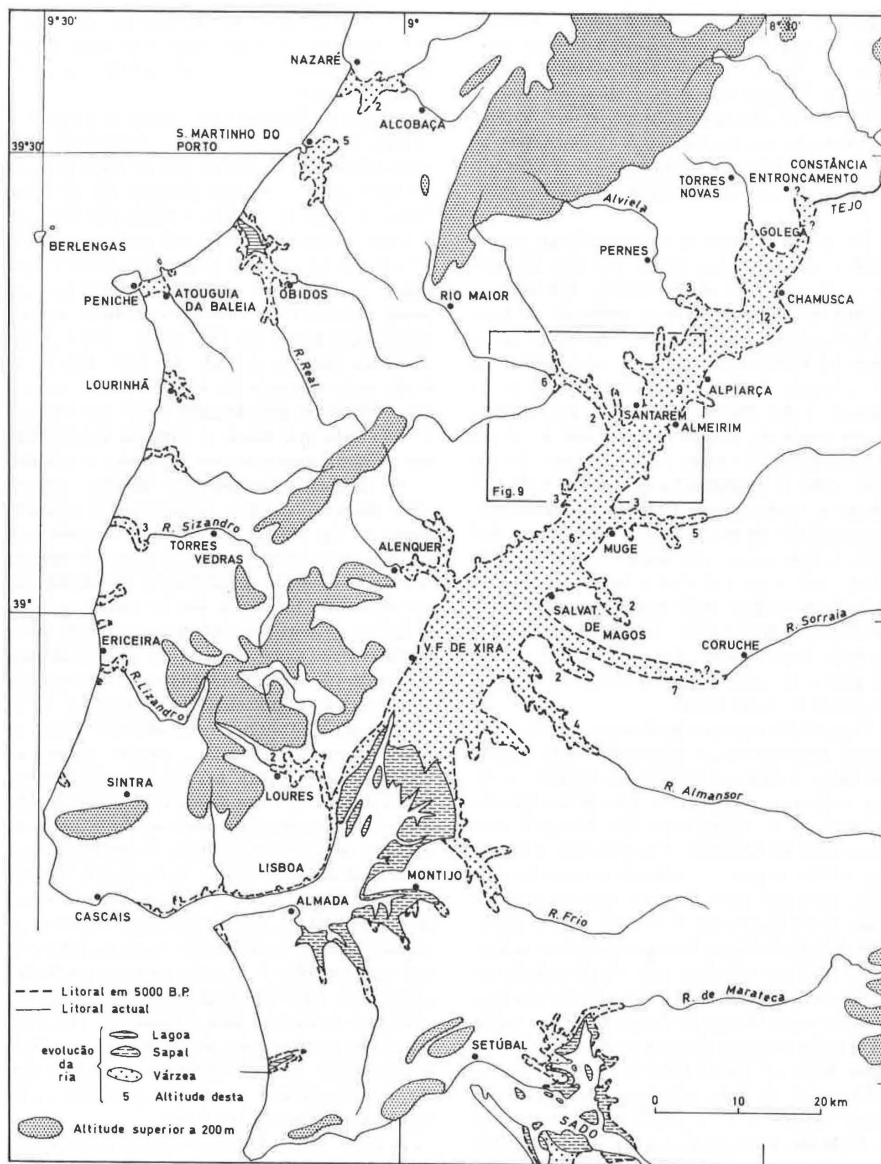


Figura 2.8: As rias flandrianas na Estremadura e no Ribatejo, com representação da penetração máxima do mar, cerca de 5000 BP, segundo DAVEAU (1980, Fig. 6).

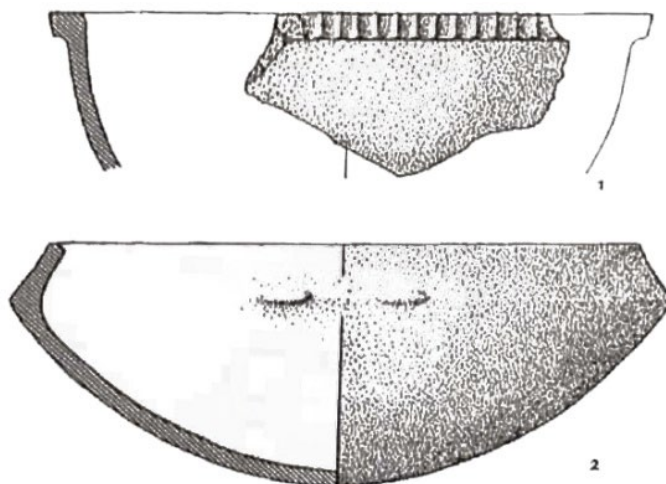
### **2.2.3. O Calcolítico na região de Lisboa e as tipologias de cerâmica associadas**

Para a compreensão de qualquer época, ter-se-á de estudar a sua cultura material. Os estudos específicos de tipos cerâmicos têm sido determinantes para clarificar tal conhecimento. A cultura material do Calcolítico da região de Lisboa, especificamente no que se refere à cerâmica, pode ser caracterizada pelos diferentes estilos da mesma, tendo em conta que a cerâmica será *“o elemento [material] de mais rápida mudança e, por isso, considerado como verdadeiro «fóssil estratigráfico»”* (CARDOSO, 2002, p. 262).

Assim, ao Calcolítico Inicial correspondem, essencialmente, os copos cilíndricos canelados, ao Calcolítico Pleno, a cerâmica com decoração em folha-de-acácia e ao Calcolítico Final, a cerâmica campaniforme (como apresentado na Figura 1.1). A formalização desta divisão aconteceu entre os anos de 1970 e 1980, quando já se conhecia um número significativo de sítios (AMARO, 2011). Justifica-se esta divisão fundamentalmente pela distribuição estratigráfica das peças cerâmicas nos sítios arqueológicos (SILVA & SOARES, 1976-77; CARDOSO, 2006). Antes desta divisão, o modelo utilizado era o de Afonso do Paço para Vila Nova de São Pedro, constituído essencialmente por dois períodos: Vila Nova I (correspondendo ao horizonte da cerâmica canelada) e Vila Nova II (horizonte da cerâmica campaniforme) (PAÇO & SANGMEISTER, 1956; BLANCE, 1957; PAÇO, 1960). No entanto, deverá notar-se que nos primeiros trabalhos de escavação realizados em VNSP não foi registada a estratigrafia do sítio. Só mais tarde Savory publica a primeira estratigrafia de VNSP e sugere um período intermédio entre Vila Nova I e II, contudo sem atribuição de cerâmica com decoração específica (SAVORY, 1983/1984).

É ainda relevante notar que, por vezes, se encontram no mesmo contexto arqueológico simultaneamente tipologias do Neolítico Final e do Calcolítico Inicial. Cunha SERRÃO (1979) descreve a possibilidade da convivência destes materiais, na transição do IV para o III milénio a.C. O arqueólogo alemão Konrad SPINDLER (1976), que trabalhou com Schubart e Sangmeister no Zambujal, chegou a defender a existência de uma espécie de Neolítico Evolucionado ou Pré-Calcolítico na Estremadura portuguesa, baseado na presença de bordos denteados e taças carenadas nesses contextos de transição (Figura 2.9). Contudo, a relação entre “bordos denteados e taças carenadas” e Neolítico Final parece ser cada vez

mais estreita, pelo menos no que diz respeito à Península de Lisboa. Para além de tal ocorrência em Leceia, Parede ou Vale de Lobos, por exemplo, também em Espargueira, cujas cerâmicas são na presente dissertação estudadas, se verificou que a associação destes materiais é clara e relacionada com o Neolítico Final (ENCARNAÇÃO, 2010).



*Figura 2.9: Peça cerâmica com bordo dentado e taça carenada do povoado neolítico da Parede, segundo SPINDLER (1976, p. 64)*

De volta a tipologias do Calcolítico estremenho, a cerâmica canelada é amplamente conhecida, não só pela decoração (Figura 2.4), onde se impõem sobretudo as suaves caneluras horizontais (para além de alguns espinhados e reticulados), os acabamentos aperfeiçoados e as formas sobretudo cilíndricas, como também pela grande qualidade das pastas, que se considera terem reduzidos elementos não-plásticos (inclusões), e também pela excelente cozedura (FERREIRA, 2003). Estas técnicas de manufatura e tratamento de superfícies fizeram alguns acreditar que pudesse ter ocorrido uma importação ou imitação local de peças exógenas provenientes do Mediterrâneo Oriental, como referido já no capítulo 1.2. Porém, análises mais aprofundadas refutaram esta hipótese para este tipo de cerâmica comum e típica da região de Lisboa – Baixo Tejo (ARNAUD & FERNANDES, 2005). À medida que se vão extinguindo os chamados copos (as tais formas cilíndricas), próprios da cerâmica canelada, vão aparecendo outras formas, por vezes maiores e de produção menos cuidada, designadamente alguns vasos com asas, pegas ou perfurações, apresentando uma variada decoração, desde caneluras mais ou menos profundas (que parecem ser uma evolução das caneluras do Calcolítico Inicial), incisões e/ou impressões. Neste contexto, surgem, então, no designado Calcolítico Pleno ou horizonte da decoração

em folha-de-acácia (Figura 2.10), os vasos grandes ou contentores de forma globular, entre outros recipientes de menores dimensões, bem como formas recorrentes dos períodos anteriores. Às cerâmicas com decoração de folha-de-acácia são atribuídos comumente acabamentos e pastas mais grosseiras, com decoração de caneluras mais profundas, reticulados, triângulos, para além das típicas impressões com o aspeto de folhas entalhadas que lembram a folha-de-acácia ou crucífera (ARNAUD & FERNANDES, 2005). Um sistema de classificação hierárquico sobre as combinações encontradas na decoração de folha-de-acácia ou de folha entalhada foi proposto por Michael Kunst (KUNST, 1987), o que mostra bem a variabilidade deste tipo de decoração (Figura 2.11).



Figura 2.10: Fragmento com decoração em folha-de-acácia (BAT-9).

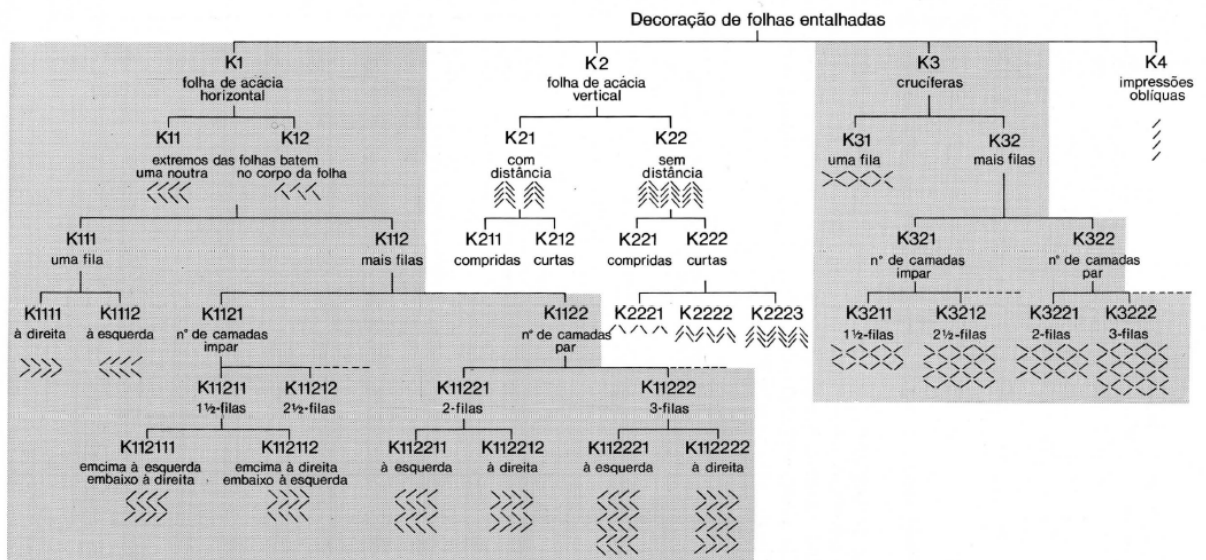


Figura 2.11: Sistema de classificação hierárquico sobre a decoração de folha entalhada (folha de acácia e crucífera), segundo KUNST (1987, p. 148).

No que concerne ao “fenómeno” campaniforme, este tem sido um grande foco da pesquisa arqueológica desde o século XIX, aquando do registo das primeiras peças na Península Ibérica (GONÇALVES, 1971; CRUZ, 1906). Pouco depois, com a descoberta de cerâmicas semelhantes um pouco por toda a Europa Ocidental, o estudo sobre as origens do fenómeno veio a intensificar-se, onde são destacáveis as pesquisas de Sangmeister e Harrison (LILLOS, 2020). As produções campaniformes no território português foram reconhecidas desde os inícios da década de 1860 (CARDOSO, 2014). Tradicionalmente fazia-se corresponder a génese do Campaniforme ao final do III milénio a.C. Contudo, esta cronologia alterou-se nos anos 90, quando foram levadas a cabo datações por Carbono 14 (CARDOSO & SOARES, 1990-1992) que apontavam a sua eclosão para cerca de 500 anos antes, isto é, em meados do III milénio a.C., significando conseqüentemente uma simultaneidade, pelo menos parcial, com o horizonte do Calcolítico Pleno (folha-de-acácia). As cerâmicas campaniformes são cerâmicas particularmente decoradas, com uma decoração muito típica, e de acabamento fino. Tendo por base a análise tipológica realizada em materiais cerâmicos campaniformes provenientes das principais jazidas da Estremadura (no caso, VNSP, Zambujal e Rotura), estes foram divididos em três grupos principais como reflete a Figura 2.12 (SOARES & SILVA, 1974/77):

- O grupo Internacional, ou marítimo, tido como o mais antigo, é caracterizado pelo vaso em forma de campânula invertida e com decoração pontilhada em bandas horizontais preenchidas por segmentos inclinados.
- O grupo de Palmela, caracterizado pela taça Palmela, decorada na superfície externa também com pontilhado, bem como no lábio. Neste grupo também se encontram outras formas como as caçoilas de diversas dimensões.
- O grupo Inciso, tido como o mais recente e que se estenderia até o Bronze Inicial, caracterizado pela decoração incisa em recipientes de diversas formas, como caçoilas e taças tipo Palmela, com bordos largos e aplanados, também decorados.

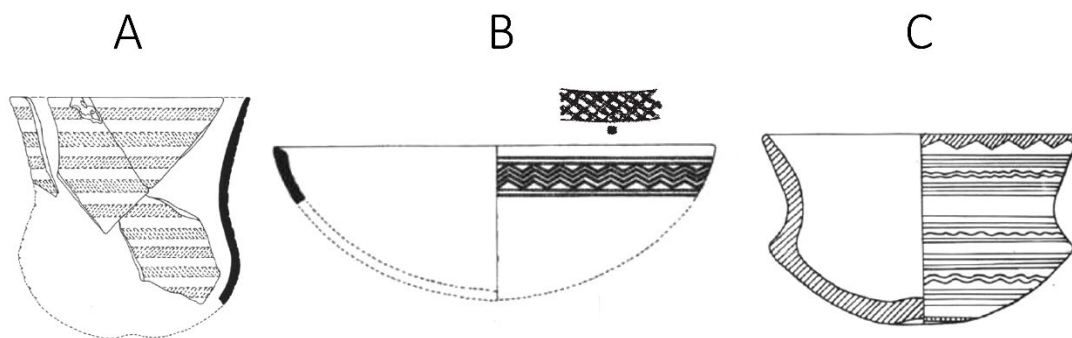


Figura 2.12: Os três grupos principais de formas e decoração da cerâmica campaniforme: A) vaso do grupo internacional ou marítimo; B) tigela do grupo tipo Palmela; C) caçoila do grupo inciso, segundo SOARES & SILVA (1974/77, Fig. 2, 3 e 4).

É, no entanto, aceite que estes três grupos tenham coexistido e até que tenham coexistido com o horizonte folha-de-acácia, tendo os trabalhos sobre o povoado de Leceia importância relevante nessa discussão, uma vez que aí se misturam "as produções campaniformes, essencialmente representadas por vasos marítimos e vasos com decoração geométrica pontilhada, a cerâmicas decoradas de estilos regionais ("folha-de-acácia" e "crucífera)" (CARDOSO, 2014). A simultaneidade das tipologias veio a verificar-se em vários outros sítios. Como constata KUNST (1996) "apesar de o começo da produção de copos cilíndricos, da cerâmica com decorações de folhas entalhadas [folha-de-acácia] e de vasos campaniformes formar uma sequência cronológica - de acordo com a proposta de C. Tavares da Silva e também de V. Gonçalves - pode observar-se que decorações em forma de folhas entalhadas aparecem ainda em conjunto com copos cilíndricos e já com vasos campaniformes. Por outro lado, a aparição frequente de copos cilíndricos indica, em regra, um horizonte mais antigo, e a aparição frequente de campaniformes um horizonte mais recente".

Alguns tipos de cerâmica campaniforme mantêm formas que se encontram nas cerâmicas com decoração folha-de-acácia, mas a nova decoração e forma fez com que tradicionalmente se tendesse a explicar a existência desta cerâmica com modelos difusionistas que defendiam a migração de populações. Diversos estudos têm vindo a demonstrar que a maioria das cerâmicas campaniformes apontam para um recurso a matérias-primas locais, não fazendo parte de uma ampla rede de trocas (MILLÁN & ARRIBAS, 1994).

É ainda relevante perceber que embora, nesta altura, encontrássemos o horizonte campaniforme mais ou menos disseminado por todo o território português, *"a ausência, absoluta ou quase absoluta, de materiais campaniformes em alguns sítios fortificados da Baixa Estremadura, como é o caso do Penedo de Lexim, Mafra [um dos sítios amostrados na presente dissertação], e do Outeiro Redondo, Sesimbra, é contraditória com o facto de estes se localizarem na região do território português com maior abundância de produções campaniformes ... Tal significa que os habitantes daqueles dois sítios, que tinham forçosamente conhecimento de tais produções, as não integraram no seu uso quotidiano, indício de que poderiam ser populações diferenciadas daquelas que, na mesma região e época, as utilizavam com carácter exclusivo. Tal é indicativo da coexistência de duas formações sociais culturalmente e, eventualmente, geneticamente diferenciadas, mas convivendo aparentemente sem conflitualidade, no mesmo espaço geográfico"* (CARDOSO, 2014).

O campaniforme corresponde ainda, pelo menos no final do III milénio a.C., a um período de transição para a Idade do Bronze (Bronze Inicial). *"Com efeito, o "Bronze Antigo" ou "Inicial" só é separável do Calcolítico Final, por critérios pré-definidos, como a acentuação das sepulturas individuais em cista, o aumento da importância das jóias auríferas e das armas (pontas de Palmela, adagas e, no final, espadas curtas) e o desaparecimento das cerâmicas campaniformes decoradas, substituídas por formas lisas"* (CARDOSO, 2004). Assim, a presença crescente de artefactos de prestígio no registo arqueológico demonstra o crescimento do processo da diferenciação social, marco muito relevante da Idade do Bronze, que se caracteriza por uma complexificação ainda maior do fenómeno económico e social, ocorrendo a intensificação e especialização da produção e um aumento da interação entre regiões, para além da institucionalização de poderes políticos e da hierarquização social (CARDOSO, 2002; CRUZ & CORREIA; 2007). Neste âmbito de transição do III para o II milénio a.C., para além do já indicado abandono dos recintos fortificados, foi também pronunciado o crescente abandono dos enterramentos coletivos, uma vez que as comunidades passam a valorizar mais o indivíduo, preferindo enterrar os seus mortos individualmente e em inumações primárias (SOUSA, 2010).

Citando Ana Catarina de Sousa, os diferentes ângulos de leitura possíveis sobre este tema são *"de grande importância e talvez a maior fragilidade que hoje assume o Calcolítico*

*estremenho.*" (SOUSA, 2010). Tal facto deve ser encarado como um desafio favorável pela comunidade científica, uma vez que o Calcolítico na região de Lisboa se mostra um intrincado, mas muito rico período da pré-história, além de constituir um tema ainda em aberto com vários pontos a perscrutar.



## CAPÍTULO 3

### OS POVOADOS PRÉ-HISTÓRICOS AMOSTRADOS, RESPECTIVO ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO E DEPÓSITOS ARGILOSOS - EVENTUAIS BARREIROS

No Capítulo 3 ("Os povoados pré-históricos amostrados e respetivo enquadramento geomorfológico. os depósitos argilosos - eventuais barreiros."), como o título indica, são introduzidos os sítios arqueológicos selecionados, bem como os aspetos geomorfológicos relacionados com cada um deles, abrindo o panorama sobre cada zona onde se inserem e permitindo, também, a comparação entre elas.

#### 3.1. Os povoados selecionados

Sendo a região de Lisboa rica em povoados pré-históricos do Calcolítico (mais de 60, segundo SOUSA (2010)) era, conseqüentemente, importante limitar o objeto de estudo da presente tese. Assim, foram escolhidos apenas quatro destes povoados, que a seguir se descrevem sumariamente, para fornecerem a cerâmica a ser analisada. Também serão referidos os depósitos argilosos amostrados, situados próximo destes sítios e que poderão ter servido de fontes de matéria-prima (argila) para os oleiros que neles habitavam.

Os quatro povoados calcolíticos da região de Lisboa (Figura 3.1), cuja cerâmica serviu de base à amostragem efetuada para este trabalho, são os seguintes:

- Vila Nova de São Pedro (VNSP), concelho de Azambuja, com ocupação do Calcolítico e vestígios esparsos da Idade do Bronze, após o *terminus* daquela ocupação (ARNAUD & FERNANDES, 2005);
- Penedo do Lexim (PL), concelho de Mafra, com ocupações do Neolítico Final e Calcolítico (aqui exclui-se uma eventual ocupação atribuível ao Campaniforme, dado

que apenas foram registados 3 pequenos fragmentos com essa cronologia), para além de Idade do Bronze e Período Romano (SOUSA, 2010);

- Espargueira (EPR), concelho da Amadora, com vestígios de uma só ocupação atribuída à transição do Neolítico Final para o Calcolítico Inicial (ENCARNAÇÃO, 2010);
- Baútas (BAT), também no concelho da Amadora (a apenas 600 m de Espargueira), com vestígios de ocupação do Neolítico Antigo e Antigo Evolucionado, Calcolítico Pleno e Idade do Ferro. Escasseiam vestígios de uma ocupação efetiva do Neolítico Final, Calcolítico Inicial, Calcolítico Final e Idade do Bronze (NETO, 2004).

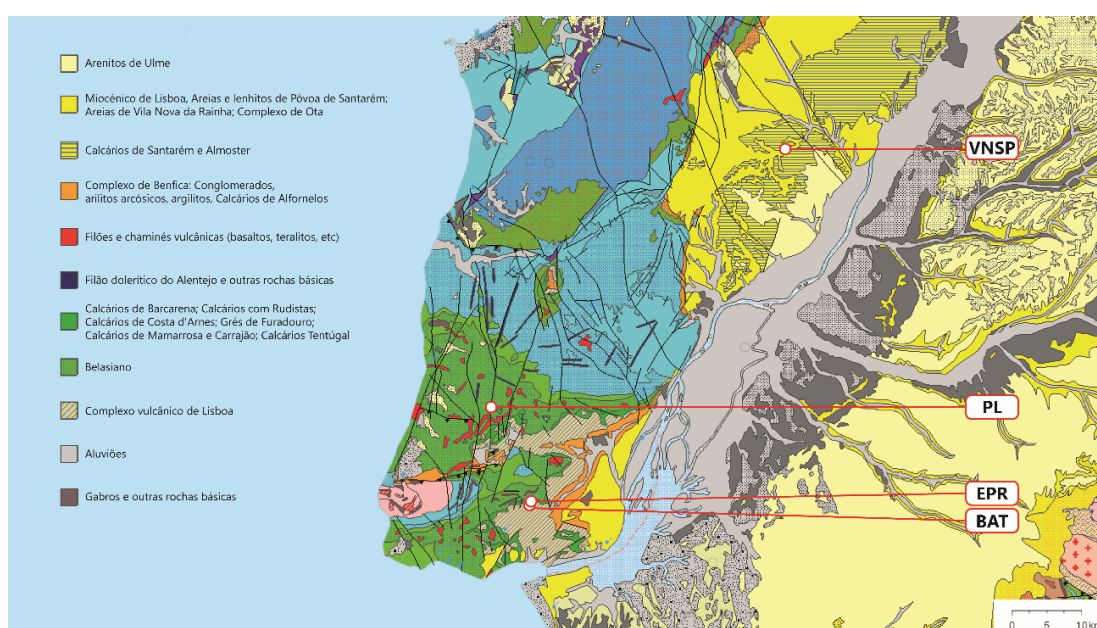


Figura 3.1: Localização dos sítios arqueológicos em estudo na Carta Geológica de Portugal, escala 1:500 000.

A escolha destes quatro sítios com ocupação calcolítica teve por base alguns fatores importantes, para além da disponibilidade de acesso ao respetivo espólio. VNSP é uma referência do povoamento calcolítico na região da península de Lisboa, sem dúvida um dos sítios de *habitat* com escavações mais extensas, dos primeiros a ser escavado e internacionalmente conhecido. Não possui, no entanto, nenhum estudo arqueométrico no campo da análise de cerâmicas. Por outro lado, possibilita o fornecimento de um grupo avultado de amostras, fulcral para um estudo estatístico mais significativo. O grande “calcanhar de Aquiles” na escolha deste povoado é não possuir um registo estratigráfico das escavações antigas, das quais provêm as cerâmicas analisadas. Assim, a divisão em grupos crono-culturais das amostras selecionadas da cerâmica com decoração calcolítica típica da

região em causa foi feita, apenas, com base na decoração que as mesmas apresentam, enquanto que as cerâmicas lisas e algumas com outra decoração não têm *a priori* uma atribuição segura a qualquer um desses grupos. A análise arqueométrica a efetuar poderá permitir essa atribuição constituindo, por conseguinte, mais um exemplo das potencialidades da investigação realizada e do método utilizado.

A integração da ocupação calcolítica do Penedo do Lexim neste estudo resultou, por um lado, também, por não possuir estudos arqueométricos da cerâmica aí recolhida e, por outro, por possuir uma estratigrafia bem definida e estudada. É de referir que a responsável pelo seu aprofundado estudo arqueológico nota não existirem, aparentemente, grandes diferenças entre as pastas dos artefactos cerâmicos, designadamente no que se refere aos componentes não-plásticos, mas que seria "*importante elaborar um estudo analítico destas cerâmicas...*" (SOUSA, 2010). Daí que o estudo científico destes artefactos poderá ser uma boa fonte de conhecimento no campo da caracterização arqueométrica de cerâmicas pré-históricas. PL tem a grande vantagem de ser um povoado bem escavado e investigado, possuindo estudos arqueográficos sistemáticos dos materiais aí exumados e, ao contrário de VNSP, com associações estratigráficas bem definidas. Poderá, assim, servir de base de comparação com os restantes sítios em causa, mesmo não possuindo amostras com decoração campaniforme.

Por fim, os últimos dois sítios escolhidos da região de Lisboa, foram Espargueira e Baútas. Estes dois povoados localizam-se próximo da Amadora e distam entre si apenas 600 m. Se, por um lado, não foi disponibilizada para análise uma amostra muito grande de fragmentos cerâmicos, por outro lado, ao serem bastante próximos um do outro deverão possibilitar algumas inferências, uma vez que é expectável que as cerâmicas não apresentem grandes diferenças a nível composicional, facilitando eventualmente a comparação com os dados obtidos para a cerâmica dos outros povoados.

Embora estes sítios arqueológicos possam ter vestígios de ocupações não exclusivas do Calcolítico, como assinalado acima, a maior parte das amostras selecionadas, devido às decorações que apresentam e/ou à sua proveniência estratigráfica, não oferecem dúvidas sobre a sua atribuição crono-cultural. Foi, assim, possível criar a Tabela 3.1, onde se apresenta a distribuição das amostras de cerâmica selecionada pelas diversas fases culturais

dos respetivos sítios arqueológicos. É, no entanto, importante realçar o que atrás se referiu, isto é, de que não existem fronteiras rígidas ou estanques entre as diversas fases culturais integrantes do Calcolítico.

*Tabela 3.1: Distribuição da cerâmica analisada pelas fases culturais/periódos cronológicos registados nos sítios arqueológicos selecionados.*

| Fases Culturais | Neolítico Final/Calcolítico Inicial        | Calcolítico Inicial | Calcolítico Pleno             | Calcolítico Final             |
|-----------------|--|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Cronologia      | Finais do IV – Inícios do III milénio a.C. |                     | 1ª metade do III milénio a.C. | 2ª metade do III milénio a.C. |
| VNSP            |  | •                   | •                             | •                             |
| PL              |  | •                   | •                             |                               |
| EPR             | •  |                     |                               |                               |
| BAT             |  |                     | •                             |                               |

### 3.1.1. Vila Nova de São Pedro (VNSP)

O primeiro sítio escolhido para este estudo e com maior número de amostras (98 fragmentos cerâmicos) foi o povoado fortificado de Vila Nova de São Pedro (ou Castro de Vila Nova de São Pedro), cuja vista aérea se apresenta na Figura 3.2. Situa-se na parte nordeste do concelho da Azambuja, pertencente à União das Freguesias de Manique do Intendente, Vila Nova de São Pedro e Maçussa.



*Figura 3.2: Vista geral do sítio arqueológico de VNSP, reconstrução 3D. Fonte: Google Earth, acedido a 19 de novembro de 2020.*

Falar sobre VNSP é, tão somente, falar de um dos primeiros sítios calcolíticos escavados no nosso país, com escavações extensas, amplamente divulgadas e, sem dúvida, um dos mais importantes povoados do Calcolítico português. Este sítio foi alvo, a partir de 1937, de 28 campanhas de escavações arqueológicas de grande amplitude, dirigidas por Afonso do Paço (JALHAY & PAÇO, 1942, 1971; PAÇO, 1942, 1954, 1960; PAÇO & SANGMEISTER, 1956), após ter sido identificado formalmente pelo arqueólogo Hipólito da Costa Cabaço. Estas escavações, que ocorreram ao longo de 30 anos, não possuem, infelizmente, registos estratigráficos (ARNAUD & FERNANDES, 2005). Nos últimos anos, têm sido realizados trabalhos de campo através da Associação dos Arqueólogos Portugueses (AAP) (DINIZ *et al.*, 2017).

VNSP constitui um dos mais importantes e conhecidos sítios arqueológicos calcolíticos, sendo que, em toda a Estremadura portuguesa, apenas se equipara ao Zambujal e a Leceia (CARDOSO, 2002). A documentação especializada sobre este povoado é muito vasta. Destacam-se, para além das já citadas publicações de Afonso do Paço, Eugénio Jalhay e Sangmeister, outras também relevantes, designadamente as de SAVORY (1970); ARNAUD & GONÇALVES (1990, 1995); GONÇALVES (1993); FERREIRA (2001); AMARO (2004/2005); ARNAUD & FERNANDES (2005); MÜLLER & SOARES (2008); REBELO (2012); PEREIRA *et al.* (2013); RIBEIRO (2013).

O “Castelo” (designação popular) de VNSP, com as suas diversas linhas de muralhas e múltiplos torreões (Figura 3.3), localiza-se a cerca de 55 km de Lisboa. A colina onde se implanta, com 100 m de altitude, encontra-se rodeada em parte (Norte e Oeste) pela ribeira de Almoster, que desagua no rio Maior, por sua vez afluente do Tejo. O sítio arqueológico encontra-se assente num planalto de calcários do Miocénico e Pliocénico, com pequenas zonas do Quaternário nas proximidades (Figura 3.1). A geologia mais pormenorizada da zona será apresentada mais adiante (ponto 3.2), quando se referirem os depósitos argilosos, eventuais barreiros, que poderão ter servido de fonte de matéria-prima para os oleiros de VNSP.

A localização privilegiada deste povoado, não apenas em termos de defesa, mas também em recursos, contribuiu para o sucesso desta comunidade que se estabeleceu ali por vários séculos, durante todo o Calcolítico. Resultaram, assim, muitos testemunhos,

designadamente um conjunto de espólio muito abundante e variado, o que permite o conhecimento de muitos aspetos do quotidiano dos seus habitantes.



Figura 3.3: O "Castelo" de Vila Nova de São Pedro, onde são visíveis linhas de muralhas e torreões.  
Fonte: <https://www.uniarq.net/vnsp3000.html>

Os vales e encostas que a região apresenta foram local para a prática da caça, bem como para a criação de gado, além de constituírem solos férteis para a agricultura (ARNAUD & FERNANDES, 2005). Através da análise de restos carbonizados recolhidos em VNSP, sabe-se que se cultivavam cereais (trigo, cevada), também a fava e se utilizava igualmente a bolota na alimentação. Foram também identificadas sementes de linho, a par de pesos de tear, com certeza associados à produção têxtil naquele povoado (CARDOSO, 2002). Por outro lado, o rio e o mar, que não ficavam longe de VNSP, proporcionavam a prática da pesca e o consumo de moluscos. Como teoriza Suzanne Daveau: *"Há cerca de 5000 anos o mar transgressivo atingiu o nível actual, preenchendo, até à altitude de 0 m, a ria ramificada do Tejo e afluentes. Os primeiros habitantes [de VNSP] atingiam, assim, numa hora, usando um caminho fácil, um braço do mar provavelmente rico em peixes e mariscos"* (DAVEAU, 1980). Arnaud e Fernandes acrescentam ainda: *"Há cerca de 5000 anos a maré penetrava ainda decerto no vale de Almoester, o que não só facilitaria a navegação como proporcionaria a*

*captura de uma gama mais vasta de espécies de peixe e moluscos, enriquecendo assim a gama de alimentos dos seus habitantes"* (ARNAUD & FERNANDES, 2005).

Também em VNSP foram registados diversos testemunhos de uma inovação tecnológica que surge no Calcolítico, a da metalurgia do cobre: *"diversos artefactos de diversos tipos são testemunho de que, a partir do Calcolítico Pleno, os habitantes de VNSP utilizavam objectos metálicos à base de cobre, além de que operações relacionadas com a metalurgia desse metal tinham aí lugar"* (SOARES, 2005).

No que toca à cerâmica recolhida neste sítio arqueológico, esta é constituída por uma grande variedade de formas e decorações. Embora escavações arqueológicas tenham sido levadas a cabo nos últimos tempos, através de um novo programa intitulado "Vila Nova de São Pedro – De Novo, no 3º Milénio." (DINIZ *et al.*, 2017), a cerâmica aqui estudada remete-nos apenas para as intervenções de campo mais antigas pelo que, como já indicado, se encontra descontextualizada a nível estratigráfico. Dessas intervenções, apenas foi registado por Afonso do Paço que, no "estrato" inferior (Vila Nova I), foram encontrados vasos com mamilos e bordos denteados, os artefactos mais antigos encontrados neste povoado, os quais surgem no Neolítico Final (FERREIRA, 2005). Foram, ainda, registados nesse "estrato" os famosos copos canelados e, para além de taças, os vasos caliciformes (copos que se abrem em tulpas), com o mesmo tipo de decoração à base de caneluras. Os acabamentos foram considerados como excepcionais e as pastas de grande qualidade, com reduzidos elementos não-plásticos (e.n.p.) e excelente cozedura. Progressivamente vão-se extinguindo estes copos de excelente qualidade, dando lugar a outros de produção cada vez menos perfeita, contudo com a mesma decoração canelada. Foram ainda registadas panelas, taças e pratos de melhor ou pior fabrico, apresentando, por vezes, perfurações, pegas ou asas. A decoração, diversificada, surge sobretudo no exterior, utilizando-se a incisão, a impressão ou caneluras mais ou menos profundas, formando sobretudo *"paralelas horizontais, verticais ou oblíquas, mas também traços curvilíneos ou zigzagueantes, compondo eventuais espinhados, reticulados ou axadrezados, losangos ou triângulos."* (FERREIRA, 2005, p. 190). Embora mais escassos, aparecem ainda fragmentos com decoração em folha-de-acácia. Estes correspondem aos grandes recipientes globulares e a outras formas cilíndricas que parecem evoluir dos copos mas, no entanto, todos com pastas mais grosseiras do que o primeiro grupo de copos canelados.

Num segundo "estrato" (Vila Nova II) encontra-se a cultura campaniforme, representada por vasos cerâmicos com a conhecida forma de campânula (ou sino invertido), mas também por outras formas como *"taças pouco profundas de bordo aplanado decorado, caçoulas acampanadas, mais largas na boca e na pança que os vasos, ou vasos globulares de gargalo estreito, entre outros menos comuns."* (FERREIRA, 2005, p. 191). A decoração apresenta-se, normalmente, sob a forma de padrões homogêneos, preenchendo grande parte da superfície exterior ou mesmo a sua totalidade. *"Os motivos decorativos formam minúsculos quadrados e retângulos, que aparentam ser geometricamente certos e equidistantes, linhas horizontais paralelas, por vezes combinadas ou preenchidas com linhas oblíquas, triângulos ou ainda faixas em ziguezague"* (FERREIRA, 2005). Integram-se, também, neste conjunto de cerâmica campaniforme os denominados vasos marítimos, sobretudo com motivos pontilhados. Toda ou a quase totalidade desta cerâmica apresenta acabamentos de elevada qualidade.

O maior desafio quanto ao estudo deste sítio arqueológico é a ausência do registo estratigráfico, como já referido: se, por um lado, possibilita uma grande quantidade de amostras, fulcral para um estudo estatisticamente significativo, por outro lado, os materiais estão descontextualizados a nível estratigráfico, tendo sido a divisão em grupos cronoculturais das amostras decoradas recolhidas feita, apenas, com base na decoração que as mesmas apresentam. Mas, para além disso, deverá ter-se em conta que as cerâmicas decoradas são uma minoria na generalidade dos sítios arqueológicos, como acontece também em VNSP, comparativamente ao grande volume de cerâmicas lisas recolhidas. Por esse motivo, estudar só cerâmicas decoradas faria com que o estudo a efetuar ficasse muito incompleto, uma vez que se ficava no desconhecimento de tudo o que se referia à cerâmica mais vulgar ou mais utilizada naqueles povoados. Para além disso, por outro lado, é relevante estudar também a cerâmica lisa, dita "comum", uma vez que, através das suas características químicas, mineralógicas e texturais, será possível eventualmente determinar com que grupo ou grupos cronológicos se poderá identificar determinada forma cerâmica, bem como determinado tipo de fabrico.

### 3.1.2 Penedo do Lexim (PL)

O segundo sítio escolhido para este estudo (29 fragmentos cerâmicos selecionados para análise) foi o povoado calcolítico do Penedo do Lexim, no concelho de Maфра, cuja vista aérea se apresenta na Figura 3.4. Localiza-se na margem direita da Ribeira de Cheleiros, entre a Ribeira da Mata e a Ribeira da Laje, a uma altitude de 223 m e a cerca de 30 km de Lisboa.



Figura 3.4: Vista geral do sítio arqueológico de PL, reconstrução 3D. Fonte: Google Earth, acedido a 19 de novembro de 2020.

Citando Ana Catarina de SOUSA (2003), *"a investigação do 4º e 3º milénio a.C. na Estremadura tem sido "ofuscada" pelos sítios clássicos da arqueologia pré-histórica peninsular. Zambujal, Liceia e Vila Nova de São Pedro surgem recorrentemente como indicadores do povoamento calcolítico estremenho, mas estes são provavelmente casos de excepção, tanto no que respeita à dimensão como à complexidade estrutural. Casos como o Penedo do Lexim poderão aferir de que modo os modelos de ocupação preconizados por aqueles lugares se reflectiram no povoamento da área estremenha."*

Assim, PL chega à presente dissertação enquanto exemplar de um sítio de *habitat* de menores dimensões e com menor complexidade estrutural do que o anterior (VNSP). Por outro lado, este sítio foi bastante investigado e estudado a nível arqueológico, possuindo ainda a mais-valia de ter uma estratigrafia bem definida e registada. Foi-lhe dedicado um estudo aprofundado, em 2010, através da tese de doutoramento da arqueóloga Ana

Catarina de Sousa, intitulada "O Penedo do Lexim e a sequência do Neolítico Final" (SOUSA, 2010). Outras publicações importantes foram feitas ao longo do tempo, entre as quais podemos destacar ARNAUD *et al.* (1971); ARNAUD (1977); SOUSA (2002 2003 2006).

O Penedo de Lexim (Figura 3.5), de que o sítio arqueológico toma o nome, possui uma configuração escarpada que lhe confere destaque na paisagem, dominando de forma discreta uma ampla área circundante. Constitui uma das antigas chaminés vulcânicas de rocha basáltica do Complexo Vulcânico de Lisboa (BRILHA *et al.*, 1998). A geologia mais pormenorizada da zona será apresentada mais adiante (ponto 3.2), quando se referirem os depósitos argilosos, eventuais barreiros, que poderão, eventualmente, estar associados ao sítio arqueológico em causa.

A investigação sobre PL começou com Estácio da Veiga (1879, p. 28-30), marcando a atividade arqueológica em Mafra. Já as primeiras escavações arqueológicas aconteceram um século depois, durante os anos 70, aquando do funcionamento no local de uma pedreira que destruiu uma parte considerável do povoado. *"A questão da identificação e da destruição do Penedo do Lexim assumiu um grande impacto na época, tendo sido publicados artigos em vários periódicos, nomeadamente na Capital (16 de Junho de 1970) e no Diário de Lisboa (4 de Julho de 1970). No pré 25 de Abril eram escassas as manifestações públicas de defesa do património e as críticas à destruição do mesmo tendo assim o caso do Lexim constituído um caso verdadeiramente excepcional."* (SOUSA, 2010).



Figura 3.5: Penedo do Lexim. Vista da antiga chaminé vulcânica a partir de Lexim. Fotografia de Victor Gonçalves, segundo SOUSA (2010, Fig. 166).

Com estas primeiras escavações foi identificada uma estratigrafia com quatro níveis de ocupação, tendo sido depositados os materiais arqueológicos no Museu Nacional de Arqueologia (ARNAUD *et al.*, 1971). Em 1975, o local foi classificado devido à existência da chaminé vulcânica e do fenómeno de disjunção colunar do basalto, que aí se observa, fazendo parar definitivamente a laboração da pedreira (SOUSA, 2006). Posteriormente, após a realização de 6 campanhas arqueológicas, em 1998-2004, foi possível ampliar de forma considerável o conhecimento sobre o sítio (SOUSA, 2010). Entre as cerâmicas encontrou-se uma decoração variada, que foi possível dividir em vários grupos decorativos: bordos denteados, cerâmica canelada fina (copos e taças), cerâmica do grupo folha-de-acácia (potes com linhas horizontais, folha-de-acácia (folha entalhada em várias configurações) e decoração geométrica) e ainda outra com decoração indeterminada, bem como peças com decoração interna (todas estas decorações encontram-se representadas em SOUSA (2010, pp. 246 a 250).

Quanto às principais formas ali encontradas, foi criado um catálogo que se reproduz na Figura 3.6.

O facto de não haver uma fase campaniforme no Penedo do Lexim pode, segundo Ana Catarina de Sousa, estar relacionado com dois cenários: ou houve um abandono prematuro do sítio ainda no Calcolítico Pleno e reocupação apenas na idade do Bronze, ou pode ser explicado por um "modelo assimétrico de difusão do campaniforme", isto é, o campaniforme terá aparecido prematuramente em alguns sítios (por exemplo, no Zambujal), enquanto outros terão mantido o mesmo conjunto de artefactos das fases anteriores até mais tarde (SOUSA, 2010). Para João Luís Cardoso, podemos ainda estar perante uma população diferenciada das da maioria da Estremadura na mesma época, uma vez que o campaniforme estaria mais ou menos disseminado e, desta forma, os habitantes de PL *"tinham forçosamente conhecimento de tais produções, [mas] as não integraram no seu uso quotidiano"* (CARDOSO, 2002).

|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
|---|---|--|---|--|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|--|
| Formas Abertas  | <b>A1 - Prato.</b> IP < 20                    |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
|   | <b>A2 - Taça.</b> IP > 20 - 40                |  | <b>2.1.</b> Espessada internamente              |  | <b>2.2.</b> Espessada externamente          |  | <b>2.3.</b> Exvertida         |  |                           |  |
|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
|   | <b>A3 - Taça em calote</b> IP > 40 - 50       |  | <b>3.1.</b> Espessada internamente              |  | <b>3.2.</b> Espessada externamente          |  | <b>3.3.</b> Exvertida         |  |                           |  |
|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
| <b>A4 - Taça em calote alta</b> IP > 50 < 70, DMX = DEA |   |  |   |  | <b>A5 - Taça de bordo em aba</b> IP 20 - 50 |  |                               |  |                           |  |
|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
| Formas Fechadas   | <b>F1 - Taça em calote</b> DMX = DBJ, IP < 50 |  | <b>F2 - Esférico</b> IP > 60, IAB < 70, IP > 50 |  | <b>2.1.</b> Espessado externamente          |  | <b>2.2.</b> Colo estrangulado |  |                           |  |
|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
|   | <b>F3 - Pote</b> IAB > 70, + de 1/4 esfera    |  | <b>3.1.</b> Simples                             |  | <b>3.2.</b> Globular de bordo reentrante    |  |                               |  |                           |  |
|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |
| Compositas  | <b>C1 - Copo</b> IP > 70                      |  | <b>1.2.</b> Cilindrólde                         |  | <b>C2 - Carenadas</b>                       |  | <b>2.1.</b> Taça carenada     |  | <b>2.2.</b> Vaso carenado |  |
|   |   |  |   |  |   |  |                               |  |                           |  |

Figura 3.6: Catálogo de formas cerâmicas de PL, segundo SOUSA (2010, Fig. 6.73).

### 3.1.3 Espargueira e Baútas (EPR e BAT)

Os terceiro e quarto sítios escolhidos, dos quais se seleccionaram um total de 22 fragmentos de cerâmica calcolítica, são os povoados de Espargueira e de Baútas, dois povoados calcolíticos localizados no concelho da Amadora, freguesia da Mina, a cerca de 200 m de altitude, e que distam entre si apenas 600 m (Figura 3.7). No entanto, têm o vale da Ribeira de Carenque a separá-los. Situam-se a cerca de 13 km de Lisboa.



Figura 3.7: Vista geral dos sítios arqueológicos de EPR e BAT, reconstrução 3D.

Fonte: Google Earth, acedido a 19 de novembro de 2020.

O sítio arqueológico de Espargueira, também, por vezes, designado como “Espargueira/Serra das Éguas”, foi alvo de um estudo sobre as suas cerâmicas carenadas, atribuídas ao Neolítico final/Calcolítico inicial, apresentado na tese de mestrado da Arqueóloga Gisela Encarnação (ENCARNAÇÃO, 2010). A designação “Espargueira/Serra das Éguas” resulta de que, durante muitos anos e por vários autores, estas duas designações corresponderem a dois locais diferentes desde a divulgação da sua identificação por Manuel Heleno (identificador do sítio em 1932), no seguimento de trabalhos arqueológicos nas redondezas. No entanto, em 1999, com a publicação da Carta Arqueológica da Amadora (MIRANDA *et al.*, 1999), “...foi efetuada uma sistematização dos dados conhecidos, obtidos na prospeção contínua deste terreno, propondo-se a existência de apenas um povoado..., justificando-se a existência de duas áreas com materiais devido a fenómenos naturais e antrópicos, dando a ilusão de dois sítios distintos, ...” (ENCARNAÇÃO, 2010). Como prova é indicado também um estudo efetuado por Maria Clara Salvado (SALVADO, 2004), onde se

pode verificar que dois fragmentos de osso, um marcado como sendo de Espargueira e outro da Serra das Éguas, tinham colagem entre si.

Os trabalhos arqueológicos aqui levados a cabo iniciaram-se em 2003. No entanto, muitas recolhas de superfície e valas de sondagem foram feitas desde quando o sítio EPR foi descoberto, tendo-se recolhido diversos materiais que parecem abranger uma ampla cronologia. Sobre os materiais recolhidos por Manuel Heleno foi feito um estudo por Manuel Leitão, Thomas North e Veiga Ferreira, onde comentam: "...parece-nos que o povoado da Serra da Espargueira...abarca várias épocas que vão desde um possível Paleolítico superior (Aurignacense superior ou Perigordense) até talvez a Idade do Bronze no sentido verdadeiro da palavra bronze." (LEITÃO *et al.*, 1973).

Os materiais encontram-se depositados no Museu Nacional de Arqueologia e no Museu Municipal de Arqueologia da Amadora. Sendo este classificado como um povoado principalmente do Neolítico final/Calcolítico inicial, o espólio de cerâmica caracteriza-se por ser maioritariamente liso, correspondendo não mais de 18% a cerâmicas decoradas (ENCARNAÇÃO, 2010). Nestas últimas, encontra-se sobretudo decoração plástica (mamilos), denteada, impressa e incisa. Alguma cerâmica apresenta ainda perfurações. No gráfico abaixo (Figura 3.8) pode observar-se a distribuição dos motivos decorativos nas formas carenadas, aquelas que parecem ser consideradas um "artefacto-tipo" do Neolítico Final na Península de Lisboa, estudadas também na presente dissertação.

Existem ainda alguns outros estudos publicados que abordam este sítio arqueológico como FERREIRA *et al.* (1973) e CORREIA (1980), entre outros.

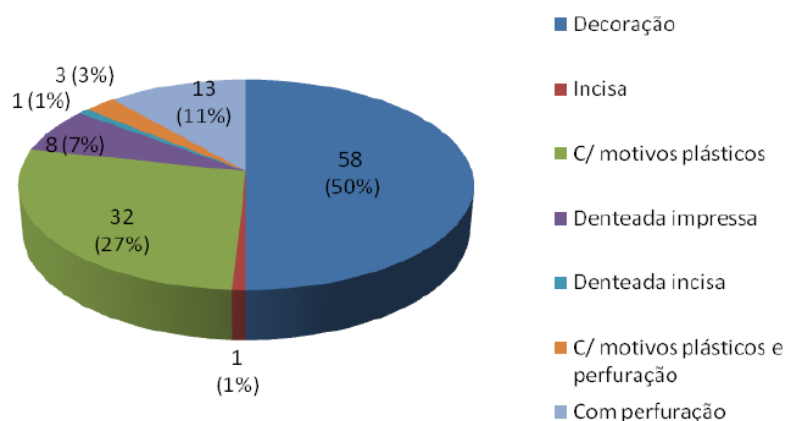


Figura 3.8: Distribuição dos motivos decorativos nas formas carenadas de EPR. (ENCARNAÇÃO, 2010, Gráfico 46).

O quarto e último sítio escolhido, de onde se selecionou um total de 10 amostras de cerâmica, é o de Baútas, apenas a 600 metros em linha reta do anterior, como referido. O sítio arqueológico encontra-se implantado no cimo de um esporão rochoso e escarpado (da Serra das Baútas), a uma altitude máxima de 182 m, permitindo excelentes condições de defesa e vigilância de todo o vale de Carenque (NETO, 2004).

O sítio arqueológico BAT, com 882 m<sup>2</sup>, foi identificado por acaso, em 1971, por José Arnaud e Teresa Gamito, aquando de uma visita às grutas artificiais do Tojal da Vila Chã, tendo-se apercebido de uma serra do lado oposto que parecia ter ótimas condições para um povoado eneolítico. Examinaram o local, mas tiveram o infortúnio de se depararem já com a cratera deixada pela extração de calcário de uma pedreira, que iniciara o seu trabalho havia cerca de 20 anos, aparentemente sem se aperceberem da existência do sítio arqueológico. Foram recolhidos, então, materiais arqueológicos na terra remexida, de onde proveio a grande maioria do espólio conservado, restando apenas alguns metros intactos *in situ* onde já não era possível fazer uma escavação em área. Ainda assim, a observação do corte da pedreira permitiu aos arqueólogos identificar três níveis estratigráficos distintos, permitindo a recolha de amostras de cada um deles. Foi, desta forma, possível atribuir um significado cronológico-cultural à estratigrafia. Foi detetada uma ocupação do Neolítico Antigo Evolucionado, alguns exemplares, embora poucos, do Neolítico Final/Calcolítico Inicial, existindo abundância de material do Calcolítico Pleno, onde se integra a maioria da cerâmica do povoado. Durante o Calcolítico Final, parece ter ocorrido um abandono parcial do povoado, refletido através do escasso conjunto recolhido de cerâmicas campaniformes. Foram, ainda, recolhidos dois artefactos da Idade do Bronze e outros da Idade do Ferro. Entre as 10 amostras selecionadas para análise, encontram-se em maioria fragmentos cerâmicos decorados em folha-de-acácia e bordos de potes com caneluras, atribuíveis ao Calcolítico Pleno.

Alguma bibliografia, embora escassa, foi publicada sobre este sítio arqueológico, entre a qual se destaca ARNAUD & GAMITO (1972); NETO (2004) e BARBOSA (2012).

## **3.2. Depósitos argilosos (eventuais barreiros)**

A análise química, que determina a composição elementar das argilas e pastas cerâmicas, tem o potencial de contribuir para determinar a proveniência das argilas usadas como matéria-prima na manufatura da cerâmica, contrastando as composições destas, recolhidas em depósitos argilosos de determinada região, com as das pastas cerâmicas em estudo. Embora este tipo de análise, que é relevante, permita já produzir algumas inferências, contudo, para uma atribuição de proveniências com um maior grau de fiabilidade, é importante também a utilização da análise mineralógica e/ou petrológica, uma vez que os depósitos argilosos (barreiros) têm normalmente associados minerais que lhes são característicos, designadamente os resultantes da degradação da rocha que lhes deu origem. Esta comparação entre pastas e argilas faz-se habitualmente recorrendo à análise estatística, que se mostra muito versátil neste campo. É com base em estudos de proveniência deste tipo que os arqueólogos poderão delinear eventuais rotas comerciais da cerâmica ou, numa abrangência mais lata, inferir relações socioeconómicas existentes naquelas antigas comunidades.

Por outro lado, estudos baseados em casos etnográficos (ARNOLD, 1985, 2005) indiciam que, sobretudo em sociedades de nível tecnológico e socioeconómico menos complexos, como acontece na Pré-História, os recursos necessários à produção de cerâmicas (tanto argilas, como desengordurantes) seriam recolhidos a uma distância média inferior a 5 km do local de manufatura, não existindo a necessidade de percorrer longas distâncias, uma vez que, ao contrário de outras matérias-primas, as argilas são relativamente frequentes e de fácil acesso.

Deverá, também, referir-se que para se proceder a uma melhor comparação das composições química e mineralógica das argilas com as das pastas cerâmicas é necessário, consequentemente, cozer as amostras de argila, recorrendo a condições semelhantes às que terão sido utilizadas no fabrico das cerâmicas em causa, dado que, durante o cozimento, podem ocorrer transformações químicas e mineralógicas na matéria-prima utilizada (NORTON, 1974; RICE, 1987; SANTOS, 1989; GARCÍA-HERAS, 1997; TRINDADE, 2007).

### **3.2.1. Composição dos basaltos e calcários e meteorização destas rochas**

A argila, como se referiu em 2.1.2, é composta por silicatos de alumínio hidratados resultantes da decomposição de feldspatos ou de outros minerais aluminossilicatados. Tendo em conta os locais em estudo e respetivo enquadramento geológico, que será apresentado a seguir, é expectável que as argilas ali recolhidas, designadamente as associadas aos sítios de Penedo do Lexim, Espargueira e Baútas possam derivar de rochas vulcânicas, dado que estes se inserem em pleno Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL), (também designado por Manto Basáltico de Lisboa), o qual abrange uma área de cerca de 200 km<sup>2</sup> englobando Lisboa, Sintra, Maфра e Runa (RAMALHO *et al.*, 1993, p. 39). O CVL tem a sua génese num conjunto de fenómenos geológicos da fase final do Mesozóico e início do Terciário, envolvendo vários episódios de vulcanismo e metamorfismo de contacto nas rochas encaixantes (GOMES, 2007, p. 365). Podem, no entanto, tal como as provenientes das proximidades de Vila Nova de São Pedro estar "contaminadas" por fragmentos de rochas carbonatadas, uma vez que na região em que todos estes sítios se implantam são abundantes estes tipos de rochas. Torna-se, assim, pertinente conhecer as rochas vulcânicas, sendo o basalto a rocha vulcânica mais comum no CVL, bem como as calcárias.

O basalto (sendo o equivalente plutónico o gabro) pertence à família das rochas ígneas, ou seja, aquelas que resultam da consolidação do magma aquando do seu arrefecimento próximo da superfície (rochas extrusivas/vulcânicas). O basalto possui composição máfica, isto é, rica em silicatos de magnésio e ferro. Possui, geralmente, 45-55% de sílica (SiO<sub>2</sub>), fazendo dela uma rocha básica, enquanto 65% do volume da rocha, pelo menos, é constituído por feldspato na forma de plagioclase ((Na, Ca) Al (Si, Al) Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) e menos de 10% por minerais feldspatóides. A meteorização química desta rocha consiste, na sua maior parte, na meteorização de aluminossilicatos de magnésio e cálcio. Por seu lado, o sideromelano, o vidro basáltico, altera-se em contacto com a água, transformando-se num material designado por palagonite, antes de decair finalmente em esmectite (argilomineral já anteriormente referido), pelo que poderá ser esperada a sua presença nas argilas de origem basáltica. Um estudo levado a cabo, com mais de 3 000 amostras de basaltos,

mostra que a composição química comum destes é de aproximadamente 49,97 % de  $\text{SiO}_2$ ; 1,87 % de  $\text{TiO}_2$ ; 15,99 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 3,85 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 0,20 % de  $\text{MnO}$ ; 9,62 % de  $\text{CaO}$ ; 2,96 % de  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 1,12 % de  $\text{K}_2\text{O}$  e 0,35 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (MAITRE, 1976). Também encontramos outras rochas vulcânicas no CVL, de acidez intermédia ( $\text{SiO}_2$  entre 52 % a 65 %) como o diorito e outras ainda mais ácidas como o sienito e o granito ( $\text{SiO}_2 > 65 \%$ ), que têm como minerais principais o quartzo, feldspato e micas, entre outros menos importantes.

Por fim, algumas observações sumárias sobre as rochas carbonatadas, vulgares na região de Lisboa, e que, devido à meteorização que podem sofrer e ao possível transporte sofrido pelas argilas, poderão "contaminar" ou ter "contaminado" as argilas dos depósitos aí existentes. As rochas carbonatadas pertencem à família das rochas sedimentares. As principais são o calcário (composto predominantemente por calcite –  $\text{CaCO}_3$ ) e o dolomito (composto pela dolomite –  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) (SUGUIO, 2003). Os minerais constituintes das rochas carbonatadas são, na sua maioria, minerais carbonatados, como a calcite, a aragonite (com fórmula química igual à calcite, mas metaestável e mais solúvel do que esta) e a dolomite ou, até, a anquerite ( $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$ ) e a siderite ( $\text{FeCO}_3$ ); como impurezas aparecem minerais siliciosos como quartzo, feldspato e ilite (mineral argiloso que constitui a impureza predominante das rochas carbonatadas); minerais evaporíticos, como gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), anhidrite ( $\text{CaSO}_4$ ) e halite ( $\text{NaCl}$ ) e, ainda, outros constituintes menores como a glauconite ( $(\text{K}, \text{Na})(\text{Fe}_{3+}, \text{Al}, \text{Mg})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ) e a pirite ( $\text{FeS}_2$ ). O calcário puro possui 95 a 100 % de calcite, enquanto a argila pura 0 a 5 % de calcite. Entre estes dois tipos de rochas sedimentares, existe uma gama variável de composições, que encontram o seu centro nas margas, uma mistura de argilas e carbonatos, com 35 a 65 % de calcite. Pode assim fazer-se corresponder os calcários em geral a teores superiores a 60 %; argilas calcárias (ou calcários argilosos) a teores entre 15 e 60 %; e argilas as ditas não-calcárias a teores inferiores a 15 %.

## 3.2.2. Enquadramentos geomorfológicos dos sítios arqueológicos em causa

### 3.2.2.1. Vila Nova de São Pedro

Como referido, VNSP localiza-se na parte nordeste do concelho de Azambuja, a cerca de 100 m de altitude e a cerca de 55 km de Lisboa. A colina onde se implanta encontra-se rodeada, em parte, pela ribeira de Almoster, encontrando-se o sítio arqueológico e zona envolvente assentes num planalto de calcários do Miocénico e Pliocénico, com pequenas zonas do Quaternário nas proximidades (ZBYSZEWSKI, 1953). A área onde se implanta o povoado corresponde a calcários, grés e argilas com *Hipparion gracile* de Azambujeira (M<sup>5</sup>), onde, além dos calcários de bancada, surgem calcários macios ou “tufo” de corte fácil (ZBYSZEWSKI, 1953, p. 14). Por sua vez, essa área encontra-se rodeada por calcários, grés e argilas com vertebrados da Quinta do Marmelal e camadas com *Crassostrea cremíssima* de Calhariz e de Alcanhão (M<sup>4</sup>). Verifica-se, por conseguinte, que nas proximidades de VNSP ocorrem áreas propícias à captação de matérias-primas, designadamente argilas. A Nota Explicativa da Folha 31-A (Santarém) da Carta Geológica de Portugal (ZBYSZEWSKI, 1953, p. 13) menciona ainda que teriam sido recolhidas argilas para olaria contemporânea na zona de Cruz do Campo (p<sup>1</sup>), situada a cerca de 12 km de VNSP. Na Figura 3.9, para além das

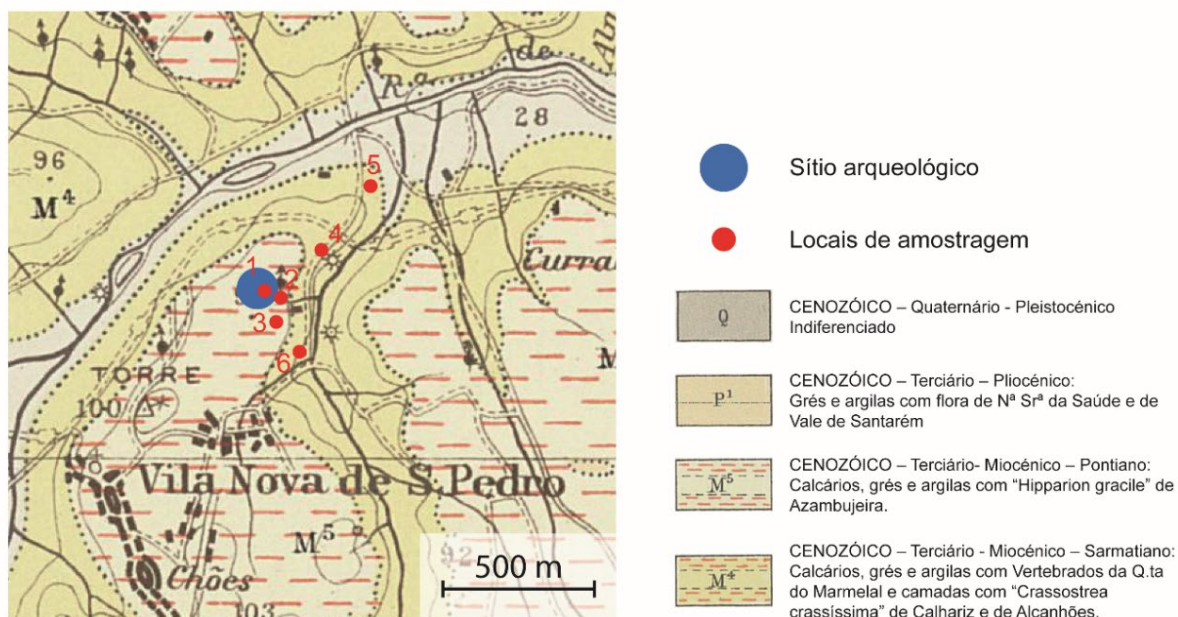


Figura 3.9: Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 31-A (Santarém), com a localização de VNSP, a azul, e os locais de amostragem de argilas, a vermelho.

características geológicas da zona, encontram-se assinalados os locais de colheita de amostras de argila para este trabalho, cujas especificidades podem ser consultadas, na Tabela 4.14 do próximo capítulo, onde se encontram elencados os materiais analisados.

### **3.2.2.2. Penedo do Lexim**

O Penedo do Lexim localiza-se na margem direita da Ribeira de Cheleiros, entre a Ribeira da Mata e a Ribeira da Laje, a uma altitude de 223 m e a cerca de 30 km de Lisboa. Como referido, o acidente geológico designado Penedo do Lexim constitui uma das antigas chaminés vulcânicas do CVL (BRILHA *et al.*, 1998), datada de  $55 \pm 18$  milhões de anos (ANGELLUCCI, 2006), sendo que na zona de Cheleiros-Malveira, correspondente à zona de concentração dos grandes centros eruptivos, se registam 12 chaminés vulcânicas.

A área específica, onde se implanta este sítio arqueológico, constitui, por conseguinte, o resíduo de uma antiga chaminé monolítica de rocha basáltica (onde se podem identificar basaltos alcalinos, traquibasaltos, traquitos e riólitos) (ANGELLUCCI, 2006). A disjunção colunar/prismática basculada constitui a principal característica desta formação geológica, a qual acontece nas rochas basálticas, ocorrendo durante a fase de arrefecimento do magma (ANGELLUCCI, 2006). Foi a geologia particular deste sítio que fez que o mesmo fosse classificado como Imóvel de Interesse Público (DR, 1.<sup>a</sup> série, n.º 45, de 22/2/1975 e DR, 1.<sup>a</sup> Série, n.º 47, de 26/2/1982, dec. 28/82), na vertente de “Património Natural”. Esta zona contrasta, contudo, com o substrato envolvente constituído por rochas sedimentares, entre elas calcários e margas do “Belasiano” ( $C^2_{AC}$ ), bem como arenitos e argilas ( $C^1_{AS}$  - “Grés superiores”) (RAMALHO *et al.*, 1993).

Na Figura 3.10, para além das características geológicas da zona envolvente do sítio arqueológico, encontram-se assinalados os locais onde se procedeu à colheita de amostras de argila.

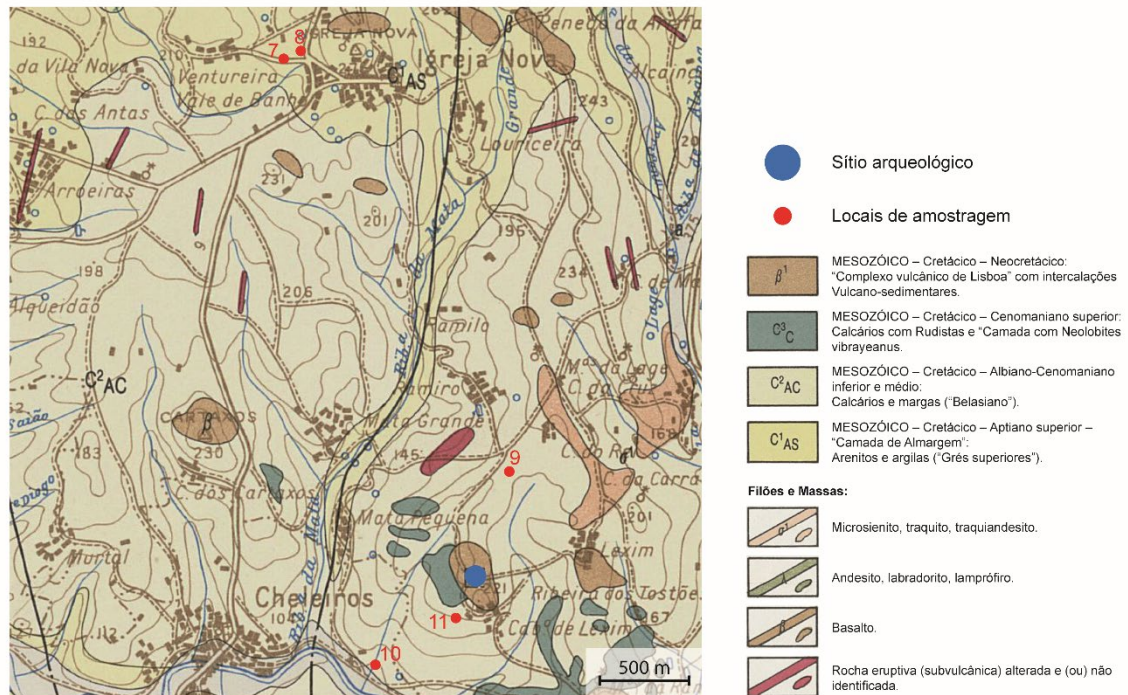


Figura 3.10: Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 34-A (Sintra), com a localização de PL no centro, a azul, e os locais de amostragem de argilas, a vermelho.

### 3.2.2.3. Espargueira e Baútas

Os sítios de Espargueira e Baútas localizam-se a cerca de 200 m de altitude, distando entre si apenas 600 m, com o vale da ribeira de Carenque a separá-los. O substrato geológico desta zona onde se implantam é constituído por uma sequência de rochas calcárias e margas pertencentes ao Albiano (C<sup>2</sup>AC), sobrepostas por calcários com Rudistas e Neolobites vibrayenus, do Cenomaniano (C<sup>3</sup>C), sobrepostos, por sua vez, pelas intercalações vulcano-sedimentares do CVL (β<sup>1</sup>). A Nota Explicativa da Carta Geológica de Portugal, Folha 34-A (Sintra) (RAMALHO *et al.*, 1993, p.17), faz referência a correntes fluviais que arrastaram sedimentos de noroeste para este e sudeste, trazendo para a zona areias arcósicas (com feldspatos bem conservados e rolados). Ao longo deste percurso, a ribeira de Carenque atravessa, entre outros, as camadas C<sup>1</sup>Be e o C<sup>1</sup>Ba (referentes, respetivamente, ao Berriasiano, e Berriasiano Superior, com feldspatos, quartzo e mica), e C<sup>1</sup>AS (datável do Aptiano Superior), com feldspatos bem conservados e rolados, sedimentos arenosos que vai depositando ao longo do seu percurso, sendo uma fonte viável de desengordurantes (PAIS *et al.*, 2006; RAMALHO *et al.*, 1993, 2001; MANUPPELLA *et al.*, 2011). Nas proximidades

encontram-se filões e massas de rochas eruptivas alteradas, designadamente microssienitos, traquitos e traquiandesitos, que constituem elementos do cimento basáltico (RAMALHO *et al.*, 1993). Para além das características geológicas da zona, assinalam-se na Figura 3.11 os locais de amostragem das argilas analisadas neste trabalho.

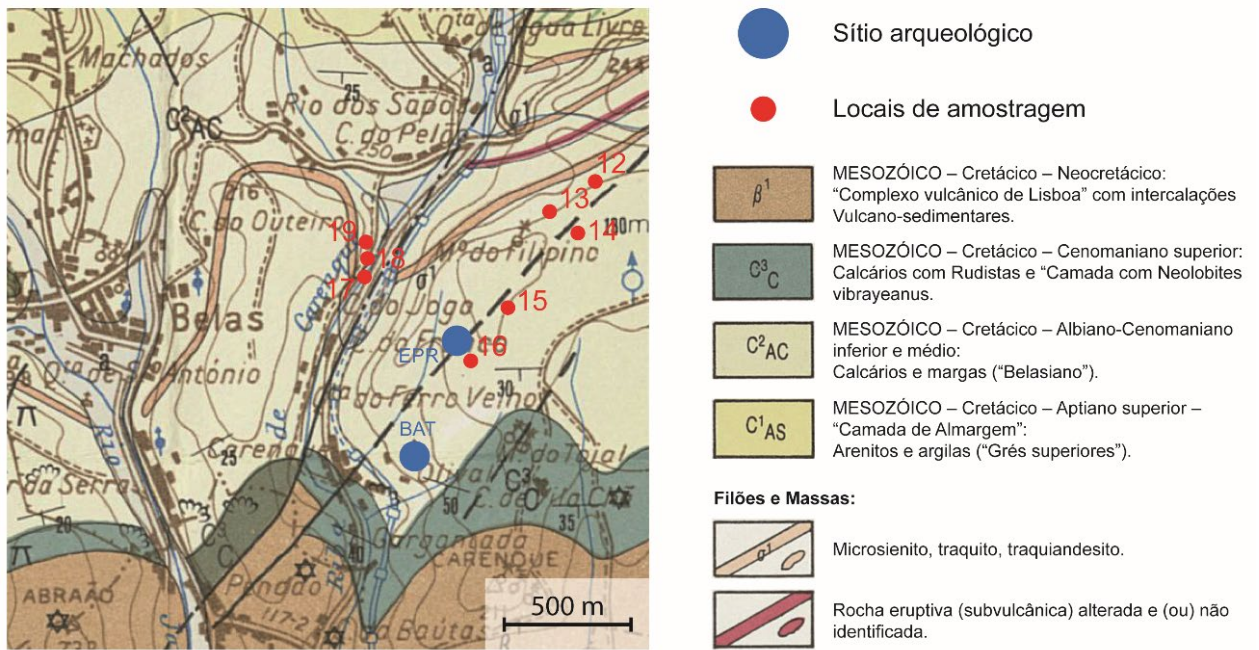


Figura 3.11: Excerto da Carta Geológica de Portugal, Folha 34-A (Sintra), com a localização de EPR e BAT no centro, a azul, e os locais de amostragem de argilas, a vermelho.

# CAPÍTULO 4

## MATERIAIS

O Capítulo 4 ("Materiais") especifica precisamente qual o objeto de estudo, seja a matéria-prima de possíveis depósitos argilosos ou, o grande foco, as cerâmicas. Sobre estas, aqui pretende-se dar informação detalhada sobre os locais de proveniência, processo de inventariação das amostras, para além das suas formas e decorações que, tendo significado cronológico-cultural, constituíram parâmetros essenciais sobre os quais foram feitas as divisões dos grupos a analisar.

### 4.1. A cerâmica – amostras seleccionadas

Para o presente estudo foi seleccionado um total de 149 fragmentos cerâmicos provenientes dos quatro povoados pré-históricos referidos no capítulo anterior: Vila Nova de São Pedro, Penedo do Lexim, Espargueira e Baútas (Figura 4.1 e Tabela 4.1).



*Figura 4.1: Uma visão geral de fragmentos cerâmicos seleccionados de VNSP.*

Tabela 4.1: Número de amostras selecionadas segundo os sítios arqueológicos a que pertencem.

| Sítio arqueológico     | Museu/reserva associada                   | Número de amostras |
|------------------------|---|--------------------|
| Vila Nova de São Pedro | Museu Arqueológico do Carmo               | 98                 |
| Penedo do Lexim        | Câmara Municipal de Mafra                 | 29                 |
| Espargueira            | Museu Municipal de Arqueologia da Amadora | 12                 |
| Baútas                 | Museu Municipal de Arqueologia da Amadora | 10                 |
| <b>TOTAL</b>           |   | <b>149</b>         |

De Vila Nova de São Pedro, selecionou-se um total de 98 fragmentos, sem contextualização estratigráfica, que se encontravam nas reservas do Museu Arqueológico do Carmo (MAC). Neste conjunto, 26 fragmentos possuem decoração atribuível ao Calcolítico Inicial (cerâmica canelada), 22 ao Calcolítico Pleno (cerâmica com decoração em folha-de-acácia), 26 ao Calcolítico Final (cerâmica campaniforme), enquanto outros 13 são lisos (sem decoração) e 11 com decoração diversa das discriminantes e, por isso, quer uns quer outros de difícil atribuição a qualquer uma das fases culturais anteriormente mencionadas (Figura 4.2). Além destes fragmentos de vasos cerâmicos, foi também amostrado um fragmento de um artefacto ideotécnico, o designado "ídolo de cornos", incluído em "outra decoração". Todas estas amostras foram marcadas com um número antecedido pelas iniciais VNSP (VNSP-1 a VNSP-98).



Figura 4.2: Conjunto dos 98 fragmentos de VNSP, distribuídos pelas várias tipologias de decoração.

O conjunto de amostras do Penedo do Lexim é constituído por 29 fragmentos cerâmicos com atribuição estratigráfica registada (como se pode observar na tabela 4.2).

A grande maioria dos fragmentos são das Unidades Estratigráficas (U.E.) 7 e 8. A U.E. 7, um nível de ocupação no sector *Locus* 3b (o qual forneceu 42,1% do total dos fragmentos recolhidos no povoado), é atribuível ao Calcolítico Inicial. A U.E. 8, um nível de abandono do *Locus* 1 (representando 39,5% dos fragmentos) e do *Locus* 5 (representando 9,8% dos fragmentos), integram-se no Calcolítico Pleno (SOUSA, 2010). 12 das nossas amostras são atribuíveis ao Calcolítico Inicial (copos e taças caneladas, para além de bordos lisos), enquanto as restantes 17 ao Calcolítico Pleno (decoreação folha-de-acácia, associada ou não a caneluras, lisas ou com outra decoreação, sobretudo geométrica). Embora os fragmentos amostrados já tivessem o seu próprio número de inventário, por questões de sistematização e facilidade para o presente estudo, foi-lhes também atribuído um novo número, à semelhança do que se fez com os fragmentos de VNSP. Foram, assim, numerados de 1 a 29, precedidos pelas iniciais PL. Os fragmentos em causa estavam nas reservas da Câmara Municipal de Mafra e foram facultados por Ana Catarina de Sousa, responsável pelas intervenções de campo levadas a cabo no Penedo de Lexim.

*Tabela 4.2: Amostras do Penedo do Lexim com indicação da proveniência estratigráfica.*

| Nº Inventário                       |               | Sector          | U.E. |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|------|
| <b>Calcolítico Inicial</b>          |               |                 |      |
| Cerâmica decorada – Copo canelado   |               |                 |      |
| PL-1                                | IGN.017.09090 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-2                                | IGN.017.11605 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-3                                | IGN.017.11633 | <i>Locus</i> 3b | 7B   |
| PL-4                                | IGN.017.15894 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| Cerâmica decorada – Taça Canelada   |               |                 |      |
| PL-5                                | IGN.017.11573 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-6                                | IGN.017.11622 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| Cerâmica lisa (Bordos)              |               |                 |      |
| PL-7                                | IGN.017.16629 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-8                                | IGN.017.16644 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-9                                | IGN.017.17077 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-10                               | IGN.017.17089 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-11                               | IGN.017.17090 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| PL-12                               | IGN.017.17137 | <i>Locus</i> 3b | 7    |
| <b>Calcolítico Pleno</b>            |               |                 |      |
| Cerâmica decorada – Folha-de-acácia |               |                 |      |
| PL-13                               | IGN.017.03120 | <i>Locus</i> 1  | 5    |
| PL-14                               | IGN.017.05535 | <i>Locus</i> 1  | 8    |
| PL-15                               | IGN.017.05762 | <i>Locus</i> 1  | 8    |
| PL-16                               | IGN.017.05767 | <i>Locus</i> 1  | 8    |

| Cerâmica decorada – Caneluras horizontais |               |         |   |
|---|---------------|---------|---|
| PL-17                                     | IGN.017.05879 | Locus 1 | 8 |
| PL-18                                     | IGN.017.05898 | Locus 1 | 8 |
| PL-19                                     | IGN.017.19041 | Locus 5 | 4 |
| Outra cerâmica decorada                   |               |         |   |
| PL-20                                     | IGN.017.05783 | Locus 1 | 8 |
| PL-21                                     | IGN.017.05863 | Locus 1 | 8 |
| PL-22                                     | IGN.017.14549 | Locus 5 | 8 |
| PL-23                                     | IGN.017.14552 | Locus 5 | 8 |
| Cerâmica lisa (Bordos)                    |               |         |   |
| PL-24                                     | IGN.017.17138 | Locus 5 | 8 |
| PL-25                                     | IGN.017.17191 | Locus 5 | 8 |
| PL-26                                     | IGN.017.17227 | Locus 5 | 8 |
| PL-27                                     | IGN.017.17310 | Locus 5 | 8 |
| PL-28                                     | IGN.017.17410 | Locus 5 | 8 |
| PL-29                                     | IGN.017.17420 | Locus 5 | 8 |

Os fragmentos de Espargueira e Baútas (que totalizam 22 amostras) estavam armazenados no Museu Municipal de Arqueologia da Amadora (MMAR), tendo sido facultados por Gisela da Encarnação. De Espargueira foram facultados 12 fragmentos atribuíveis ao Neolítico Final/Calcolítico Inicial, todos de prospeção superficial, pertencendo a taças carenadas, com bordo, sem qualquer decoração. De Baútas, foram facultados 10 fragmentos atribuíveis ao Calcolítico Pleno, na sua maioria decorados com folha-de-acácia ou constituídos por bordos de potes com caneluras. Embora também todos estes já tivessem o seu próprio número de inventário, foi-lhes, de igual modo, atribuído um novo número de inventário, à semelhança do que se fez com os fragmentos de VNSP e PL, agora numerados de 1 a 12 e de 1 a 10, precedidos pelas iniciais EPR e BAT, referentes a Espargueira e a Baútas, respetivamente.

As fotografias de todos estes fragmentos podem ser consultadas no Anexo A.1, uma grande parte com os respetivos desenhos arqueológicos.

#### **4.1.1. Formas**

As formas dos vasos, de que os fragmentos em estudo fariam parte, podem ser reconstituídas, várias delas, recorrendo ao desenho arqueológico (ver Anexo A.1). Infelizmente, a maioria dos fragmentos não possui bordo ou dimensão suficiente para ser possível essa reconstituição, mesmo que parcial.

Para descrever as formas dos objetos cerâmicos procurou-se seguir, em grande parte, a metodologia utilizada por SOUSA (2010, 185 e ss) na sua descrição das formas do Penedo

do Lexim. Assim, houve que recorrer às designações "já fixadas no léxico da pré-história estremenha" (SOUSA, 2010, p. 238), além de que há também que ter em conta que "os recipientes cerâmicos pré-históricos apresentam níveis de variabilidade intrínsecos do próprio processo de fabrico manual." (SOUSA, 2010, p. 238).

Por outro lado, ao descrever morfologicamente um recipiente devemos ter em atenção dois parâmetros fundamentais: a forma geral e a orientação do bordo. Estes dois conceitos estão de tal forma interligados que Manuel Calado (CALADO, 2001) propôs um diagrama (Figura 4.3), no qual se dividem as formas em 4 grandes designações, consoante a orientação do bordo em relação ao plano tangente à boca do recipiente cerâmico: entre as formas fechadas o pote, com um ângulo de 135° a 180° e o vaso com um ângulo de 90° a 135°; entre as abertas a taça com um ângulo de 45° a 90° e o prato com um ângulo de 0° a 45°.

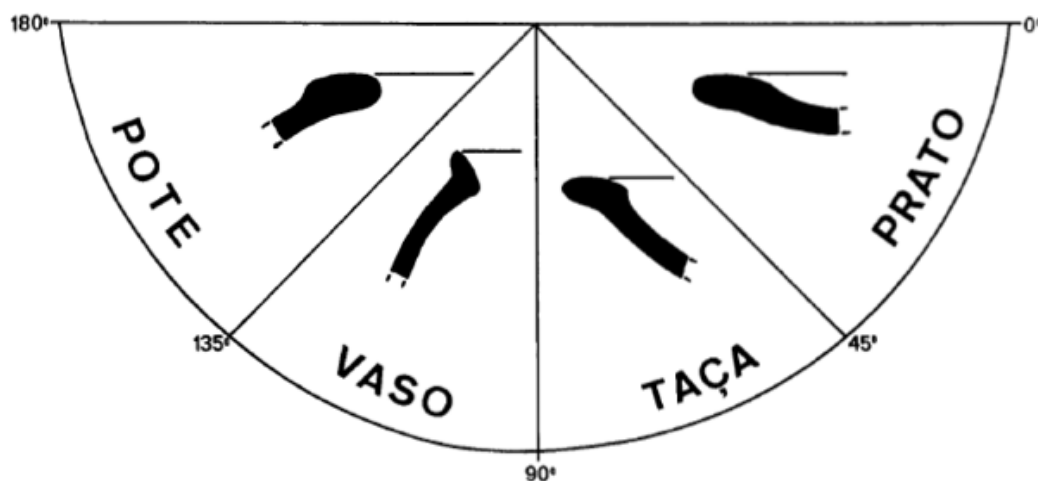
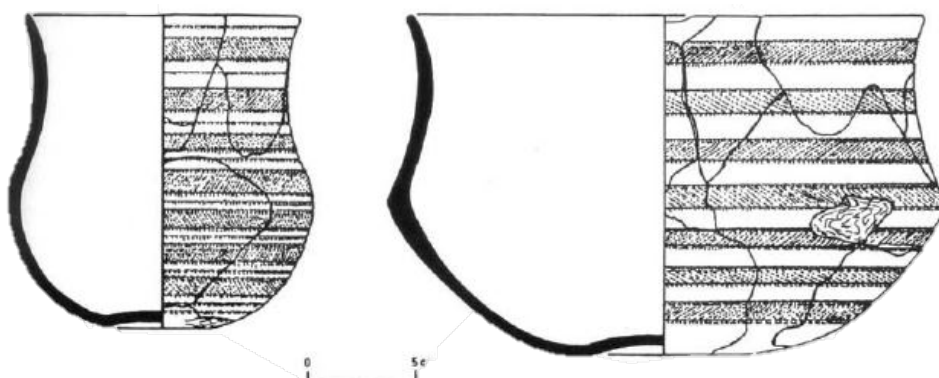


Figura 4.3: As quatro principais formas cerâmicas simples, segundo a orientação do bordo (CALADO, 2001, Fig. 1).

Este diagrama é, no entanto, apenas aplicável para recipientes simples, derivados de uma calote esférica que são, de facto, a maioria. Torna-se, no entanto, limitativo quando o recipiente se forma a partir de outras formas geométricas, como é o caso do copo, formado a partir de um cilindro ou de uma hipérbole. É também limitativo quando entramos no universo dos recipientes complexos (ou compósitos), isto é, quando o recipiente se forma a partir de mais do que uma forma geométrica. É o caso da cerâmica campaniforme, onde se encontram vulgarmente formas complexas/compósitas. Como descreve Victor Gonçalves "a nível da cerâmica, [a cerâmica campaniforme] abrange as formas clássicas dos vasos

*campaniformes ditos marítimos, as «caçoilas acampanadas» [(Figura 4.4)], ... , as grandes taças «tipo Palmela», com ou sem bordo decorado, e outras, mais pequenas, as taças com pé» (GONÇALVES, 2017). Os fragmentos dos vasos campaniformes e das caçoilas são, por vezes, de difícil atribuição a uma ou outra forma, dado que muitas vezes os fragmentos não possibilitam tal leitura por não possuírem dimensão suficiente, uma vez que a principal diferença está na presença da carena, isto é, o ponto de inflexão onde a parede do recipiente muda de direção.*



*Figura 4.4: Vaso campaniforme clássico e caçoila acampanada (CARDOSO, 2002, Fig. 241).*

Assim, em jeito de resumo, e tentando sistematizar a nomenclatura de maneira a conseguir ser feita uma comparação entre os diferentes grupos cronológicos dos diferentes sítios arqueológicos, podemos definir 7 formas principais (Tabela 4.3): copos, pratos, taças, vasos simples (isto é, com orientação do bordo de 90° a 135°), potes, vasos campaniformes e caçoilas acampanadas. Dentro de cada um destes grupos podem existir variantes, dependendo da forma e orientação dos bordos, podendo estes ser ou não espessados (internamente ou externamente), exvertidos ou reentrantes, ou da existência ou não de carena nos bojos, por exemplo.

*Tabela 4.3: Resumo das principais formas do Calcolítico da região de Lisboa.*

| Forma | Prato | Taça | Vaso simples | Pote | Copo | Vaso campaniforme | Caçoila acampanada |
|-------|-------|------|--------------|------|------|-------------------|--------------------|
|-------|-------|------|--------------|------|------|-------------------|--------------------|

Tendo esta partição por base, na Tabela 4.4, podemos observar como se distribuem estas formas nos recipientes selecionados para o presente estudo, tendo em conta o sítio arqueológico a que dizem respeito.

Tabela 4.4: Resumo das principais formas do calcolítico da região de Lisboa identificadas no presente estudo.

|                               | Prato    | Taça      | Vaso Simples | Pote      | Copo      | Vaso campaniforme | Caçoila acampanada | Não determinada | Total      |
|-------------------------------|----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-------------------|--------------------|-----------------|------------|
| <b>Vila Nova de São Pedro</b> |          |           |              |           |           |                   |                    |                 |            |
| Canelada                      |          |           |              |           | 14        |                   |                    | 12              | 26         |
| Folha-de-acácia               |          |           |              | 8         |           |                   |                    | 14              | 22         |
| Campaniforme                  |          | 3         |              |           |           | 5                 | 2                  | 16              | 26         |
| Outra decoração               | 2        |           |              | 4         | 1         |                   |                    | 3               | 10         |
| Lisa                          |          | 1         | 3            | 8         | 1         |                   |                    |                 | 13         |
| <b>Subtotal</b>               | <b>2</b> | <b>4</b>  | <b>3</b>     | <b>20</b> | <b>16</b> | <b>5</b>          | <b>2</b>           | <b>45</b>       | <b>97</b>  |
| <b>Penedo do Lexim</b>        |          |           |              |           |           |                   |                    |                 |            |
| Canelada                      |          | 2         |              |           | 4         |                   |                    |                 | 6          |
| Lisa (C. Inicial)             | 2        | 3         |              | 1         |           |                   |                    |                 | 6          |
| Folha-de-acácia               |          |           |              | 3         |           |                   |                    | 4               | 7          |
| Outra (C. Pleno)              |          |           |              |           |           |                   |                    | 4               | 4          |
| Lisa (C. Pleno)               |          | 5         |              | 1         |           |                   |                    |                 | 6          |
| <b>Subtotal</b>               | <b>2</b> | <b>10</b> |              | <b>5</b>  | <b>4</b>  |                   |                    | <b>8</b>        | <b>29</b>  |
| <b>Espargueira e Baútas</b>   |          |           |              |           |           |                   |                    |                 |            |
| EPR lisa (C. Inicial)         |          | 10        | 2            |           |           |                   |                    |                 | 12         |
| BAT folha-de-acácia (C,Pleno) |          |           |              | 2         |           |                   |                    | 8               | 10         |
| <b>Subtotal</b>               |          | <b>10</b> | <b>2</b>     | <b>2</b>  |           |                   |                    | <b>8</b>        | <b>22</b>  |
| <b>Total</b>                  | <b>4</b> | <b>26</b> | <b>5</b>     | <b>27</b> | <b>22</b> | <b>5</b>          | <b>2</b>           | <b>57</b>       | <b>148</b> |

Em 38,5 % dos fragmentos não é possível identificar a forma do recipiente ao qual o fragmento em causa dizia respeito. Dentro deste conjunto de fragmentos de formas não passíveis de determinar, 77,2 % consistem em fragmentos de VNSP. De entre todos os fragmentos que permitem a distinção da forma, a maior parte corresponde a potes, seguindo-se as taças e os copos.

#### 4.1.2. Decorações

Como mencionado anteriormente, os fragmentos decorados são, geralmente, uma minoria no acervo cerâmico registado em povoados pré-históricos. Ainda assim, são eles, designadamente no Calcolítico da região de Lisboa, os que, ao serem analisados, mais podem trazer informação relevante, uma vez que podem ter significado cronológico. Por isso mesmo, foram facultados e estudados mais fragmentos decorados do que lisos para o presente trabalho. Foram ainda analisados fragmentos com “outra decoração”, isto é, que não têm decorações típicas/características dos períodos cronológicos em estudo, de forma a perceber se a análise arqueométrica revela semelhanças entre os mesmos e as cerâmicas com decoração atribuível a cada grupo cronológico e, dessa forma, associá-los a algum

grupo específico. Na Tabela 4.5 indicam-se, para cada povoado selecionado para esta investigação, o número de fragmentos com decoração discriminante (isto é, decoração com significado cronológico-cultural), outra decoração (não discriminante) e o número de fragmentos lisos (aqui exclui-se o ídolo VNSP-98, que será tratado à parte).

*Tabela 4.5: Número de peças decoradas e lisas para cada povoado.*

|                                | <b>VNSP</b> | <b>PL</b>   | <b>EPR</b>  | <b>BAT</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| <b>Decoração discriminante</b> | 74 (76,3 %) | 13 (44,8 %) | 0           | 10 (100 %) | 97 (77,0 %)  |
| <b>Outra decoração</b>         | 10 (10,3 %) | 4 (13,8 %)  | 0           | 0          | 14 (11,1 %)  |
| <b>Lisas</b>                   | 13 (13,3 %) | 12 (41,4 %) | 12 (100 %)* | 0          | 37 (24,8 %)  |
| <b>Total</b>                   | 97          | 29          | 12          | 10         | 148          |

\* Embora se trate de cerâmica lisa, as suas formas são discriminantes.

Em todos os povoados, à exceção de EPR (do qual só se selecionaram fragmentos lisos, pertencentes a taças carenadas que, embora sem decoração, são atribuíveis com segurança ao Neolítico Final/Calcolítico Inicial) a maioria dos fragmentos cerâmicos em estudo são decorados. Por outro lado, e ao contrário do que acontece em VNSP, embora a percentagem de fragmentos lisos em PL seja muito alta, estes estão contextualizados, pelo que a sua atribuição a um grupo cronológico é fiável, facto que não acontece *a priori* com os fragmentos lisos de VNSP. No conjunto dos 111 fragmentos decorados, quer a decoração seja discriminante ou não (75 % da amostra em análise), encontramos uma grande diversidade de decorações. Em alguns fragmentos apenas é aplicado um tipo de decoração (decoração simples), noutros é aplicado mais do que um tipo de decoração (decoração combinada). Na Tabela 4.6 indica-se o número de fragmentos onde é possível denotar decoração simples ou combinada, ainda que seja importante lembrar que a decoração presente no fragmento pode não representar a totalidade da decoração que o objeto em si apresentaria.

*Tabela 4.6: Número de fragmentos com decoração simples ou combinada.*

|                            | <b>VNSP</b> | <b>PL</b>   | <b>EPR</b> | <b>BAT</b> | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
| <b>Decoração simples</b>   | 34 (40,5 %) | 12 (70,6 %) | -          | 4 (40 %)   | 50           |
| <b>Decoração combinada</b> | 50 (59,5 %) | 5 (29,4 %)  | -          | 6 (60 %)   | 61           |
| <b>Total</b>               | 84          | 17          | 0          | 10         | 111          |

Para sistematizar, os parâmetros descritivos da decoração foram divididos consoante os diferentes períodos cronológico-culturais representados. Assim encontramos:

1. Calcolítico Inicial: 1-Caneluras horizontais, 2-Caneluras em zigue-zague ou 3-Combinação de caneluras diferentemente orientadas (sobretudo caneluras horizontais com caneluras diagonais);
2. Calcolítico Pleno: 1-Impressões ovulares em folha-de-acácia (por vezes combinadas com caneluras), 2-Impressões ovulares em crucífera (por vezes combinadas com caneluras), 3-Caneluras horizontais, 4-Combinação de caneluras horizontais e diagonais e 5-Outra decoração (incisões organizadas de forma geométrica);
3. Calcolítico Final: 1-Faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais (tipo marítimo) ou 2-Faixas preenchidas com pontilhado em linhas cruzadas, 3-Faixas de pontilhado (horizontal, diagonal e/ou cruzado), com uma ou mais bandas lisas em zigue-zague ou triângulos, 4-Faixa única de pontilhado (apenas uma faixa isolada no fragmento) e, finalmente, 5-Campaniforme inciso com incisões horizontais e cruzadas

Com estes parâmetros descritivos, foi possível elaborar a atribuição cronológica da decoração de 101 dos fragmentos a um dos três períodos culturais. Os restantes 10 fragmentos (todos de VN-SP) possuem decoração variada, não atribuível a nenhum grupo cronológico específico. Embora a descrição específica das decorações presentes em cada fragmento possa ser encontrada no Anexo A.2, faz-se um resumo que se apresenta na Tabela 4.7.

*Tabela 4.7: Decorações presentes nos fragmentos de cada sítio arqueológico.*

|   |   | <b>VN-SP</b> | <b>PL</b> | <b>EPR</b> | <b>BAT</b> | <b>TOTAL</b> |
|---|---|--------------|-----------|------------|------------|--------------|
| <b>Calcolítico Inicial<br/>(Maioritariamente<br/>Copos)</b> | 1.1-Caneluras horizontais   | 17           | 6         | -          | -          | 23           |
|   | 1.2-Caneluras em zigue-zague  | 4            | -         | -          | -          | 4            |
|   | 1.3-Combinação de caneluras   | 5            | -         | -          | -          | 5            |
|   | <b>Subtotal</b>   | <b>26</b>    | <b>6</b>  | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>32</b>    |
| <b>Calcolítico Pleno<br/>(Maioritariamente<br/>Potes)</b>   | 2.1-Impressões ovulares em folha-de-acácia (por vezes combinadas com caneluras) | 5            | 4         | -          | 5          | 14           |
|   | 2.2- Impressões ovulares em crucífera (por vezes combinadas com caneluras)      | 2            | -         | -          | 3          | 5            |

|   |   |           |           |          |           |            |
|---|---|-----------|-----------|----------|-----------|------------|
|   | 2.3-Caneluras horizontais   | 6         | 3         | -        | 2         | 11         |
|   | 2.4-Combinação de caneluras horizontais e diagonais                                 | 9         | -         | -        | -         | 9          |
|   | 2.5- Outra decoração  | -         | 4         | -        | -         | 4          |
|   | <b>Subtotal</b>   | <b>22</b> | <b>11</b> | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>43</b>  |
| <b>Calculítico Final<br/>(Maioritariamente Vasos campaniformes)</b> | 3.1- Faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais (tipo marítimo)          | 7         | -         | -        | -         | 7          |
|   | 3.2- Faixas preenchidas com pontilhado em linhas cruzadas                           | 3         | -         | -        |           | 3          |
|   | 3.3-Faixas de pontilhado, com uma ou mais faixas lisas de zigue-zague ou triângulos | 13        | -         | -        |           | 13         |
|   | 3.4-Faixa única de pontilhado   | 1         | -         | -        |           | 1          |
|   | 3.5-Combinação de incisões horizontais e cruzadas                                   | 2         | -         | -        |           | 2          |
|   | <b>Subtotal</b>   | <b>26</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>26</b>  |
|   | <b>Total</b>  | <b>74</b> | <b>17</b> | <b>0</b> | <b>10</b> | <b>101</b> |

Entre os 10 fragmentos com decoração variada de VNSP, não atribuível a nenhum grupo cronológico específico, encontramos as seguintes decorações: 7 fragmentos com incisões, 1 fragmento com caneluras e 2 com unguações, um dos quais VNSP8-88, já citado por ser o único com decoração no bordo, e o outro VNSP-97, representado na Figura 4.5. Destaca-se ainda o ídolo de cornos, VNSP-98, cuja decoração, quase impercetível, parece consistir em estrias levemente incisadas que vão desde o topo do objeto e percorrem a superfície verticalmente (Figura 4.6).

Em geral, a decoração encontra-se sobretudo nas paredes externas, sendo que apenas 2 fragmentos apresentam decoração na parede interna (incisões), sendo estes VNSP-89 e VNSP-90 (Figura 4.7).

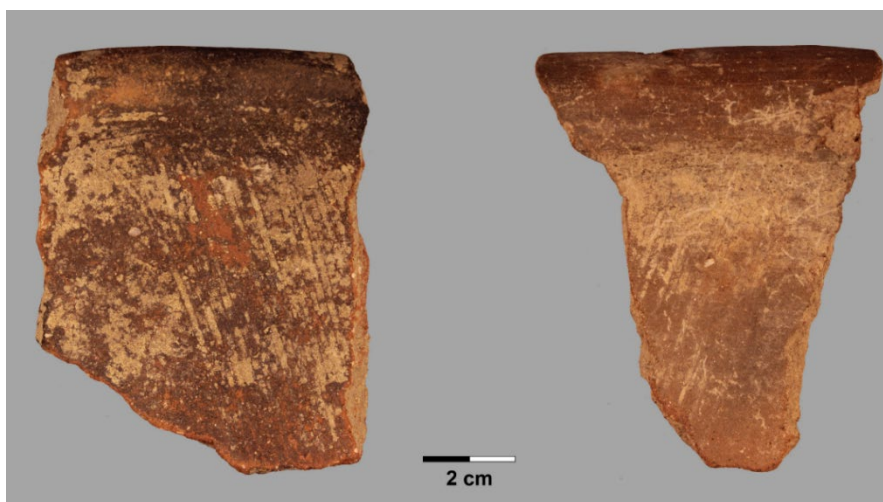
Por fim, e embora não sejam propriamente elementos decorativos, mas sim elementos de prensão/suspensão, encontramos ainda alguns fragmentos com perfurações (9 fragmentos) e pegas mamilares (2 fragmentos), como indicado na Tabela 4.8. A Figura 4.8 apresenta, à esquerda, um exemplo de fragmento com uma perfuração e à direita, um outro com pega mamilar.



*Figura 4.5: VNSP-97, decorada com digitação unguilada.*



*Figura 4.6: VNSP-98, fragmento de "ídolo de cornos".*



*Figura 4.7: VNSP-89 e VNSP-90, pratos com decoração na superfície interna.*

Tabela 4.8: Elementos de suspensão e prensão.

|                    | VNSP | PL | EPR | BAT | Total    |
|--------------------|------|----|-----|-----|----------|
| <b>perfurações</b> | 6    | 2  | 1   | 0   | <b>9</b> |
| <b>mamilos</b>     | 1    | 0  | 1   | 0   | <b>2</b> |



Figura 4.8: VNSP-48, apresentando uma perfuração e VNSP-86, apresentando um mamilo.

## 4.2. A argila – amostras recolhidas

Para ser feito um estudo de comparação entre as pastas cerâmicas e o material de possíveis barreiros de onde as argilas utilizadas possam ter sido recolhidas em tempos pré-históricos, foram recolhidas 21 amostras, 19 delas de depósitos de material aparentemente argiloso e 2 de "argamassas" presentes em construções dos sítios arqueológicos. Para proceder a essa amostragem foram escolhidas 19 áreas onde existem solos argilosos e/ou margosos situados dentro de um raio de 5 km de cada sítio arqueológico em estudo (ver secção 3.2.2). Neste tipo de amostragem há que ter em conta que, por vezes, os depósitos argilosos podem ser de difícil ou quase impossível amostragem, uma vez que nos podemos deparar com terrenos florestados, campos agrícolas, zonas privadas e, até mesmo, urbanizações. As amostras recolhidas foram extraídas diretamente do solo ou de uma camada argilosa exposta por um corte no terreno (Figura 4.9). Recolheu-se, em cada amostragem, uma quantidade de cerca de 20 g de material aparentemente argiloso, isto é, com aparência plástica e granulometria muito fina. Antes da recolha removeu-se a camada de argila mais exposta, para procurar obter uma amostra mais "pura", livre de elementos mais grosseiros ou vegetais, próprios das camadas mais expostas.



*Figura 4.9: Fotografias do processo de recolha de amostras efetuado em vários dos locais selecionados*

Foram ainda, como indicado, obtidas 2 outras amostras de material aparentemente argiloso, uma do ligante das pedras que constituem a muralha interna de VNSP (ArgVNSP) e a outra de um revestimento de cabana ("barro de cabana") de PL (ArgPL). Uma descrição sumária, bem como a proveniência de cada amostra e respetiva designação encontram-se na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Amostras de argila recolhidas (ver Figuras 3.9, 3.10 e 3.11 do ponto 3.2.2)

| Ref. da amostra               | Descrição  | Geologia   |
|-------------------------------|--|--|
| <b>Vila Nova de São Pedro</b> |  |  |
| ArgVNSP                       | Argamassa utilizada na ligação das pedras constituintes da muralha de VNSP.  | Muito provavelmente obtida no local onde se implantou a muralha (M <sup>5</sup> ).   |
| Depósito 1                    | Terra rossa do interior do recinto muralhado de VNSP.  | Calcários, grés e argilas com " <i>Hipparion gracile</i> " de Azambujeira (M <sup>5</sup> ).   |
| Depósito 2                    | Material argiloso recolhido na mina de água junto ao recinto amuralhado.   | Idem.  |
| Depósito 3                    | Amostra de um material muito branco recolhido na encosta onde se situa o povoado, no exterior deste.   | Idem.  |
| Depósito 4                    | Amostra amarelada recolhida na base da encosta onde se situa o povoado.  | Calcários, grés e argilas com vertebrados da Quinta do Marmelal e camadas com <i>Crassostrea crassíssima</i> de Calhariz e de Alcanhões (M <sup>4</sup> ). |
| Depósito 5                    | Material argiloso recolhido junto à Ribeira de Almoster.   | Idem.  |
| Depósito 6                    | Amostra com inclusões de aspeto micáceo.   | Idem.  |
| <b>Penedo do Lexim</b>        |  |  |
| ArgPL                         | Revestimento de cabana.  | Muito provavelmente obtida no local onde se implantou o povoado.   |
| Depósito 7                    | Material argiloso recolhido na zona de Igreja Nova.  | Arenitos e argilas ("Grés superiores").  |
| Depósito 8                    | Material argiloso recolhido na zona de Igreja Nova.  | Idem.  |
| Depósito 9                    | Amostra de cor escura recolhida num campo agrícola.  | Calcários e margas ("Belasiano").  |
| Depósito 10                   | Material argiloso recolhido num terreno que, pelos vestígios arqueológicos nele registados, poderá ter sido frequentado por elementos de uma comunidade pré-histórica. | Idem.  |
| Depósito 11                   | Material argiloso recolhido junto ao rio Lizandro.   | Idem.  |
| <b>Espargueira e Baútas</b>   |  |  |
| Depósito 12                   | Amostra amarelada recolhida na zona do Moinho do Filipino.   | Calcários e margas ("Belasiano").  |
| Depósito 13                   | Amostra branca recolhida na zona do Moinho do Filipino.  | Idem.  |
| Depósito 14                   | Terra rossa de cor muito carregada recolhida na zona do Moinho do Filipino.  | Idem.  |
| Depósito 15                   | Material argiloso recolhido na encosta da Serra da Espargueira, junto a uma antiga linha de água.  | Idem.  |
| Depósito 16                   | Amostra rosada recolhida no sopé da encosta da Serra da Espargueira.   | Idem.  |
| Depósito 17                   | Material argiloso recolhido na zona do Pego Longo.   | Idem.  |
| Depósito 18                   | Material argiloso recolhido na zona do Pego Longo.   | Idem.  |
| Depósito 19                   | Material argiloso recolhido na zona do Pego Longo.   | Idem.  |

# CAPÍTULO 5

## MÉTODOS

No Capítulo 5 ("Métodos") é apresentada a metodologia utilizada, bem como cada uma das técnicas usadas em cada tipo de análise, seja esta textural, mineralógica ou química e, ainda, a metodologia aplicada na análise estatística. Apresenta-se, também, informação sobre qual o tipo de amostra necessária para cada técnica utilizada e sua preparação, bem como as condições de análise usadas.

### **5.1. Preparação dos diversos tipos de amostras a analisar**

#### **5.1.1. Preparação inicial dos fragmentos**

Os materiais cerâmicos aqui estudados compõem-se, na generalidade, de recipientes de dimensões e formas diversas, todos eles reduzidos a fragmentos.

Todos os fragmentos foram devidamente limpos recorrendo a uma escova suave e, quando necessário, lavados em água corrente, de forma a remover resíduos de terra proveniente do solo de onde foram exumados ou poeiras que se tivessem acumulado durante a sua permanência em depósito na reserva do museu. Esta lavagem foi necessária sobretudo para os fragmentos de VNSP, que se apresentavam envoltos ainda em algum sedimento. Após a lavagem, foram deixados secar completamente, ao ar livre. Após a limpeza, os fragmentos foram pesados e medidos. Na Tabela 5.1 apresentam-se os pesos máximos e mínimos dos fragmentos estudados de cada um dos sítios arqueológicos, os quais possuíam espessuras entre os 0,3 e os 1,5 cm. Apenas em VNSP encontramos um "fragmento" de dimensões totalmente diferentes, o qual não figura na Tabela atrás referida. Trata-se mais uma vez do fragmento tronco-cónico de um "ídolo de cornos", possível suporte de lareira, que pesa 548 g e mede de altura 11 cm, com um diâmetro de base de 9,8 cm, já apresentado na Figura 4.6.

Tabela 5.1: Pesos dos fragmentos de cerâmica em estudo.

| Sítio | Peso          |                 |
|-------|---------------|-----------------|
|       | Mínimo        | Máximo          |
| VNSP  | 10 g (VNSP-6) | 229 g (VNSP-83) |
| PL    | 5 g (PL-1)    | 76 g (PL-28)    |
| EPR   | 25 g (EPR-10) | 82 g (EPR-12)   |
| BAT   | 21 g (BAT-5)  | 41 g (BAT-3)    |

Ao serem estudados artefactos do património cultural haverá sempre limitações e desafios a esse estudo, uma vez que o valor intrínseco dos mesmos como testemunhos únicos de nosso passado coletivo faz com que o seu estudo deva ser cercado de um cuidado acrescido em termos de manipulação/amostragem e conservação. Por isso, uma parte muito importante neste processo é a documentação dos artefactos, uma vez que as análises efetuadas podem ser destrutivas. Por isso, as técnicas analíticas escolhidas devem, sempre que possível, ser não-destrutivas ou, no máximo, micro-destrutivas, como se pretendeu no presente trabalho. Assim, antes da preparação das amostras procedeu-se a uma documentação exaustiva, incluindo a fotografia de todos os artefactos selecionados. As condições fotográficas utilizadas encontram-se mais adiante, no ponto 5.2.1.1. Por sua vez, as fotografias dos diversos artefactos encontram-se no Anexo A.1.

Como mencionado anteriormente, algumas das formas dos objetos de que os fragmentos em estudo fariam parte, podem ser reconstituídas recorrendo ao desenho arqueológico. Dado o grande conjunto de artefactos amostrados de VNSP, foram selecionados 20 fragmentos para desenhar, por se considerarem como exemplares devido à decoração e forma que apresentavam. Foram também desenhados outros fragmentos de cerâmica (cerâmica lisa), porque a fotografia não pareceu ser suficiente para refletir as características mais importantes do objeto. De PL foram selecionados 15 fragmentos, de BAT todos os 10 fragmentos foram desenhados e de EPR, 10 deles foram-no também, reaproveitando os desenhos constantes da Tese de Mestrado da Arqueóloga Gisela da Encarnação (ENCARNAÇÃO, 2010). A finalização dos mesmos foi realizada com o *Adobe Illustrator*® e a homogeneização do fundo das fotografias e integração de escalas foi feita no *Adobe Photoshop*®. Estes podem ser consultados, à semelhança das fotografias, no Anexo A.1.

Consoante o tipo de análise foram, depois da devida documentação, preparados três tipos de amostras: secções transversais polidas, para a análise à lupa binocular e para a

microespectroscopia Raman, lâminas delgadas para a microscopia petrográfica, e pós, não agregados, para análises por XRD e WDXRF, e agregados em pastilhas, para análises por  $\mu$ -EDXRF (Figura 5.1).

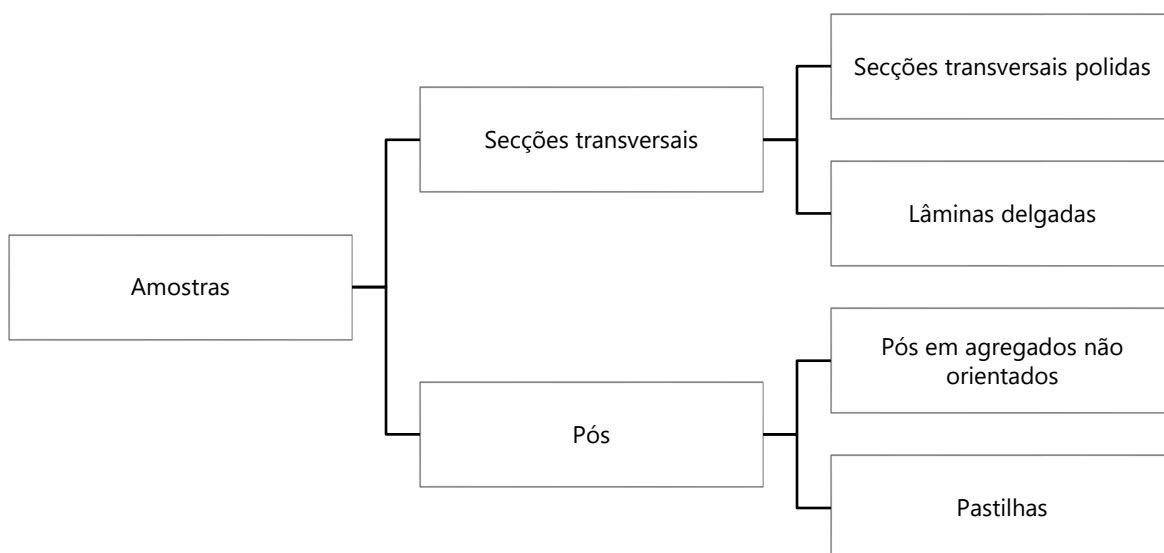


Figura 5.1: Tipos de amostras utilizadas.

## 5.1.2. Secções transversais

### 5.1.2.1. Secções transversais polidas

Para produzir as secções transversais polidas foi feito um corte em cada fragmento, sempre que possível paralelo à base da peça, tentando evitar uma zona de decoração ou que tornasse impossível a leitura posterior da forma e decoração do objeto. O corte foi efetuado com uma serra de precisão *Revolution XT*. De seguida, as secções obtidas foram niveladas e polidas com lixas *Micromesh* de diferentes granulometrias até se obter uma superfície lisa. No final, foram lavadas e colocadas numa estufa a 90 °C para secarem. A Figura 5.2 mostra-nos o aspecto macroscópico de algumas secções transversais polidas, exemplificativas de algumas das secções mais frequentes do conjunto estudado.

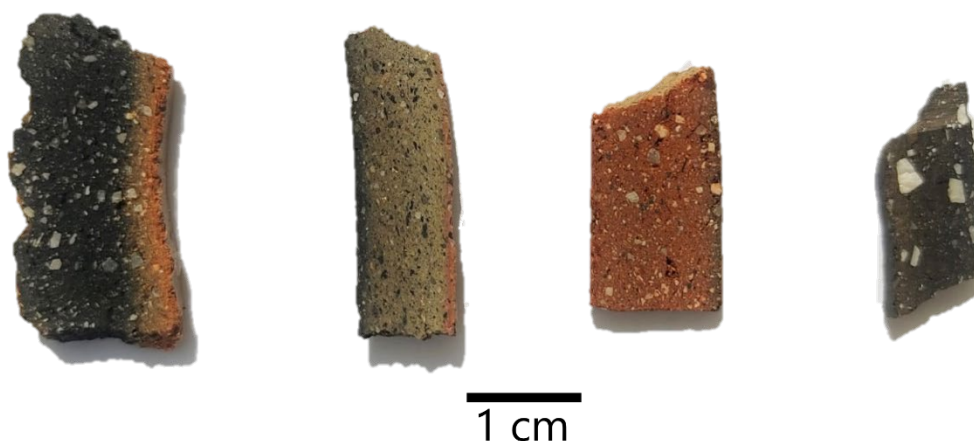


Figura 5.2: Aspeto macroscópico de algumas secções transversais polidas (da esquerda para a direita: VN5P-48, 64, 89 e 5).

### 5.1.2.2. Lâminas delgadas

Para a realização das lâminas delgadas foram, sempre que possível, utilizadas as mesmas secções transversais polidas anteriormente descritas, após estas terem sido fotografadas por lupa binocular (ver secção 5.2.1.2). Em algumas situações, as secções transversais foram preservadas por apresentarem nelas algum elemento que se achou importante ser analisado por microespectroscopia Raman, como alguns minerais opacos, dourados e azuis que nelas foram observados. Um esquema do processo de realização das lâminas delgadas está representado na Figura 5.3.

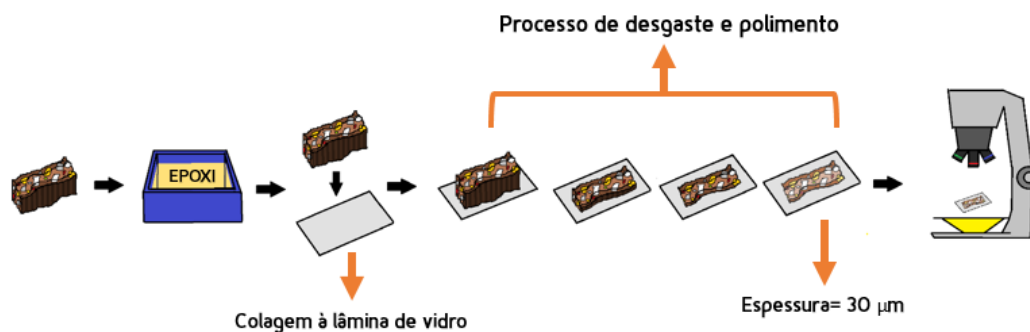


Figura 5.3: Esquema do processo de realização das lâminas delgadas.

De forma a minimizar a perda de material no processo de desgaste da secção até à espessura de lâmina delgada (30  $\mu\text{m}$ ), esta foi impregnada com resina epóxida *Buehler EpoThin<sup>tm</sup>2 – Epoxy Resin e Hardener* em cuvetes de silicone. Este processo permite que todos os poros fiquem impregnados. Após a cura total da resina (durante aproximadamente 24h), as secções impregnadas foram retiradas do silicone e, com uma serra de precisão, foi

removido o máximo possível de resina à volta das mesmas. Antes de ter sido colada à lâmina de vidro (com a mesma resina epóxida), uma das superfícies foi novamente desgastada e polida de forma a garantir que o material cerâmico ficasse à superfície. De forma semelhante, foi também feito um polimento de uma das faces da lâmina de vidro, com o pó abrasivo de calibre mais grosseiro, até a superfície ficar toda fosca, num processo de cerca de 3 minutos. Este polimento na lâmina de vidro é feito para que haja maior atrito aquando da colagem da secção, evitando deslises e formação de bolhas de ar durante o processo. A secção transversal polida impregnada e a lâmina de vidro foram então colocadas numa prensa até à cura total da resina (Figura 5.4).

Após a cura da resina, foi iniciado o processo de desgaste da amostra, em três etapas, até se obter uma espessura de 30  $\mu\text{m}$ . Em primeiro lugar, foi utilizada mais uma vez a serra de precisão para realizar um corte até à espessura mais fina que se conseguiu e que fosse segura para não destruir a amostra (aproximadamente 2 mm). Em segundo lugar, foi realizado o desgaste no Equipamento *Petropol polishing system* da *Buehler* com pós abrasivos e água. Em terceiro, foi feito o polimento fino à mão, com lixas *Micromesh* de 1200 e 2500 de granulometria, até se obter a espessura de 30  $\mu\text{m}$ . Esta espessura não é mensurável a olho nu, pelo que se utiliza o microscópio petrográfico para perceber se as cores de polarização ainda estão saturadas ou não (ver secção 5.2.2.1). A última fase do polimento é feita com uma lixa de veludo. A Figura 5.5 mostra o aspeto de uma lâmina delgada com 30  $\mu\text{m}$  de espessura após ter sido concluído o processo de desgaste e polimento.



*Figura 5.4: Secção transversal polida e impregnada sobre a lâmina de vidro na prensa.*



Figura 5.5: Aspeto de uma lâmina delgada com 30  $\mu\text{m}$  de espessura.

### 5.1.3. Pós

#### 5.1.3.1. Pós em agregados não orientados

Para a preparação dos pós agregados não orientados, após lavagem e secagem do fragmento, este foi cortado com um disco de corte de diamante de 38 mm da *Dremel*, de maneira a recolher aproximadamente 1,5 g de material cerâmico. De seguida, com a ponta de óxido de alumínio 9,5 mm (952) da *Dremel*, foram removidas todas as camadas superficiais da amostra (superfície interna, superfície externa e zona de fratura antiga), de maneira a evitar qualquer contaminação que a pasta tenha sofrido enquanto esteve enterrada (Figura 5.6).



Figura 5.6: Remoção da camada superficial da amostra.

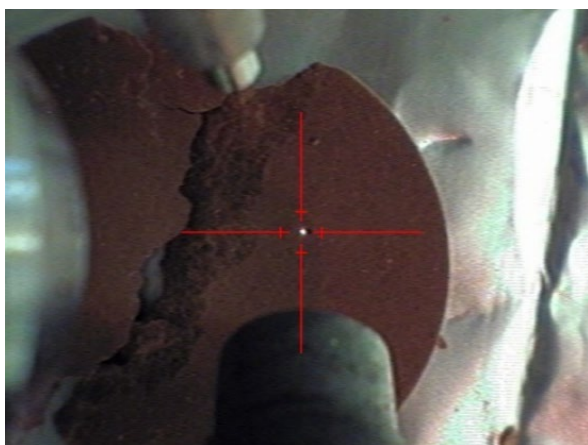
A amostra foi, então, lavada em água com o auxílio de uma escova suave, deixando-se a secar ao ar livre até estar bem seca (em caso de necessidade pode colocar-se a amostra na estufa até 90°C, para uma secagem mais rápida). Embora a XRD e a WDXRF não exijam uma granulometria específica para os pós a obter, para se proceder à análise por  $\mu$ -EDXRF é necessário transformar a amostra em pó muito fino e homogêneo, com uma granulometria inferior a 63  $\mu\text{m}$  (70  $\mu\text{m}$  - diâmetro do feixe de incidência do espectrómetro) (ARAÚJO *et al.*, 2003), pelo que todo o pó obtido foi moído até se obter essa granulometria. Em todo o processo de moagem deve ter-se um cuidado especial para evitar contaminação de uma amostra por outra, pelo que todos os materiais usados foram devidamente lavados após a operação de moagem de cada amostra. Após vários testes de moagem e peneiramento, foi possível chegar à seguinte condição ideal de moagem: para 1 g de amostra, moagem de 45 minutos a 450 rpm, utilizando para o efeito 4 esferas de ágata, todas de dimensões diferentes no moinho elétrico também de ágata (*Retsch centrifugal ball mill (Type S 100)*). O passo seguinte foi a secagem do pó. A secagem do pó é um procedimento importante a ser realizado antes de qualquer análise, o que garante que o mesmo não se agregue devido à existência das moléculas de água que, a acontecer, interfere na determinação dos valores das concentrações elementares, originando erros importantes. A secagem é feita em estufa num recipiente de vidro ou de alumínio, durante 24 horas a 110 °C (ARAÚJO *et al.*, 1998). O padrão BrickClay, utilizado como padrão certificado de referência na análise de  $\mu$ -EDXRF deve ser seco a 105 °C durante 2 horas imediatamente antes da análise (*National Bureau of Standards Certificate of Analysis (1987) – Standard Reference Material 679 Brick Clay, Office of Standards Reference Materials.*). A Figura 5.7 mostra o aspeto do pó após a secagem.



*Figura 5.7: Pó de uma amostra após secagem.*

### 5.1.3.2. Pastilhas de pó comprimido

As pastilhas de pó comprimido são apenas utilizadas na análise por  $\mu$ -EDXRF (Figura 5.8). Antes do pó ser transferido para o molde, a fim de se obter a pastilha comprimida (ca. 300 mg de pó), este deve estar completamente solto. O molde evacuável é fabricado em aço inoxidável endurecido, capaz de produzir pastilhas de 3 a 40 mm de diâmetro, com o auxílio de batentes lustrados e livres de riscos. É então utilizada uma prensa hidráulica com a pressão de 10 ton durante 5 minutos. Em alguma literatura é referido o uso de um ligante ("*binder*") para a produção da pastilha, isto no caso de equipamentos onde a pastilha a analisar necessita de estar intacta, uma vez que o feixe incidirá em toda a sua superfície. Na análise por  $\mu$ -EDXRF esta questão não se coloca dado que a análise é pontual, mas efetuada geralmente em três pontos da superfície da pastilha (desde que se obtenham valores não estatisticamente diferenciáveis). Cada pastilha é embrulhada em papel de alumínio, guardada numa caixa compartimentada e mantida num exsiccador até ser utilizada.



*Figura 5.8: Imagem de topo de uma pastilha, observada através da câmara acoplada ao equipamento de  $\mu$ -EDXRF.*

### 5.1.4. Cozimento das amostras de argila

Antes de proceder à análise da composição química elementar e mineralógica das argilas, estas devem ser cozidas, tal como o foram as argilas pré-históricas depois de terem sido moldadas para formarem os recipientes. Só assim pode ser feita uma comparação fiável entre composições elementares e mineralógicas (da argila e da pasta cerâmica), uma vez que as argilas sofrem transformações importantes durante o tempo de cozedura, como descrito na secção 2.1.4. (Transformações térmicas).

O processo de cozimento de argilas em tempos pré-históricos poderá ser tentativamente inferido mediante a análise de vários fatores relacionados entre si, entre eles a própria

composição da amostra, a temperatura atingida, a atmosfera de cozedura e a duração do ciclo de cozedura. Sendo estes dois últimos fatores impossíveis de precisar e tendo em atenção que, em tempos pré-históricos, a temperatura de cozimento seria muito pouco controlada, deverá recorrer-se a testes de "temperatura de cozimento equivalente" ("equivalent firing temperature" - RICE, 1987, p. 435), testes estes que pretendem mimetizar as condições de cozedura da cerâmica. Abordagens deste tipo não pretendem ser muito precisas visto que a variabilidade das condições primitivas seria muito alta, mas sim direcionar a pesquisa para condições próximas das prováveis de terem ocorrido. Uma das abordagens, designadamente aquela levada a cabo neste trabalho, consiste em cozer matérias-primas que se julguem semelhantes às usadas para a manufatura das cerâmicas arqueológicas em estudo. Assim, pode perceber-se, através das análises de XRF e XRD, que composições químicas e fases mineralógicas estão ou não presentes nas amostras de argila e, posteriormente, que diferenças eventualmente existem relativamente às das amostras das pastas cerâmicas.

Para isso, de cada amostra de argila recolhida no campo, foi separada uma quantidade de cerca de 5 g para ser cozida. Alguns estudos apontam para que o cozimento das cerâmicas do Calcolítico seria efetuado a uma temperatura não superior a 700 °C (AMARO & ANUNCIACÃO, 2013, p. 66). Seria também esta a temperatura máxima que se estima a que chegariam as chamadas "soengas" do Calcolítico. As designadas "soengas" consistem em "fornos" no solo em que a temperatura e a atmosfera de cozimento não eram controladas com precisão, realizando-se normalmente em atmosfera pouco oxidante, uma vez que as peças seriam tapadas com restos de cerâmica, terra e madeira (fragmentos de ramos e troncos) (RICE, 1987). Ao contrário do que sucede com os fornos cobertos (frequentes em época muito mais tardia, designadamente a partir da Idade do Ferro), onde a obtenção da temperatura de cozimento é demorada, no caso dos "fornos" abertos pré-históricos, o facto de as cerâmicas estarem em contacto direto com o fogo, permitia obter temperaturas máximas (entre 450 ° a 700 °C) em pouco tempo, sendo 1 hora tempo suficiente de cozedura na maioria dos casos (GIBSON & WOODS, 1997, p. 27). Tendo em conta estes dados, foi realizada, no nosso caso, uma tentativa de mimetização do cozimento calcolítico de argilas fazendo uso de um ciclo de cozimento, num forno *Barracha*® *electric kiln*, que consistiu numa rampa de subida de temperatura de 8 horas, até serem atingidos os 700 °C

em atmosfera oxidante (tendo em conta que os fornos no solo têm uma atmosfera inconstante com entrada recorrente de oxigénio), ficando durante 1 hora em patamar, a esta temperatura. De seguida, a temperatura desceu até à temperatura ambiente numa rampa de 9 horas. Deste cozimento resultaram as amostras apresentadas na Figura 5.9. Toda a preparação e análise posterior das amostras de argila foi efetuada de modo igual às das amostras de cerâmica.



*Figura 5.9: Amostras de argila após cozimento.*

## **5.2. Metodologia usada nas análises texturais, químicas e mineralógicas**

Segundo vários investigadores, um trabalho de caracterização arqueométrica de materiais cerâmicos deve conter os seguintes parâmetros de análise: propriedades físicas (texturais ou morfológicas) e composições mineralógicas e químicas (AMARO, 2010, p.187; CONDERO *et al.*, 2006, p.23; CLOP, 2007, p.112).

Embora este tópico já tenha sido abordado em 1.2. (Considerações sobre o Estado de Arte) note-se, mais uma vez, que muitas têm sido as técnicas utilizadas ao longo do tempo para cada um dos parâmetros acima mencionados. A escolha das técnicas utilizadas no presente estudo teve por base, sobretudo, a acessibilidade às mesmas, isto é, dentro das técnicas dos laboratórios a que se tinha acesso foram escolhidas aquelas que mais se adequavam ao tipo de análise pretendida. As técnicas a utilizar deviam tornar viável a identificação das

características dos materiais em estudo, características essas essenciais para distinguir diferenças entre pastas cerâmicas e/ou entre pastas cerâmicas e argilas de possíveis barreiros utilizados pelos oleiros pré-históricos.

A investigação aqui levada a cabo baseou-se, assim, na análise textural das amostras por observação macroscópica à vista desarmada e por microscopia ótica; análise química por micro-espetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias ( $\mu$ -EDXRF) (alguns dos resultados foram comparados com os obtidos por espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de comprimentos de onda (WDXRF), como se explicará adiante, em 5.2.3); análise mineralógica por microscopia petrográfica, difração de raios X (XRD) e, pontualmente, por microespetroscopia Raman, as quais se apresentam esquematicamente na Figura 5.10. Os resultados da análise química foram ainda trabalhados estatisticamente por análise multivariada, designadamente análise de componentes principais (PCA) e classificação hierárquica ascendente (HAC), técnicas que fazem uma transformação logarítmica das concentrações elementares, minimizando as diferenças de magnitude entre os respetivos valores e permitindo o agrupamento das amostras consoante as suas semelhanças composicionais (GARCÍA-HERAS *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ-RUIZ & GARCÍA-HERAS, 2007). Nos parágrafos seguintes é apresentado cada tipo de análise (textural, mineralógica e química), bem como as técnicas e condições de análise utilizadas em cada uma.

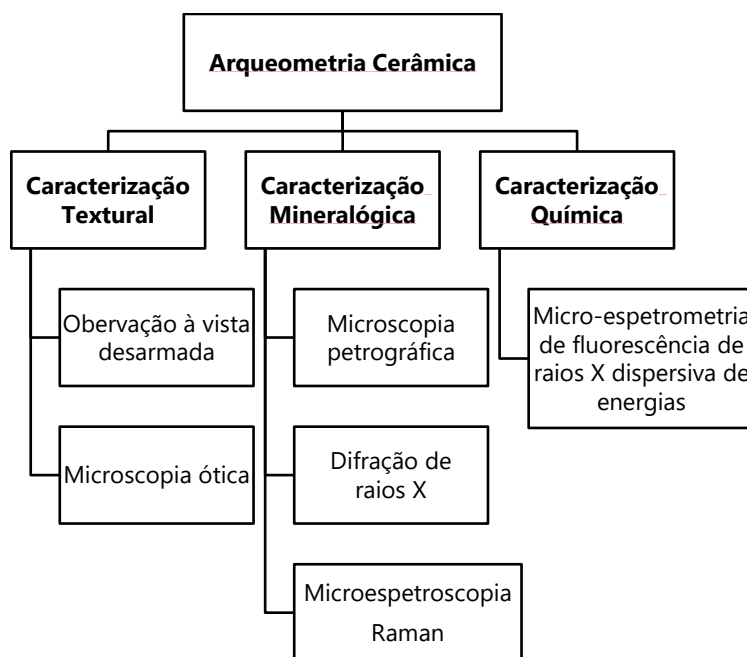


Figura 5.10: Técnicas utilizadas no presente estudo, para cada tipo de análise.

## 5.2.1. Caracterização textural

A primeira caracterização realizada foi a textural por revelar os aspetos mais gerais das amostras do conjunto cerâmico em estudo. Também conhecida como caracterização física ou morfológica, esta caracterização pode dividir-se em duas partes: análise macroscópica (análise do fragmento ou artefacto cerâmico) e análise microscópica (análise das inclusões). Na Figura 5.11 referem-se os parâmetros avaliados em cada uma destas análises.

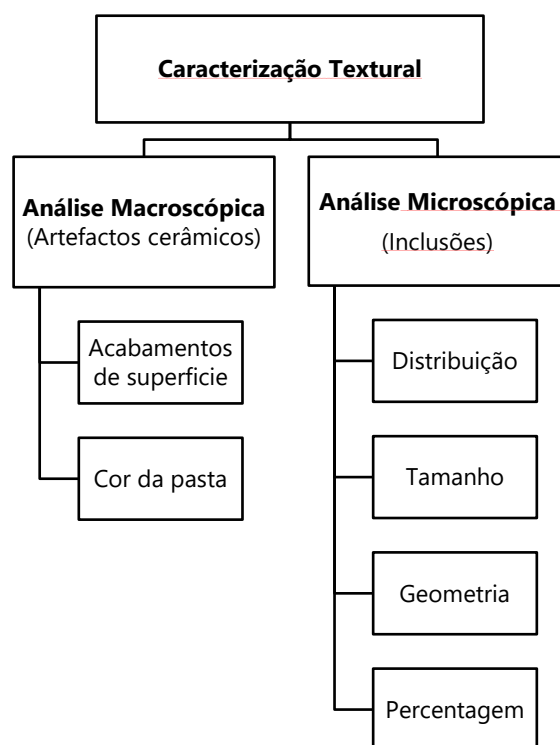


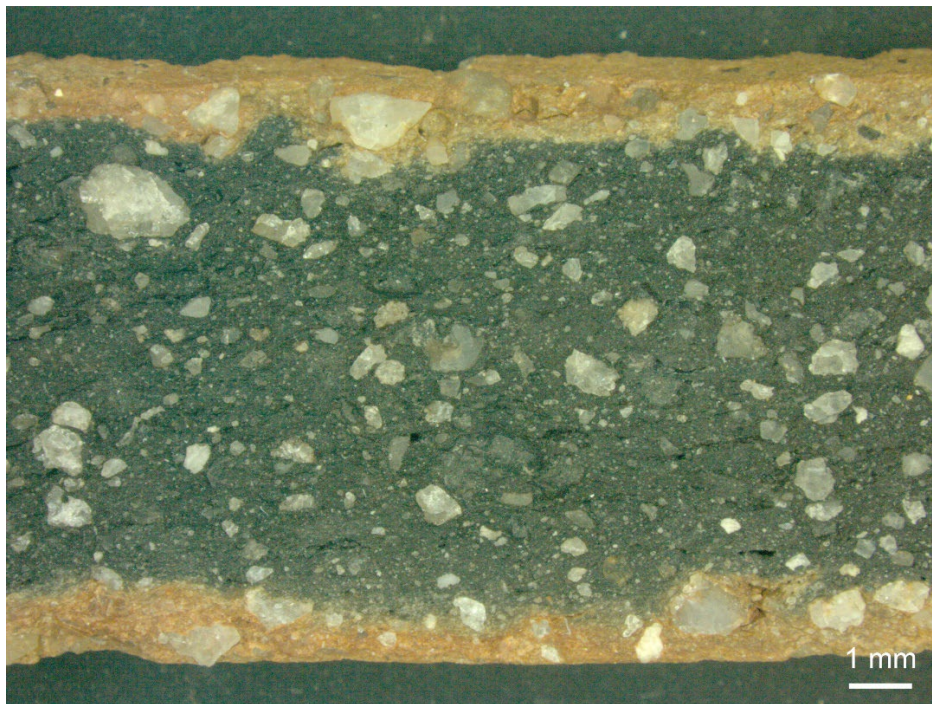
Figura 5.11: Parâmetros avaliados em cada tipo de análise textural (macroscópica e microscópica).

### 5.2.1.1. Análise macroscópica

A análise macroscópica foi feita, como o nome indica, à vista desarmada, recorrendo também à fotografia. A câmara fotográfica utilizada foi uma *Canon EOS 600D* com uma lente *EFS 18-55 mm* e *Macro 0.25 mm/0.8 ft*. Com a análise macroscópica pretendeu-se estudar o fragmento (a amostra) como um todo, englobando aspetos como acabamentos da superfície, coesão e a cor que a pasta apresenta, sendo este último indicador importante para a determinação da atmosfera de cozedura.

As cores das pastas dependem principalmente da composição da argila e da atmosfera reinante durante a sua cozedura (oxidante ou redutora). Quando a atmosfera do forno é

oxidante, a quantidade de óxidos de ferro e de calcite, juntamente com algumas características da própria argila como a quantidade de matéria orgânica, determinarão se a pasta cerâmica será branca, bege, amarelada ou vermelha. A atmosfera redutora traduz-se em cores mais escuras/acinzentadas (por vezes perto de negro). O que também pode escurecer ou mesmo enegrecer a pasta é a deposição do carbono proveniente do combustível utilizado durante a cozedura, dependendo do posicionamento desta na fogueira. As pastas castanhas, muito presentes entre as amostras aqui estudadas, são normalmente de mais difícil atribuição neste aspeto, uma vez que vários fatores podem convergir. Por um lado, poderão ser produto de uma atmosfera de cozedura parcialmente oxidante (ou parcialmente redutora), ou a própria cerâmica ficar naturalmente com uma cor acastanhada, consoante a composição da pasta. Por outro, a deposição de fuligem pode fazer com que a perceção geral da cor seja mais escura (SHEPARD, 1976). Muito comuns são também pastas com duas fases de cor distintas, indicando uma atmosfera de arrefecimento diferente da atmosfera de cozedura. O mais recorrente neste estudo é um núcleo normalmente cinzento-escuro e as superfícies (ou apenas uma das superfícies, geralmente a exterior) com cores entre os castanhos e laranjas, indicando um arrefecimento mais oxidante, como se pode ver na Figura 5.12, um exemplo clássico desta variação de cor.

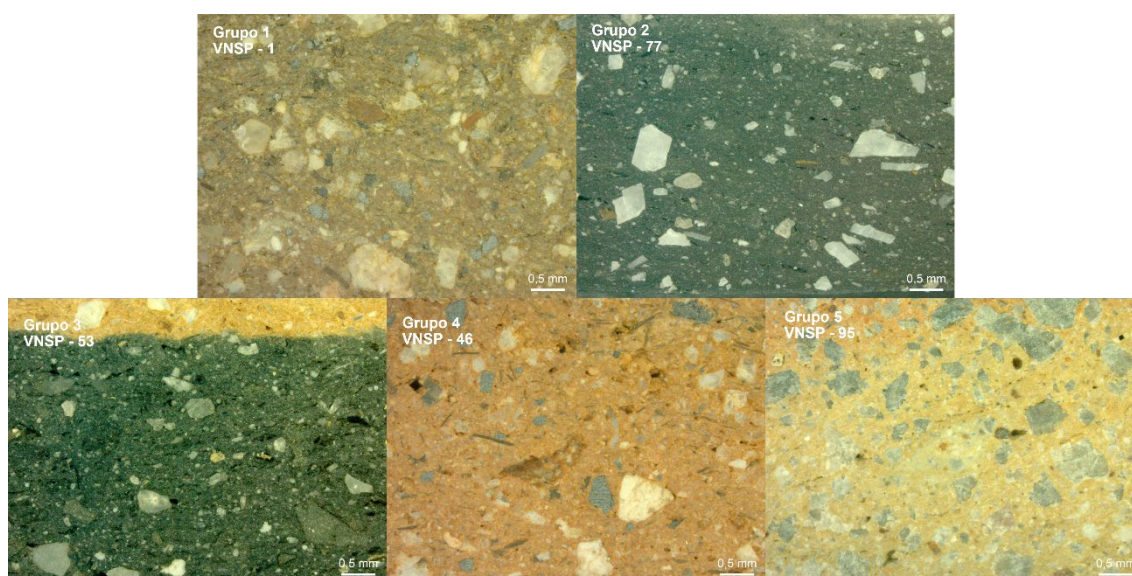


*Figura 5.12: VNSP 82, com o núcleo cinzento-escuro e as superfícies com cores entre os castanhos e laranjas.*

Para classificar a cor das pastas, foi criada uma escala que se adequasse aos tons encontrados entre as amostras em estudo, tendo sido identificados 5 grupos distintos (Tabela 5.2). A Figura 5.13 ilustra, como exemplo, 5 amostras que se enquadram nestes cinco grupos.

*Tabela 5.2: Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras em estudo.*

|    |   |
|----|---|
| 1- | Pastas de cor castanha uniforme ou uma gama de castanhos  |
| 2- | Pastas com cor cinzenta ou com uma gama de cinzentos (na sua maioria bastantes escuros, quase negros)   |
| 3- | Pastas que possuem fases de cor bem distintas, com um núcleo normalmente cinzento escuro e as superfícies (ou apenas uma delas, geralmente a externa) com cores entre os castanhos e laranjas |
| 4- | Pastas de cor alaranjada, variando mais para o castanho ou mais para o vermelho;  |
| 5- | Pastas com outra cor que não se enquadram em nenhum dos grupos acima  |



*Figura 5.13: Exemplos de amostras (secções transversais polidas) que se enquadram em cada um dos 5 grupos de cor.*

### **5.2.1.2. Análise microscópica. Análise digital de microfotografias.**

A análise microscópica foi realizada através da microscopia ótica fazendo uso de uma lupa binocular Zeiss, SteREO Discovery, V20, com possibilidade de ampliações entre 7,5x e 150x, e registo de imagem com AxioCam ERc5s. As observações e as microfotografias (com ampliações de 7,5x e 20x) foram realizadas em secções transversais polidas. Esta análise foi, por vezes, complementada pela microscopia petrográfica, embora esta última se afirme

principalmente enquanto técnica de análise mineralógica (ver adiante 5.2.2.1). Assim, a análise microscópica foca-se sobretudo na análise das inclusões não-plásticas, sendo analisados parâmetros qualitativos ou semi-quantitativos como a distribuição, tamanho, geometria e percentagem dessas inclusões. Em todo o processo, é importante que a análise das várias amostras seja feita de forma mais encadeada possível, uma vez que alguns dos aspetos analisados não são mensuráveis e carecem que seja usado sempre o mesmo critério para se poder proceder a uma comparação.

O primeiro parâmetro avaliado foi a forma como as inclusões se distribuem na matriz argilosa, definindo-se como “uniforme”, se as inclusões estiverem distribuídas de forma homogénea, ou “não uniforme”, se as inclusões estiverem distribuídas de forma não homogénea, aglomeradas ou com algum tipo de tendência na sua orientação.

A geometria das inclusões varia entre “angular - sub-angular - sub-rolada - rolada”, tendo por base o número de facetas roladas ou angulares: angular – facetas do grão são angulares; sub-angular – facetas do grão são sobretudo angulares, mas com duas ou três áreas roladas; sub-rolada – facetas do grão são sobretudo roladas, mas com duas ou três áreas angulares; rolada - facetas do grão são roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p.61). Nesta análise não se consideraram os grãos abaixo do tamanho “fino” (0,1 mm) (RIEDERER, 2004), uma vez que estes são de muito difícil identificação e contagem e o mais provável é que façam mesmo parte da matriz argilosa.

A determinação do tamanho das inclusões presentes na matriz cerâmica teve por base a constituição de cinco grupos com as seguintes dimensões (diâmetro) do grão, segundo Riederer (2004): denso – <0,1 mm; grão fino 0,1 mm – 0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm – 1 mm; grão médio 1 mm – 3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm – 10 mm). Nesta avaliação deve ter-se em atenção que, na maioria das vezes, não se consegue distinguir entre os grãos de tamanho denso ou fino que possam ter sido adicionados e os grãos provenientes da argila (matriz cerâmica). Tal facto pode indiciar que se está, sim, perante uma matriz cerâmica proveniente de uma argila de grão mais grosseiro do que seria de esperar (tendo em conta que o conceito de “argila” enquanto medida granulométrica diz respeito a 0,002 mm) e não propriamente que estes grãos de tamanho denso e fino tenham sido adicionados pelo oleiro como tempera.

Por fim, para determinar o último parâmetro, a percentagem de elementos não-plásticos na matriz cerâmica, recorreu-se ao programa de edição de imagem *Adobe Photoshop®* para estimar a quantidade percentual dessas inclusões em cada amostra. Neste processo consideraram-se inclusões não-plásticas aquelas cujo tamanho era superior a 0,01 mm (CABRAL, 1991). Para tal usaram-se as microfotografias das secções transversais polidas obtidas com a lupa binocular, na ampliação de 7,5x. No programa de edição, *Adobe Photoshop®*, com o recurso à ferramenta "histogram", seleccionando toda a imagem, é possível determinar a totalidade dos pixéis existente na mesma. Utilizando as várias ferramentas de seleção disponíveis e afinando a sensibilidade para se adaptar às diferentes cores das inclusões são seleccionadas as zonas da imagem correspondentes a estas (Figura 5.14). Recorrendo novamente ao "histogram", é possível determinar o número de pixéis correspondente apenas às inclusões. Tendo em conta que o número total de pixéis da imagem representa 100 %, é possível também determinar a percentagem correspondente às inclusões, através de uma simples proporção.

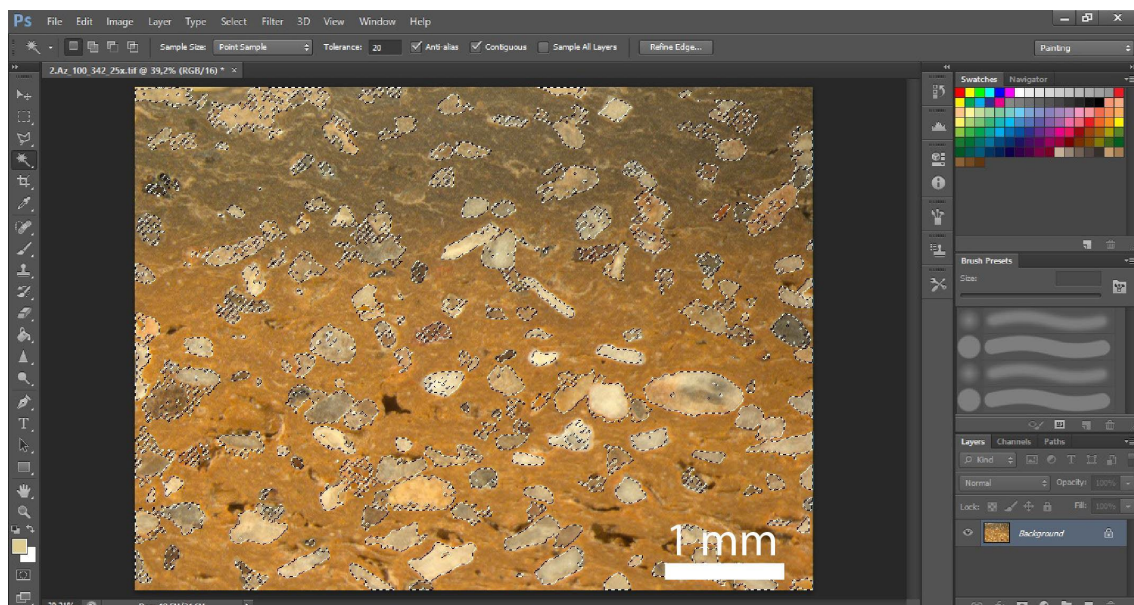


Figura 5.14: Determinação da percentagem de inclusões através do programa *Adobe Photoshop®*.

### 5.2.2. Caracterização mineralógica

A análise mineralógica permite não só caracterizar as inclusões, como também identificar as fases cristalinas de menores dimensões, presentes nas pastas, como sejam os minerais argilosos associados à matriz plástica. Permite ainda identificar as fases que eventualmente se formem durante o processo de cozedura (o que indicia a temperatura de cozedura) ou

durante o período em que as cerâmicas estiveram enterradas. A análise mineralógica foi realizada através da microscopia petrográfica, difração de raios X e microespectroscopia Raman.

De entre as 149 amostras em estudo, foram selecionadas 41 amostras (tabela 5.3) para serem analisadas mineralogicamente e assim se inferir que minerais farão parte da matriz da própria argila e quais terão sido incluídos como tempera tendo, no entanto, em atenção que alguns dos elementos não-plásticos podem ter origem na própria argila, ainda para mais em tempos pré-históricos. Assim, os critérios de seleção seguiram os seguintes pontos:

1. Em primeiro lugar, como é lógico, ter representatividade dos diferentes sítios arqueológicos e das diferentes tipologias crono-culturais (canelada, folha-de-acácia, campaniforme) a que as amostras pertenciam, bem como as lisas e com outra decoração sem atribuição cronológica precisa.
2. Em segundo, dentro de cada um dos grupos anteriores, a diferente composição química.
3. Em terceiro lugar, as grandes marcas texturais, tais como a diferente coloração de pastas e/ou a diferença das formas ou tamanhos das inclusões.

Na Tabela 5.3 apresentam-se as amostras selecionadas, encontrando-se a justificação mais pormenorizada da seleção efetuada no capítulo seguinte.

*Tabela 5.3: Amostras selecionadas para estudo mineralógico.*

| <b>Sítio Arqueológico</b> | <b>Período/Decoração</b>   | <b>Amostra</b> |
|---------------------------|--|----------------|
| VNSP                      | Calcolítico Inicial:<br>Canelada   | VNSP-3         |
|                           |  | VNSP-5         |
|                           |  | VNSP-19        |
|                           |  | VNSP-22        |
|                           |  | VNSP-23        |
|                           |  | VNSP-26        |
|                           | Calcolítico Pleno:<br>Folha-de-Acácia<br>(várias delas combinada com<br>caneluras) | VNSP-27        |
|                           |  | VNSP-31        |
|                           |  | VNSP-37        |
|                           |  | VNSP-42        |
|                           |  | VNSP-44        |
|                           |  | VNSP-53        |
|                           | Calcolítico Final:<br>Campaniforme   | VNSP-56        |
|                           |  | VNSP-61        |
|                           |  | VNSP-62        |
|                           |  | VNSP-63        |
|                           |  | VNSP-65        |
|                           | Calcolítico (indefinido):<br>Lisa  | VNSP-79        |
|                           |  | VNSP-86        |
|                           |  | VNSP-87        |

|                            |   |         |
|----------------------------|---|---------|
|                            | Calcolítico (indefinido):<br>Outra decoração  | VNSP-88 |
|                            |   | VNSP-89 |
|                            |   | VNSP-92 |
|                            |   | VNSP-95 |
|                            |   | VNSP-96 |
|                            |   | VNSP-98 |
| BAT                        | Calcolítico Pleno:<br>Folha-de-Acácia<br>(várias delas combinada com<br>caneluras)                    | BAT-3   |
|                            |   | BAT-4   |
| EPR                        | Neolítico Final/Calcolítico<br>Inicial:<br>Lisas (Taças carenadas)                                    | EPR-6   |
|                            |   | EPR-7   |
|                            |   | EPR-9   |
| PL                         | Calcolítico Inicial:<br>Canelada  | PL-2    |
|                            |   | PL-5    |
|                            | Calcolítico Inicial:<br>Lisa  | PL-7    |
|                            |   | PL-8    |
|                            | Calcolítico Pleno:<br>Folha-de-acácia<br>(várias delas combinada com<br>caneluras)<br>Outra decoração | PL-13   |
|                            |   | PL-15   |
|                            |   | PL-18   |
|                            |   | PL-20   |
| Calcolítico Pleno:<br>Lisa | PL-26   |         |
|                            | PL-29   |         |

### 5.2.2.1. Microscopia petrográfica

A análise por microscopia petrográfica é uma técnica fundamental não só de caracterização textural, na medida em que permite compreender melhor as características morfológicas da pasta, como também de caracterização mineralógica uma vez que permite obter informação sobre a natureza mineralógica das inclusões através de algumas das suas características, nomeadamente a cor de interferência e pleocroísmo. Esta análise permanece um dos métodos clássicos e até hoje imprescindível ao estudo deste tipo de materiais. É utilizada a luz polarizada, uma técnica robusta na identificação de substâncias sólidas (cristalinas ou amorfas), embora necessite de preparação de amostra (lâmina delgada) quando se pretende, como no presente caso, uma observação à luz transmitida. Possui uma resolução espacial elevada e, ao possibilitar a análise pontual das fases mineralógicas de acordo com as suas características texturais, fornece informações importantes que não podem ser, por exemplo, adquiridas por difração de raios X que analisa a pasta como um todo, numa amostra preparada em pó, que não distingue a parte plástica da não-plástica. As limitações desta técnica tornam-se proeminentes quando tentamos analisar o material mais fino, como os minerais argilosos (RIEDERER, 2004), bem como minerais opacos, por não possibilitarem a transmissão da luz.

A análise por microscopia petrográfica foi feita, no nosso caso, recorrendo a lâminas delgadas de espessura inferior a 0,03 mm (ver 5.1.2.2). Foi utilizado o microscópio petroográfico *OLYMPUS BX51*, com câmara fotográfica digital *OLYMPUS DP20* acoplada, com luz polarizada e com nicóis paralelos e cruzados. A identificação dos minerais foi realizada a partir da comparação das cores de interferência e pleocroísmo dos minerais, com a classificação da tabela de birrefringência de Mychel-Levy (Fig 5.15).

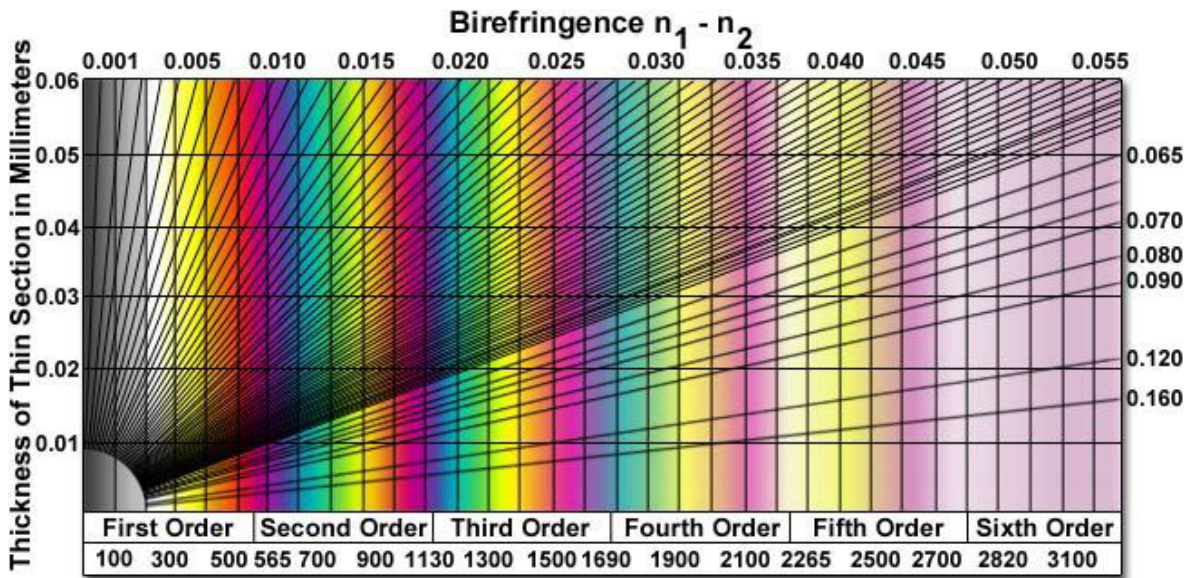


Figura 5.15: Tabela de birrefringência de Mychel-Levy.

### 5.2.2.2. Difração de raios X (XRD)

A caracterização mineralógica das pastas cerâmicas (componentes plástica e não-plástica juntas) foi realizada através da análise por difração de raios X (XRD), que permite identificar fases cristalinas não visíveis nas ampliações normalmente utilizadas no microscópio petroográfico, como sejam os minerais argilosos associados à matriz plástica ou outras fases que eventualmente se formem durante o processo de cozedura ou durante o período em que as cerâmicas estiveram enterradas. A difração baseia-se no facto de os raios X se propagarem em diversas direções do espaço, mas sem alteração do seu comprimento de onda. Na difração, a radiação é monocromática e paralela, tendo um comprimento de onda seleccionado e específico durante toda a análise. *"A difracção de raios X é um fenómeno de difusão de ondas eletromagnéticas pelos átomos constituintes de uma estrutura cristalina. Sempre que exista uma interacção construtiva entre as ondas emergentes numa determinada*

direcção, isto é, encontrando-se estas ondas em fase originando o seu reforço, ocorre difracção." (VEIGA, 2006, p.25) (Figura 5.16).

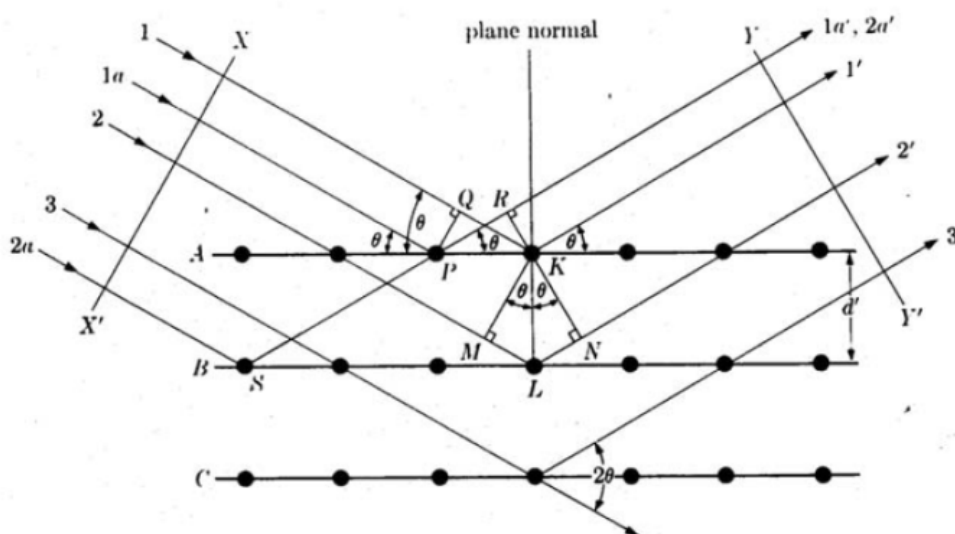


Figura 5.16: Difracção por uma família de planos cristalográficos segundo a lei de Bragg. Reproduzido de Cullity (1978) (VEIGA, 2006, p.25)

Os espectros de difracção (difratogramas) são caracterizados por picos que representam planos das estruturas cristalinas, no fundo, distâncias. A distância entre os picos corresponde à distância interplanar numa estrutura cristalina.

A mistura da componente plástica (argila) e da componente não-plástica (inclusões) foi conseguida através da transformação da amostra num pó fino, no nosso caso, o mesmo utilizado na análise de microespetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias (ver 5.1.3.). Os difratogramas foram obtidos através de um difratómetro *Rigaku Dmax III-C 3 kW* (*Rigaku Corporation, Tokyo Japan*), que utiliza a radiação de  $\text{CuK}\alpha$  com uma voltagem de 40 kV, intensidade de corrente de 30 mA, espaçamento em  $2\theta$  de  $0,04^\circ$  e com um tempo de contagem de 1 s por passo. O intervalo de análise foi de 10 a  $65^\circ 2\theta$ . A análise dos difratogramas (interpretação e identificação das fases cristalinas) foi feita por comparação com a literatura e o *Database of Raman spectra, X-ray diffraction and chemistry data for minerals - RRUFF* (<http://rruff.info/>), além do software *DIFFRAC.EVA* (*Eva, Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, Germany*). Nesta análise há que ter em conta que a identificação das fases cristalinas só é possível quando a sua concentração se situa entre 2 % e 4 % (CARVALHO *et al.*, 2022).

### 5.2.2.3. Microespectroscopia Raman

A espectroscopia Raman é uma técnica analítica que usa uma fonte monocromática de luz que, ao atingir um objeto, é espalhada por ele, gerando luz da mesma energia (elástica) ou de energia diferente (inelástica) da luz incidente. Ora, com este espalhamento inelástico, é possível obter informações importantes sobre a composição química do objeto a partir dessa diferença de energia que corresponde à energia com que os átomos presentes na área estudada estão a vibrar. A frequência de vibração permite determinar de que forma os átomos estão ligados, transmitindo informação sobre a geometria molecular, ao originar um espectro que funciona como uma impressão digital, permitindo a identificação da molécula em causa. Na microespectroscopia Raman utiliza-se um microscópio ótico no qual a objetiva tanto serve para focalizar o feixe incidente na amostra como para recolher a radiação que é espalhada por ela. Esta técnica tem sido cada vez mais usada em estudos do património cultural nos últimos 30 anos, sobretudo por ser uma técnica não-destrutiva, podendo ser efetuada *in situ*, isto é, na peça que se pretende analisar (ou no caso da presente investigação, no fragmento), sem recorrer a qualquer amostragem (CARIATI & BRUNI, 2000). No presente trabalho, a análise foi realizada quer em secções transversais polidas, quer no próprio fragmento, mais precisamente sobre as inclusões não-plásticas presentes na pasta cerâmica. Esta análise mostrou-se especialmente importante na caracterização de minerais de cores específicas (azuis, douradas) e de outros minerais opacos, não caracterizáveis através da XRD nem da microscopia petrográfica. Estes, embora seja acusada a sua existência pela XRD e pela microscopia petrográfica, não são caracterizáveis através destas técnicas, uma vez que a XRD não faz uma análise pontual da inclusão, enquanto que, na microscopia petrográfica, estes minerais não possibilitam a transmissão de luz. As análises foram realizadas utilizando um espectrómetro *Raman Horiba Jobin Yvon*, modelo *LabRaman 300*. Para a aquisição dos espectros utilizou-se um laser de HeNe com linha de excitação 632,8 nm e potência de 17 mW. O laser foi focado com uma objetiva *Olympus* de 50x e 100x. A potência incidente do laser na amostra é alterada com filtros de densidade neutra. Todas as análises foram realizadas com um filtro permitindo a passagem de 10% da potência do laser. A calibração foi feita com silício. Os espectros Raman e respetivas bandas/vibrações foram analisados por comparação com a literatura e

o *Database of Raman spectra, X-ray diffraction and chemistry data for minerals - RRUFF* [<http://rruff.info/>].

### **5.2.3. Caracterização química**

A análise química foi realizada, através da microespetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias, na totalidade dos fragmentos. Para esta análise foram feitos diversos testes específicos de preparação de amostras e condições ideais de análise, criando um protocolo que passou também pela apuração dos limites de detecção (menor quantidade de analito detetável numa amostra) e limites de quantificação (menor quantidade de analito que pode ser detetada com exatidão), apresentados no Anexo D.1. Uma parte dos fragmentos, no caso os mesmos 41 que foram sujeitos a análise mineralógica, foram analisados também por espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de comprimentos de onda, de forma a complementar a determinação do rigor e precisão/reprodutibilidade da microespetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias, uma vez que esta foi a principal técnica de caracterização química dos materiais em estudo. O rigor (ou exatidão) diz respeito à diferença entre os valores medidos e o valor real. Já a precisão surge como um conceito geral avaliador da dispersão e que diz respeito à proximidade entre os valores medidos, isto é, avalia o quão similares são uns com os outros (o desvio-padrão é a medida de precisão mais reconhecida). Estes conceitos (Figura 5.17) são utilizados para avaliação da técnica de análise, fazendo uso de padrões de referência, material semelhante ao estudado, com um ou mais parâmetros (teores dos elementos químicos, no nosso caso) bem determinados (certificados). Estes são também usados na calibração do aparelho de medição. Dentro do conceito da precisão encontramos também a reprodutibilidade, no nosso caso avaliada através da comparação entre os resultados de  $\mu$ -EDXRF e WDXRF (consultáveis no Anexo D.1) e que diz respeito à capacidade de os resultados serem reproduzidos novamente, isto é, usando métodos de análise diferentes, ser possível obter resultados semelhantes, preferivelmente tanto rigorosos como precisos, pois sem estes não existe reprodutibilidade.

A análise por “fluorescência de raios X” é um método de análise química elementar qualitativo e quantitativo. Ao incidir radiação X primária numa amostra promove-se a ejeção dos elétrons das camadas internas dos átomos presentes nessa amostra (Figura 5.18). Um

átomo excitado ao regressar ao estado fundamental pelo preenchimento das lacunas eletrónicas assim criadas por eletrões das camadas mais externas produz radiação X secundária ou de fluorescência. A energia dos fotões X de fluorescência emitidos é igual à diferença de energia dos níveis entre os quais se deu a transição. Esta radiação é característica para cada elemento. A análise qualitativa localiza e identifica os picos constituintes do espetro, permitindo a identificação dos elementos constituintes da amostra. Por sua vez, a análise quantitativa corresponde à determinação da área dos picos (no caso da  $\mu$ EDXRF) ou à determinação do número de contagens, isto é, de fotões por segundo (WDXRF), permitindo uma conversão em percentagens (m/m). Estas percentagem podem chegar a valores muito baixos, e nesses casos são medidos através de ppm (partes por milhão). São considerados elementos maioritários aqueles com concentração superior a 1 %; elementos minoritários, com teores da ordem de grandeza de 0,1-1 %; e elementos vestigiais (ou traço, ou oligoelementos), com teores da ordem de grandeza de algumas partes por milhão (CABRAL, 1981).

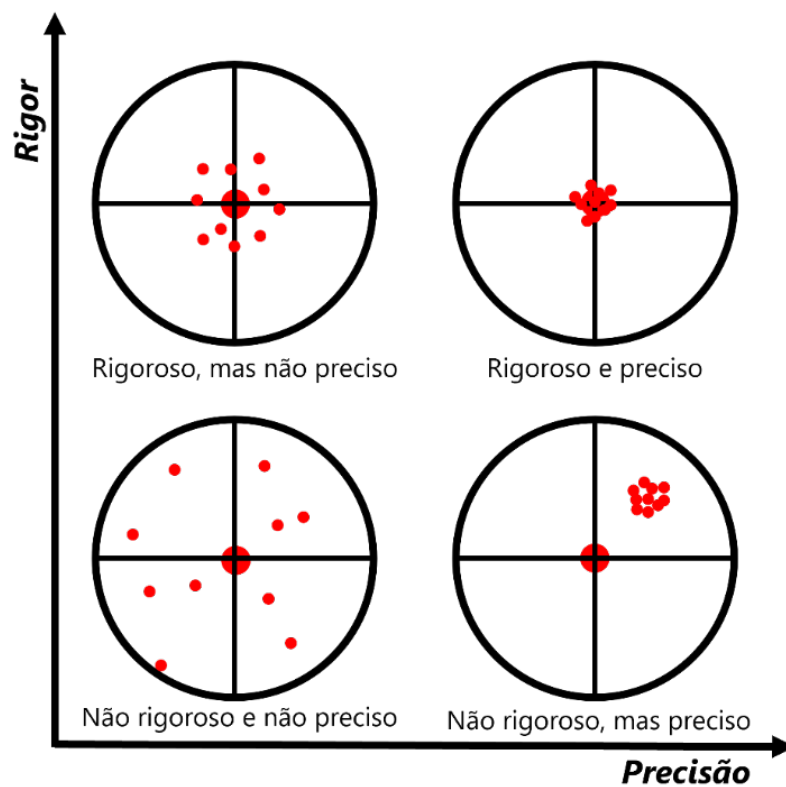


Figura 5.17: Gráfico simbólico que relaciona os conceitos de rigor e precisão (círculo vermelho central = valor real).

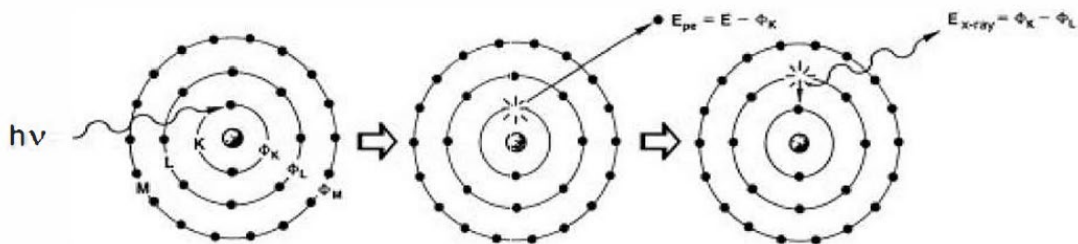


Figura 5.18: Esquema ilustrativo do efeito de fluorescência de raios X (VEIGA, 2006, Fig.3.3)

### 5.2.3.1. Microespetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias ( $\mu$ -EDXRF)

A microespetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias é um método não destrutivo de análise multielementar qualitativo e quantitativo que identifica elementos químicos entre  $Z > 12$  e  $Z < 92$ . Nesta técnica faz-se incidir uma fonte de radiação X sobre a região a ser analisada de modo a excitar os elementos presentes que emitirão, assim, raios X com energias características de cada elemento. Esta análise foi realizada com um espectrómetro *ARTAX 800* (Billerica, MA, USA) (BRONK *et al.*, 2001), equipado com uma ampola de molibdênio, com potencial máximo de 50 kV, intensidade máxima de corrente de 1 mA e potência máxima de 30 W. O feixe incidente possui um diâmetro de ca. 70  $\mu\text{m}$ . O detetor é um semiconductor de silício com uma resolução de 160 eV a 5,9 keV. O braço articulado do equipamento encontra-se equipado com uma câmara de vídeo e um laser de diodo vermelho, o que permite não só a escolha da área a analisar, mas também fixar a distância correta do detetor à superfície em análise. A interpretação dos espectros obtidos é efetuada por meio de um computador acoplado ao equipamento, através do programa *ArtTAX Spectra Software*.

A análise foi efetuada em pastilhas de pó comprimido com uma granulometria  $< 63 \mu\text{m}$ , por conseguinte inferior às dimensões do diâmetro do feixe de raios X utilizado. Deste modo, procurou-se minimizar a possibilidade de incidência do feixe sobre uma inclusão de dimensão superior à do diâmetro do feixe. Em cada pastilha foram realizadas três medições em pontos distintos, com as seguintes condições de análise: atmosfera de hélio, voltagem de 40 kV, corrente de 600  $\mu\text{A}$ , tempo de aquisição de 300 s. A desconvolução dos espetros foi realizada com recurso ao programa *WinAxil* (<https://winaxil.software.informer.com/>) e a quantificação com o programa *WinFund*, tendo sido realizada uma normalização com a

composição por diferença  $\text{Na}_2\text{MgO}_2\text{CO}_3$ . Para a calibração foi usada uma pastilha do padrão certificado *NIST Brick Clay SRM 679 (National Bureau of Standards Certificate of Analysis (1987) – Standard Reference Material 679 Brick Clay, Office of Standards Reference Materials.)*, tratada da mesma forma que as amostras. Na análise foram identificados como elementos maioritários o silício, o alumínio, o ferro, o cálcio e o potássio; como elementos minoritários, o titânio; e como elementos vestigiais o manganês, cério, estrôncio, zinco, rubídio, crômio, cobalto e tório. O erro associado ao resultado da análise é inferior a 5% para os óxidos de alumínio, silício, cálcio, ferro, zinco e tório; inferior a 15% para o potássio e titânio; entre 20% e 35% para os óxidos dos restantes elementos analisados e apenas acima de 50% para o cobalto (ver Anexo D.1).

### **5.2.3.2. Espetrometria de fluorescência de raios X dispersiva de comprimentos de onda (WDXRF)**

Na fluorescência de raios X dispersiva de comprimentos de onda (WDXRF) o espectrómetro *"produz um feixe de raios X primário utilizando uma ampola de ródio, com o intuito de excitar a radiação X de fluorescência. O feixe complexo emergente da amostra é difractado por um cristal analisador, que tem como função espalhar angularmente os diferentes comprimentos de onda que o constituem. A seleção do cristal plano é governada por factores diversos, como a gama de comprimentos de onda que se deseja estudar, a eficiência de fluorescência e o grau de dispersão (os cristais de maior espaçamento utilizam-se para comprimentos de onda mais elevados, isto é, para a análise de elementos leves)." (VEIGA, 2006).*

As análises efetuadas às 41 amostras foram realizadas num espectrómetro sequencial *PANalytical XRF-WDS 4 kW AXIOS (PANalytical B.V., Almelo, The Netherlands)* equipado com uma ampola de raios X de Rh e 5 cristais analisadores. As análises foram realizadas em atmosfera de hélio, permitindo um varrimento sequencial para a deteção de elementos na amostra a partir do sódio ( $Z > 11$ ). A desconvolução dos espectros pelo método dos mínimos quadrados iterativos e a quantificação elementar com base no método dos parâmetros fundamentais, foram realizadas com o software *SuperQ* usando o programa analítico *PANalytical IQ + (PANalytical B.V., Almelo, The Netherlands)* que utiliza 25 padrões de calibração certificados. Esta abordagem permitiu uma análise multi-elementar das amostras

disponíveis de um modo relativamente rápido e simples. A metodologia permite minimizar o efeito de sobreposição espectral da radiação característica dos diferentes elementos permitindo uma análise em baixas concentrações, isto é, a análise de elementos vestigiais (ppm). A metodologia de análise foi avaliada através da medição de três materiais de referência certificados, relevantes para a análise das amostras arqueológicas e geológicas em estudo (FIGUEIREDO *et al.*, 2018). A reprodutibilidade está regularmente na faixa de 97-99%, permitindo uma boa intercomparação das amostras. A maioria dos elementos mostra um erro relativo que varia de 1 a 25% (dependendo da sua concentração), sendo considerado aceitável a utilização para amostras de composições químicas muito diversas e de forte heterogeneidade, uma vez que sendo um ensaio *bulk* (em oposição à análise microscópica) tem em consideração toda a massa da amostra (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

#### **5.2.4. Análise estatística multivariada**

A fim de se obter uma melhor interpretação dos resultados da análise química realizada, foi efetuada uma análise estatística fazendo uso do programa *R versão 3.6.1* (<https://www.R-project.org/>). Procedeu-se, assim, a uma análise multivariada, tendo os dados de partida sido transformados de forma a simplificar e realçar as relações entre as variáveis através da análise de um menor número de características ou fatores. Foram usadas duas ferramentas: a classificação hierárquica ascendente (HAC) e a análise de componentes principais (PCA).

##### **5.2.4.1. Classificação hierárquica ascendente (HAC)**

A classificação hierárquica ascendente é um método de agrupamento das amostras, no nosso caso com base nas concentrações elementares obtidas pela análise química, e do qual resultam gráficos com uma estrutura em árvore (dendogramas). A configuração do dendograma é definida automaticamente consoante os coeficientes de semelhança entre os grupos, permitindo determinar quais as amostras que têm maior relação entre si, por exemplo a que correspondem menores distâncias euclidianas entre si (JOHNSON & WICHERN, 1982), utilizando-se para esse fim o método *Ward* (WARD, 1963).

#### **5.2.4.2. Análise em componentes principais (PCA)**

A análise em componentes principais consiste num método de análise de dados que permite transformar um conjunto de variáveis originais não correlacionadas (independentes) num novo conjunto de variáveis intercorrelacionadas, as PC's, que não são mais que combinações lineares das variáveis originais. Esta análise, foi realizada através do método de elipse a 0.5%, a partir das 14 variáveis (óxidos) que foram quantificadas. A principal vantagem deste método é o da simplificação da estrutura de dados, através da transformação das variáveis correlacionadas em duas, ou mais, componentes principais, que vão representar a informação original. Existe sempre a questão de saber até quantas PC's devemos usar. Normalmente usam-se as três primeiras componentes principais, mas não existe uma resposta definitiva a esta questão, devendo considerar-se "*...the amount of total sample variance explained, the relative sizes of the eigenvalues (the variances of the sample components), and the subject-matter interpretations of the componentes.*" (JOHNSON & WICHERN, 1982, p. 444).



# CAPÍTULO 6

## RESULTADOS. DISCUSSÃO PARCELAR DOS DADOS.

Apresentam-se, neste Capítulo, os resultados obtidos com cada uma das análises, a que se segue uma discussão parcelar dos dados, na qual se individualiza cada um dos sítios arqueológicos, isto é, apresentam-se e discutem-se os resultados de forma pormenorizada para cada um deles. Para além de se apresentar toda a análise textural, química e mineralógica, que constitui por si só a caracterização substantiva dos materiais estudados, aspeto fulcral na conservação material e imaterial deste legado cultural, faz-se também uma comparação entre as várias tipologias decorativas (que têm significado cronológico), tentando perceber se existem ou não diferenças ao longo do tempo no que toca às técnicas de fabrico e matérias-primas utilizadas. No que a estas últimas se refere, são ainda analisadas amostras de depósitos argilosos identificados nas zonas de influência de cada sítio arqueológico, numa tentativa de apurar os eventuais locais de recolha das matérias-primas utilizadas na conformação das peças.

### 6.1. Vila Nova de São Pedro

#### 6.1.1. Resultados

##### 6.1.1.1. Análise textural

Na Figura 6.1 encontram-se imagens de secções transversais de algumas amostras, as quais se podem considerar como exemplo da variedade do conjunto de VNSP. A totalidade das imagens, referentes a cada um dos fragmentos cerâmicos estudados, pode ser consultada no Anexo A.1. No Anexo A.2, encontram-se os resultados referentes à análise textural macroscópica (acabamentos de superfície e cores das pastas e superfícies), bem como outros aspetos de relevância, como as decorações e formas para cada amostra. Um sumário dessa análise é apresentado na Tabela 6.1.

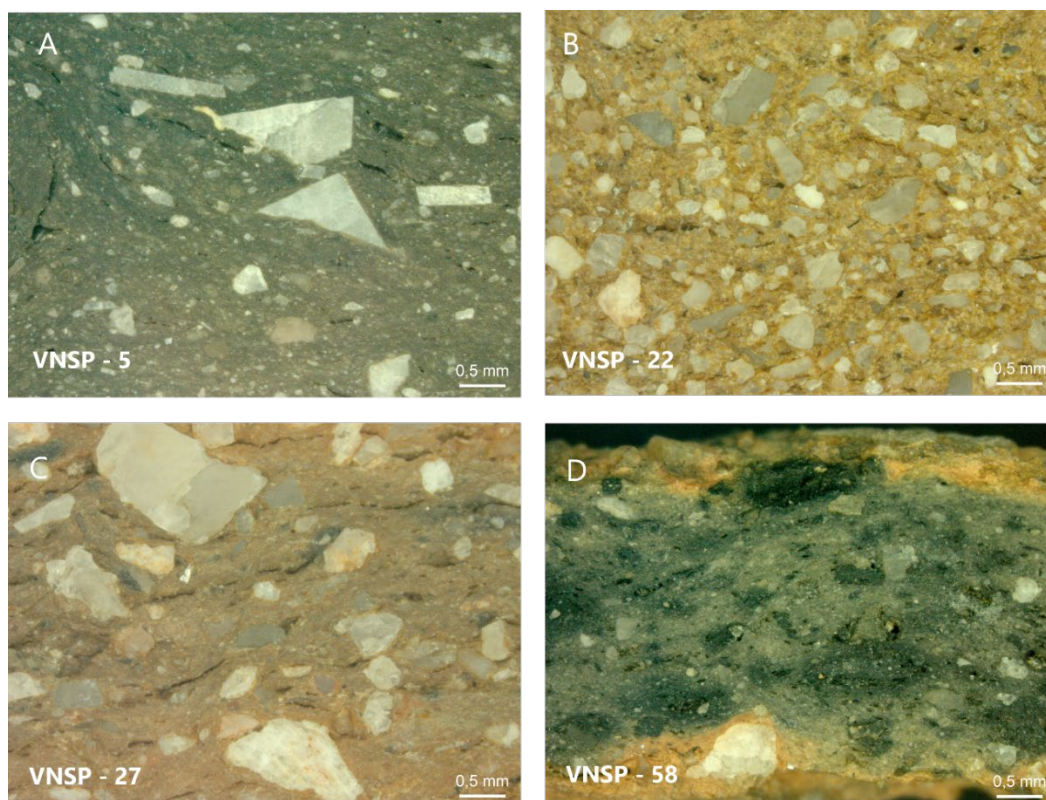


Figura 6.1: Secções transversais de algumas amostras de VNSP: A e B – cerâmica canelada; C – folha-de-acácia; D – campaniforme.

Tabela 6.1: Sumário da caracterização morfológica da cerâmica de VNSP.

| Tipologia decorativa   | Artefactos Cerâmicos                 |                           |   |
|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|---|
|                        | Formas dos recipientes               | Acabamentos de superfície | Cor da pasta e superfícies                              |
| <b>Canelada</b>        | Maioritariamente copos cilíndricos   | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente uma gama de castanhos                  |
| <b>Folha-de-Acácia</b> | Maioritariamente potes esféricos     | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente uma gama de cinzentos                  |
| <b>Campaniforme</b>    | Maioritariamente vasos campaniformes | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente com núcleo negro e superfícies laranja |
| <b>Lisa</b>            | Formas variadas                      | Maioritariamente alisada  | Variada   |
| <b>Outra decoração</b> | Formas variadas                      | Alisada                   | Variada   |

Por seu lado, na Tabela 6.2 apresentam-se os resultados da análise textural microscópica, separados pelas diferentes tipologias decorativas reconhecidas neste sítio arqueológico. Alguns aspetos mais pormenorizados no que toca ao tamanho e geometria dos grãos, podem ser consultados nos Anexos B.1 e B.2.

Tabela 6.2: Análise textural microscópica de VNSP. Tamanho do grão: denso < 0,1 mm; grão fino 0,1 mm–0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm–1 mm; grão médio 1 mm–3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm–10 mm (RIEDERER, 2004, p. 153). Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada - facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p. 61)

| NºInv.                                     | Inclusões    |  |                              |      |
|--|--------------|--|------------------------------|------|
|  | Distribuição | Tamanho                                  | Geometria                    | %    |
| <b>Calcolítico Inicial – Canelada</b>      |              |  |                              |      |
| VNSP-1                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 29 % |
| VNSP-2                                     | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |
| VNSP-3                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 19 % |
| VNSP-4                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
| VNSP-5                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente angular     | 20 % |
| VNSP-6                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente rolado      | 36 % |
| VNSP-7                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 25 % |
| VNSP-8                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 29 % |
| VNSP-9                                     | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 29 % |
| VNSP-10                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
| VNSP-11                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 33 % |
| VNSP-12                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 43 % |
| VNSP-13                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 28 % |
| VNSP-14                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 29 % |
| VNSP-15                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente denso) | Maioritariamente sub-rolado  | 23 % |
| VNSP-16                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 33 % |
| VNSP-17                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 21 % |
| VNSP-18                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |
| VNSP-19                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 23 % |
| VNSP-20                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 35 % |
| VNSP-21                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 33 % |
| VNSP-22                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 31 % |
| VNSP-23                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 27 % |
| VNSP-24                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 24 % |
| VNSP-25                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 37 % |
| VNSP-26                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 49 % |
| <b>Calcolítico Pleno – Folha de Acácia</b> |              |  |                              |      |
| VNSP-27                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 29 % |
| VNSP-28                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 23 % |
| VNSP-29                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 31 % |
| VNSP-30                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 36 % |
| VNSP-31                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 27 % |
| VNSP-32                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 30 % |
| VNSP-33                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 36 % |
| VNSP-34                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-angular | 29 % |
| VNSP-35                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 25 % |
| VNSP-36                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
| VNSP-37                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 29 % |
| VNSP-38                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 20 % |
| VNSP-39                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 28 % |
| VNSP-40                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 16 % |
| VNSP-41                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 30 % |
| VNSP-42                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 31 % |
| VNSP-43                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 23 % |
| VNSP-44                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 20 % |
| VNSP-45                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 27 % |
| VNSP-46                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-angular | 19 % |
| VNSP-47                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |

|  |              |  |                              |      |
|--|--------------|--|------------------------------|------|
| VNSP-48                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
| <b>Calculítico Final – Campaniforme</b>    |              |  |                              |      |
| VNSP-49                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 28 % |
| VNSP-50                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 13 % |
| VNSP-51                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 26 % |
| VNSP-52                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 27 % |
| VNSP-53                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-rolado  | 19 % |
| VNSP-54                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 21 % |
| VNSP-55                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 30 % |
| VNSP-56                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
| VNSP-57                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 17 % |
| VNSP-58                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-rolado  | 8 %  |
| VNSP-59                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 17 % |
| VNSP-60                                    | Uniforme     | Denso a pequeno (maioritariamente denso) | Maioritariamente sub-angular | 21 % |
| VNSP-61                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
| VNSP-62                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 19 % |
| VNSP-63                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 21 % |
| VNSP-64                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-angular | 26 % |
| VNSP-65                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 16 % |
| VNSP-66                                    | Uniforme     | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 21 % |
| VNSP-67                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 25 % |
| VNSP-68                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
| VNSP-69                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente denso) | Maioritariamente sub-rolado  | 16 % |
| VNSP-70                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 19 % |
| VNSP-71                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente denso) | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
| VNSP-72                                    | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-angular | 16 % |
| VNSP-73                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-angular | 15 % |
| VNSP-74                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-angular | 26 % |
| <b>Lisa</b>                                |              |  |                              |      |
| VNSP-75                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 26 % |
| VNSP-76                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 21 % |
| VNSP-77                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 13 % |
| VNSP-78                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |
| VNSP-79                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 18 % |
| VNSP-80                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-rolado  | 33 % |
| VNSP-81                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
| VNSP-82                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 27 % |
| VNSP-83                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 23 % |
| VNSP-84                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 30 % |
| VNSP-85                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 17 % |
| VNSP-86                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente angular     | 33 % |
| VNSP-87                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-rolado  | 30 % |
| <b>Outra decoração (não discriminante)</b> |              |  |                              |      |
| VNSP-88                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-angular | 15 % |
| VNSP-89                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 26 % |
| VNSP-90                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-angular | 21 % |
| VNSP-91                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 29 % |
| VNSP-92                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 22 % |
| VNSP-93                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 33 % |
| VNSP-94                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-rolado  | 20 % |
| VNSP-95                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 35 % |
| VNSP-96                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 8 %  |
| VNSP-97                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 23 % |
| VNSP-98                                    | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |

### 6.1.1.2. Análise química

Na tabela 6.3 apresenta-se a composição química das cerâmicas de VNSP, obtida por  $\mu$ -EDXRF. Os limites de detecção e quantificação, bem como o rigor (exatidão) e precisão (incluindo a reprodutibilidade) dos resultados apresentados podem ser consultados no Anexo D.1. Verifica-se que é nos grupos de cerâmica "Lisa" e cerâmica com "Outra decoração" onde se encontram os teores de Ca mais elevados, designadamente nas amostras VNSP-77, 84, 86, 93, 95 e 98. Todos os outros grupos enquadram-se nas pastas não-calcárias (sendo que são consideradas pastas calcárias aquelas que apresentam valores entre 15 % < CaO < 60 %).

Tabela 6.3: Composição química das cerâmicas de VNSP obtida por  $\mu$ -EDXRF.

| Canelada |          | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm                            |      |     |     |                   |     |                                |                  |
|----------|----------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|          |          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| VNSP -1  |          | 18,5                           | 50,4             | 1,72             | 5,53 | 2,03             | 10,5                           | 113                            | 1767 | 37  | 237 | 76                | 393 | 617                            | 12               |
|          | $\sigma$ | 0,9                            | 3,7              | 0,09             | 0,23 | 0,51             | 0,35                           | 6                              | 58   | 2   | 15  | 2                 | 15  | 76                             | 3                |
| VNSP -2  |          | 16,4                           | 52,1             | 2,70             | 5,00 | 1,40             | 8,73                           | 143                            | 1014 | 32  | 233 | 111               | 263 | 593                            | 9                |
|          | $\sigma$ | 0,4                            | 2,3              | 0,17             | 0,10 | 0,10             | 0,06                           | 6                              | 75   | 4   | 31  | 3                 | 21  | 38                             | 2                |
| VNSP -3  |          | 13,3                           | 55,2             | 2,60             | 13,2 | 1,03             | 5,27                           | 163                            | 477  | 19  | 180 | 173               | 85  | 490                            | 9                |
|          | $\sigma$ | 1,2                            | 10,0             | 0,10             | 1,05 | 0,50             | 0,23                           | 29                             | 57   | 1   | 10  | 6                 | 3   | 30                             | 3                |
| VNSP -4  |          | 20,2                           | 47,0             | 1,74             | 4,93 | 2,00             | 10,6                           | 107                            | 1483 | 33  | 213 | 87                | 320 | 653                            | 13               |
|          | $\sigma$ | 0,5                            | 2,0              | 0,32             | 0,06 | 0,78             | 2,08                           | 32                             | 742  | 9   | 25  | 20                | 56  | 255                            | 1                |
| VNSP -5  |          | 14,6                           | 46,6             | 2,35             | 17,8 | 0,69             | 5,15                           | 120                            | 595  | 19  | 170 | 185               | 180 | 445                            | 12               |
|          | $\sigma$ | 1,5                            | 0,4              | 0,21             | 3,11 | 0,02             | 0,21                           | 14                             | 64   | 0   | 14  | 7                 | 14  | 49                             | 1                |
| VNSP -6  |          | 13,3                           | 71,6             | 2,83             | 1,41 | 0,33             | 3,03                           | 58                             | 287  | 8   | 127 | 158               | 43  | 237                            | 7                |
|          | $\sigma$ | 0,7                            | 0,9              | 0,21             | 0,10 | 0,05             | 0,29                           | 10                             | 46   | 1   | 12  | 19                | 1   | 21                             | 1                |
| VNSP -7  |          | 18,3                           | 56,1             | 1,96             | 5,27 | 2,17             | 11,3                           | 123                            | 1633 | 39  | 217 | 88                | 413 | 660                            | 14               |
|          | $\sigma$ | 0,4                            | 0,3              | 0,32             | 0,32 | 0,47             | 0,84                           | 15                             | 231  | 2   | 6   | 3                 | 12  | 122                            | 1                |
| VNSP -8  |          | 17,4                           | 67,6             | 3,40             | 1,41 | 0,59             | 4,57                           | 133                            | 313  | 16  | 136 | 180               | 108 | 357                            | 9                |
|          | $\sigma$ | 1,6                            | 11,5             | 0,53             | 0,25 | 0,07             | 0,76                           | 23                             | 74   | 2   | 25  | 20                | 11  | 49                             | 1                |
| VNSP -9  |          | 14,8                           | 59,8             | 2,33             | 2,60 | 0,48             | 3,03                           | 110                            | 353  | 11  | 141 | 157               | 47  | 373                            | 7                |
|          | $\sigma$ | 0,9                            | 5,0              | 0,21             | 0,87 | 0,09             | 0,23                           | 26                             | 258  | 1   | 28  | 20                | 4   | 23                             | 2                |
| VNSP -10 |          | 20,9                           | 43,4             | 1,64             | 3,20 | 1,03             | 8,27                           | 90                             | 1233 | 29  | 180 | 66                | 247 | 457                            | 12               |
|          | $\sigma$ | 0,7                            | 2,0              | 0,07             | 0,36 | 0,06             | 0,15                           | 0                              | 58   | 1   | 10  | 5                 | 6   | 6                              | 2                |
| VNSP -11 |          | 15,4                           | 45,8             | 1,56             | 5,33 | 2,90             | 8,43                           | 100                            | 1667 | 30  | 207 | 67                | 387 | 703                            | 10               |
|          | $\sigma$ | 0,8                            | 1,5              | 0,47             | 0,67 | 1,91             | 1,36                           | 17                             | 551  | 4   | 25  | 8                 | 12  | 87                             | 0                |
| VNSP -12 |          | 14,2                           | 72,2             | 2,77             | 1,80 | 0,43             | 3,60                           | 77                             | 387  | 13  | 150 | 163               | 63  | 330                            | 7                |
|          | $\sigma$ | 1,8                            | 7,8              | 0,21             | 0,35 | 0,02             | 0,40                           | 4                              | 55   | 1   | 53  | 12                | 11  | 46                             | 1                |
| VNSP -13 |          | 20,9                           | 42,3             | 1,15             | 5,33 | 1,87             | 10,2                           | 107                            | 1067 | 35  | 150 | 62                | 533 | 297                            | 13               |
|          | $\sigma$ | 0,8                            | 1,0              | 0,03             | 0,55 | 0,81             | 1,81                           | 12                             | 469  | 6   | 17  | 23                | 47  | 257                            | 3                |
| VNSP -14 |          | 13,7                           | 70,6             | 2,57             | 2,07 | 0,57             | 3,53                           | 71                             | 280  | 13  | 170 | 163               | 58  | 470                            | 6                |
|          | $\sigma$ | 1,1                            | 4,0              | 0,21             | 0,15 | 0,19             | 0,12                           | 11                             | 79   | 0   | 40  | 6                 | 2   | 61                             | 1                |
| VNSP -15 |          | 15,7                           | 41,4             | 0,84             | 8,30 | 2,07             | 9,97                           | 110                            | 1467 | 36  | 167 | 44                | 323 | 833                            | 13               |
|          | $\sigma$ | 1,3                            | 1,5              | 0,15             | 0,26 | 0,42             | 0,38                           | 10                             | 115  | 2   | 31  | 1                 | 31  | 58                             | 2                |

|                        |          |                                    |                        |                       |            |                        |                                    |                                    |            |            |            |                        |            |                                    |                        |
|------------------------|----------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------------------------------|------------------------|
|                        | VNSP -16 | 14,0                               | 59,1                   | 3,13                  | 4,90       | 0,63                   | 4,10                               | 87                                 | 257        | 14         | 143        | 173                    | 68         | 407                                | 8                      |
|                        | σ        | 1,3                                | 4,8                    | 0,12                  | 0,36       | 0,32                   | 0,60                               | 6                                  | 115        | 2          | 15         | 40                     | 7          | 15                                 | 0                      |
|                        | VNSP -17 | 15,9                               | 69,6                   | 2,57                  | 2,00       | 0,52                   | 4,03                               | 88                                 | 250        | 15         | 153        | 134                    | 91         | 233                                | 8                      |
|                        | σ        | 0,9                                | 1,9                    | 0,12                  | 0,20       | 0,07                   | 0,21                               | 4                                  | 20         | 1          | 23         | 5                      | 5          | 46                                 | 1                      |
|                        | VNSP -18 | 18,2                               | 54,2                   | 2,00                  | 5,17       | 1,47                   | 9,60                               | 120                                | 1067       | 34         | 270        | 88                     | 430        | 703                                | 12                     |
|                        | σ        | 0,5                                | 2,5                    | 0,10                  | 0,67       | 0,55                   | 3,64                               | 52                                 | 58         | 11         | 17         | 17                     | 30         | 84                                 | 4                      |
|                        | VNSP -19 | 18,5                               | 52,3                   | 2,01                  | 4,50       | 1,13                   | 9,67                               | 110                                | 1044       | 34         | 437        | 92                     | 373        | 573                                | 12                     |
|                        | σ        | 0,5                                | 0,9                    | 0,29                  | 0,60       | 0,06                   | 1,24                               | 10                                 | 135        | 5          | 47         | 10                     | 32         | 67                                 | 2                      |
|                        | VNSP -20 | 13,2                               | 63,9                   | 2,30                  | 3,47       | 0,65                   | 4,47                               | 87                                 | 347        | 16         | 257        | 130                    | 77         | 410                                | 5                      |
|                        | σ        | 1,8                                | 3,7                    | 0,44                  | 0,61       | 0,48                   | 1,45                               | 31                                 | 120        | 4          | 144        | 21                     | 27         | 150                                | 1                      |
|                        | VNSP -21 | 13,6                               | 76,0                   | 2,73                  | 1,94       | 0,65                   | 5,00                               | 100                                | 200        | 19         | 233        | 165                    | 56         | 377                                | 9                      |
|                        | σ        | 1,9                                | 3,4                    | 0,32                  | 0,68       | 0,39                   | 0,62                               | 10                                 | 20         | 2          | 71         | 17                     | 6          | 81                                 | 3                      |
|                        | VNSP -22 | 14,1                               | 70,5                   | 3,30                  | 1,21       | 0,55                   | 4,00                               | 77                                 | 313        | 14         | 190        | 170                    | 55         | 350                                | 11                     |
|                        | σ        | 1,0                                | 3,5                    | 0,36                  | 0,13       | 0,13                   | 0,17                               | 14                                 | 147        | 1          | 26         | 10                     | 3          | 30                                 | 4                      |
|                        | VNSP -23 | 23,2                               | 43,8                   | 1,54                  | 4,93       | 2,17                   | 9,90                               | 100                                | 1667       | 36         | 190        | 65                     | 410        | 493                                | 12                     |
|                        | σ        | 0,2                                | 2,8                    | 0,12                  | 0,42       | 0,55                   | 0,87                               | 10                                 | 153        | 2          | 20         | 4                      | 10         | 431                                | 2                      |
|                        | VNSP -24 | 21,3                               | 48,9                   | 1,55                  | 2,73       | 1,30                   | 8,63                               | 100                                | 930        | 31         | 126        | 70                     | 223        | 470                                | 9                      |
|                        | σ        | 0,8                                | 2,2                    | 0,19                  | 0,25       | 0,10                   | 0,23                               | 10                                 | 61         | 1          | 12         | 7                      | 15         | 36                                 | 0                      |
|                        | VNSP -25 | 16,2                               | 67,9                   | 3,53                  | 1,46       | 0,54                   | 3,00                               | 65                                 | 220        | 11         | 108        | 147                    | 92         | 317                                | 7                      |
|                        | σ        | 0,7                                | 1,5                    | 0,15                  | 0,12       | 0,22                   | 0,10                               | 8                                  | 26         | 0          | 19         | 12                     | 4          | 15                                 | 1                      |
| VNSP -26               | 14,6     | 74,0                               | 3,10                   | 2,10                  | 0,57       | 4,17                   | 79                                 | 233                                | 15         | 157        | 203        | 65                     | 503        | 9                                  |                        |
| σ                      | 0,5      | 3,0                                | 0,30                   | 0,00                  | 0,05       | 0,06                   | 10                                 | 32                                 | 0          | 6          | 15         | 2                      | 6          | 1                                  |                        |
| <b>Média</b>           | 16,5     | 57,7                               | 2,31                   | 4,54                  | 1,15       | 6,65                   | 102                                | 791                                | 23         | 190        | 124        | 208                    | 475        | 10                                 |                        |
| σ                      | 2,9      | 11,4                               | 0,71                   | 3,81                  | 0,72       | 2,96                   | 24                                 | 560                                | 10         | 66         | 48         | 157                    | 155        | 3                                  |                        |
| <b>Folha-de-Acácia</b> |          | <b>% (m/m)</b>                     |                        |                       |            |                        |                                    | <b>ppm</b>                         |            |            |            |                        |            |                                    |                        |
|                        |          | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>SiO<sub>2</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>TiO<sub>2</sub></b> | <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>MnO</b> | <b>CoO</b> | <b>ZnO</b> | <b>Rb<sub>2</sub>O</b> | <b>SrO</b> | <b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>ThO<sub>2</sub></b> |
|                        | VNSP -27 | 13,8                               | 71,4                   | 2,70                  | 1,68       | 0,49                   | 4,20                               | 107                                | 57         | 12         | 137        | 190                    | 53         | 250                                | 7                      |
|                        | σ        | 0,7                                | 1,3                    | 0,26                  | 0,23       | 0,12                   | 0,26                               | 6                                  | 12         | 2          | 12         | 36                     | 3          | 44                                 | 3                      |
|                        | VNSP -28 | 15,4                               | 49,0                   | 1,60                  | 4,73       | 1,53                   | 9,70                               | 97                                 | 810        | 25         | 227        | 97                     | 343        | 230                                | 13                     |
|                        | σ        | 0,6                                | 1,4                    | 0,20                  | 0,15       | 0,49                   | 2,69                               | 29                                 | 56         | 5          | 47         | 17                     | 25         | 17                                 | 3                      |
|                        | VNSP -29 | 20,1                               | 45,2                   | 1,40                  | 4,47       | 1,73                   | 10,2                               | 83                                 | 900        | 27         | 147        | 76                     | 327        | 237                                | 12                     |
|                        | σ        | 0,9                                | 0,3                    | 0,19                  | 0,32       | 0,31                   | 0,06                               | 6                                  | 87         | 1          | 12         | 8                      | 12         | 68                                 | 1                      |
|                        | VNSP -30 | 19,3                               | 51,2                   | 1,76                  | 5,00       | 1,77                   | 10,8                               | 73                                 | 960        | 27         | 167        | 81                     | 360        | 253                                | 12                     |
|                        | σ        | 0,6                                | 2,0                    | 0,31                  | 0,26       | 0,31                   | 0,47                               | 15                                 | 122        | 2          | 6          | 5                      | 30         | 25                                 | 3                      |
|                        | VNSP -31 | 20,4                               | 48,1                   | 1,44                  | 4,28       | 2,38                   | 10,8                               | 77                                 | 608        | 28         | 150        | 72                     | 347        | 220                                | 16                     |
|                        | σ        | 0,7                                | 0,3                    | 0,30                  | 0,32       | 0,77                   | 0,3                                | 21                                 | 529        | 1          | 10         | 11                     | 40         | 36                                 | 3                      |
|                        | VNSP -32 | 18,8                               | 49,5                   | 1,60                  | 4,50       | 1,97                   | 9,43                               | 63                                 | 983        | 24         | 150        | 73                     | 323        | 297                                | 11                     |
|                        | σ        | 0,2                                | 0,9                    | 0,16                  | 0,20       | 0,74                   | 1,00                               | 11                                 | 284        | 3          | 10         | 15                     | 23         | 65                                 | 3                      |
|                        | VNSP -33 | 19,0                               | 48,9                   | 1,66                  | 4,67       | 2,07                   | 10,2                               | 83                                 | 1233       | 24         | 180        | 80                     | 320        | 303                                | 13                     |
|                        | σ        | 1,1                                | 2,7                    | 0,41                  | 0,31       | 0,76                   | 1,10                               | 6                                  | 252        | 2          | 35         | 5                      | 10         | 55                                 | 1                      |
|                        | VNSP -34 | 20,4                               | 44,1                   | 1,08                  | 5,20       | 1,60                   | 9,40                               | 60                                 | 810        | 23         | 143        | 71                     | 380        | 367                                | 14                     |
|                        | σ        | 2,1                                | 1,7                    | 0,07                  | 0,53       | 0,10                   | 0,61                               | 10                                 | 30         | 1          | 15         | 8                      | 26         | 15                                 | 3                      |
|                        | VNSP -35 | 19,5                               | 47,9                   | 1,76                  | 5,87       | 1,77                   | 10,1                               | 83                                 | 790        | 26         | 187        | 84                     | 357        | 223                                | 14                     |
|                        | σ        | 1,3                                | 1,1                    | 0,32                  | 2,39       | 0,55                   | 1,85                               | 23                                 | 101        | 5          | 31         | 15                     | 60         | 50                                 | 3                      |
| VNSP -36               | 22,2     | 30,7                               | 1,42                   | 5,57                  | 2,03       | 10,1                   | 90                                 | 740                                | 25         | 257        | 79         | 373                    | 257        | 12                                 |                        |
| σ                      | 0,7      | 22,5                               | 0,05                   | 0,45                  | 0,91       | 1,42                   | 20                                 | 231                                | 3          | 55         | 7          | 55                     | 55         | 1                                  |                        |
| VNSP -37               | 20,7     | 47,0                               | 1,52                   | 5,10                  | 2,37       | 12,0                   | 97                                 | 1037                               | 30         | 177        | 86         | 373                    | 220        | 15                                 |                        |
| σ                      | 0,3      | 2,2                                | 0,20                   | 0,10                  | 0,99       | 1,37                   | 6                                  | 501                                | 4          | 38         | 21         | 65                     | 72         | 4                                  |                        |
| VNSP -38               | 20,3     | 53,2                               | 1,80                   | 4,57                  | 2,20       | 10,5                   | 73                                 | 1047                               | 27         | 170        | 86         | 350                    | 327        | 13                                 |                        |

|              |          |                                    |                        |                       |            |                        |                                    |                                    |            |            |            |                        |            |                                    |                        |
|--------------|----------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------------------------------|------------------------|
| Campaniforme | σ        | 0,8                                | 2,0                    | 0,10                  | 0,38       | 0,82                   | 0,60                               | 6                                  | 234        | 2          | 10         | 17                     | 20         | 12                                 | 2                      |
|              | VNSP -39 | 22,1                               | 50,8                   | 1,69                  | 4,57       | 1,87                   | 10,3                               | 80                                 | 1067       | 26         | 150        | 79                     | 363        | 450                                | 16                     |
|              | σ        | 0,7                                | 0,7                    | 0,12                  | 0,12       | 0,38                   | 0,38                               | 0                                  | 208        | 1          | 0          | 6                      | 25         | 62                                 | 3                      |
|              | VNSP -40 | 23,0                               | 50,1                   | 1,65                  | 3,90       | 1,55                   | 10,8                               | 70                                 | 1400       | 27         | 210        | 82                     | 325        | 300                                | 16                     |
|              | σ        | 1,3                                | 1,4                    | 0,16                  | 0,14       | 0,35                   | 1,20                               | 14                                 | 283        | 3          | 28         | 0                      | 7          | 57                                 | 3                      |
|              | VNSP -41 | 19,3                               | 46,5                   | 1,87                  | 4,67       | 1,67                   | 10,5                               | 90                                 | 973        | 30         | 180        | 86                     | 350        | 387                                | 13                     |
|              | σ        | 0,7                                | 1,3                    | 0,06                  | 0,35       | 0,06                   | 0,06                               | 36                                 | 200        | 7          | 10         | 3                      | 10         | 220                                | 2                      |
|              | VNSP -42 | 14,7                               | 69,4                   | 2,67                  | 1,32       | 0,59                   | 4,97                               | 88                                 | 893        | 16         | 177        | 167                    | 47         | 257                                | 8                      |
|              | σ        | 0,8                                | 3,1                    | 0,25                  | 0,07       | 0,10                   | 0,35                               | 21                                 | 116        | 4          | 15         | 6                      | 5          | 97                                 | 2                      |
|              | VNSP -43 | 20,0                               | 40,3                   | 1,25                  | 6,03       | 1,97                   | 11,7                               | 137                                | 1433       | 41         | 207        | 61                     | 367        | 800                                | 14                     |
|              | σ        | 0,5                                | 1,8                    | 0,12                  | 0,68       | 0,46                   | 0,58                               | 12                                 | 252        | 3          | 40         | 6                      | 84         | 0                                  | 2                      |
|              | VNSP -44 | 22,3                               | 46,4                   | 1,48                  | 5,37       | 2,17                   | 11,8                               | 127                                | 1267       | 42         | 213        | 74                     | 357        | 697                                | 15                     |
|              | σ        | 0,8                                | 0,9                    | 0,09                  | 0,38       | 0,61                   | 1,42                               | 21                                 | 252        | 6          | 15         | 8                      | 29         | 91                                 | 3                      |
|              | VNSP -45 | 20,1                               | 45,2                   | 1,67                  | 6,07       | 1,67                   | 10,8                               | 133                                | 1133       | 39         | 220        | 77                     | 403        | 693                                | 14                     |
|              | σ        | 2,2                                | 1,8                    | 0,13                  | 0,15       | 0,47                   | 0,90                               | 21                                 | 231        | 5          | 10         | 13                     | 85         | 6                                  | 4                      |
|              | VNSP -46 | 22,9                               | 42,4                   | 2,10                  | 5,10       | 1,40                   | 8,20                               | 90                                 | 1000       | 29         | 147        | 54                     | 390        | 597                                | 10                     |
|              | σ        | 1,1                                | 1,8                    | 0,26                  | 0,20       | 0,10                   | 0,56                               | 0                                  | 0          | 3          | 29         | 6                      | 36         | 25                                 | 1                      |
| VNSP -47     | 20,7     | 49,3                               | 1,56                   | 5,37                  | 1,13       | 7,10                   | 97                                 | 930                                | 25         | 150        | 85         | 383                    | 557        | 9                                  |                        |
| σ            | 1,2      | 0,6                                | 0,42                   | 0,51                  | 0,21       | 0,62                   | 12                                 | 62                                 | 2          | 0          | 12         | 23                     | 40         | 1                                  |                        |
| VNSP -48     | 20,9     | 47,0                               | 1,59                   | 4,57                  | 1,67       | 10,8                   | 117                                | 1600                               | 37         | 257        | 83         | 307                    | 610        | 15                                 |                        |
| σ            | 0,5      | 2,6                                | 0,11                   | 0,40                  | 0,64       | 1,35                   | 12                                 | 173                                | 4          | 83         | 13         | 15                     | 101        | 6                                  |                        |
| <b>Média</b> | 19,8     | 48,8                               | 1,69                   | 4,66                  | 1,71       | 9,74                   | 92                                 | 985                                | 28         | 182        | 87         | 327                    | 388        | 13                                 |                        |
| σ            | 2,4      | 8,4                                | 0,38                   | 1,17                  | 0,49       | 2,00                   | 21                                 | 317                                | 7          | 36         | 31         | 93                     | 184        | 3                                  |                        |
| Campaniforme |          | <b>% (m/m)</b>                     |                        |                       |            |                        |                                    | <b>ppm</b>                         |            |            |            |                        |            |                                    |                        |
|              |          | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>SiO<sub>2</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>TiO<sub>2</sub></b> | <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>MnO</b> | <b>CoO</b> | <b>ZnO</b> | <b>Rb<sub>2</sub>O</b> | <b>SrO</b> | <b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>ThO<sub>2</sub></b> |
|              | VNSP-49  | 20,7                               | 63,3                   | 1,83                  | 1,61       | 0,78                   | 7,89                               | 177                                | 430        | 27         | 170        | 104                    | 57         | 357                                | 11                     |
|              | σ        | 1,4                                | 5,4                    | 0,11                  | 0,15       | 0,10                   | 0,54                               | 25                                 | 56         | 2          | 10         | 14                     | 5          | 40                                 | 3                      |
|              | VNSP-50  | 19,4                               | 58,7                   | 3,12                  | 4,75       | 1,10                   | 7,26                               | 160                                | 557        | 26         | 257        | 219                    | 55         | 510                                | 9                      |
|              | σ        | 0,5                                | 2,0                    | 0,22                  | 0,64       | 0,61                   | 0,21                               | 17                                 | 61         | 1          | 31         | 4                      | 4          | 10                                 | 1                      |
|              | VNSP-51  | 16,7                               | 63,0                   | 1,96                  | 2,31       | 0,52                   | 6,34                               | 145                                | 290        | 23         | 140        | 114                    | 59         | 405                                | 9                      |
|              | σ        | 1,7                                | 4,2                    | 0,01                  | 0,30       | 0,01                   | 0,16                               | 21                                 | 28         | 0          | 0          | 1                      | 1          | 21                                 | 2                      |
|              | VNSP-52  | 18,0                               | 65,6                   | 1,70                  | 1,68       | 0,86                   | 6,83                               | 153                                | 400        | 24         | 140        | 97                     | 57         | 403                                | 10                     |
|              | σ        | 0,4                                | 0,9                    | 0,07                  | 0,27       | 0,10                   | 0,57                               | 23                                 | 147        | 2          | 17         | 11                     | 6          | 61                                 | 2                      |
|              | VNSP-53  | 13,5                               | 68,1                   | 2,49                  | 2,55       | 0,67                   | 5,82                               | 123                                | 510        | 21         | 180        | 164                    | 66         | 533                                | 9                      |
|              | σ        | 2,1                                | 3,1                    | 0,31                  | 0,22       | 0,04                   | 0,45                               | 15                                 | 185        | 2          | 20         | 15                     | 7          | 40                                 | 2                      |
|              | VNSP-54  | 20,3                               | 62,3                   | 2,01                  | 1,76       | 0,74                   | 6,50                               | 147                                | 340        | 24         | 243        | 106                    | 48         | 340                                | 10                     |
|              | σ        | 1,4                                | 4,1                    | 0,23                  | 0,19       | 0,03                   | 0,83                               | 12                                 | 20         | 2          | 31         | 11                     | 6          | 0                                  | 3                      |
|              | VNSP-55  | 18,0                               | 56,4                   | 2,97                  | 1,94       | 0,70                   | 5,78                               | 130                                | 487        | 21         | 207        | 167                    | 81         | 443                                | 8                      |
|              | σ        | 0,3                                | 1,7                    | 0,13                  | 0,03       | 0,03                   | 0,02                               | 0                                  | 23         | 0          | 29         | 6                      | 3          | 6                                  | 1                      |
|              | VNSP-56  | 18,2                               | 51,7                   | 2,64                  | 2,49       | 0,68                   | 5,57                               | 123                                | 440        | 21         | 187        | 128                    | 81         | 370                                | 9                      |
| σ            | 0,4      | 1,0                                | 0,07                   | 0,14                  | 0,04       | 0,06                   | 6                                  | 10                                 | 1          | 6          | 7          | 2                      | 10         | 2                                  |                        |
| VNSP-57      | 17,1     | 67,4                               | 1,97                   | 1,84                  | 0,55       | 6,28                   | 133                                | 290                                | 24         | 190        | 118        | 68                     | 373        | 9                                  |                        |
| σ            | 1,0      | 1,8                                | 0,19                   | 0,15                  | 0,05       | 0,36                   | 12                                 | 20                                 | 2          | 30         | 12         | 4                      | 31         | 2                                  |                        |
| VNSP-58      | 20,4     | 62,2                               | 2,62                   | 1,90                  | 0,84       | 7,12                   | 163                                | 320                                | 26         | 190        | 177        | 64                     | 420        | 10                                 |                        |
| σ            | 0,5      | 0,9                                | 0,11                   | 0,04                  | 0,15       | 0,21                   | 42                                 | 20                                 | 1          | 10         | 6          | 3                      | 10         | 1                                  |                        |
| VNSP-59      | 19,2     | 61,3                               | 2,38                   | 2,31                  | 0,67       | 7,17                   | 143                                | 313                                | 26         | 193        | 177        | 51                     | 480        | 9                                  |                        |
| σ            | 0,9      | 3,2                                | 0,15                   | 0,09                  | 0,10       | 0,15                   | 12                                 | 23                                 | 1          | 6          | 6          | 6                      | 40         | 1                                  |                        |
| VNSP-60      | 18,9     | 52,9                               | 2,59                   | 3,32                  | 1,34       | 7,69                   | 117                                | 877                                | 27         | 147        | 69         | 463                    | 1100       | 10                                 |                        |
| σ            | 1,2      | 0,8                                | 0,13                   | 0,10                  | 0,35       | 0,68                   | 12                                 | 136                                | 2          | 6          | 5          | 31                     | 92         | 1                                  |                        |

|             |              |                                    |                        |                       |            |                        |                                    |                                    |            |            |            |                        |            |                                    |                        |    |
|-------------|--------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------------------------------|------------------------|----|
|             | VNSP-61      | 16,8                               | 60,7                   | 1,86                  | 2,54       | 2,74                   | 9,66                               | 120                                | 3987       | 34         | 143        | 89                     | 117        | 720                                | 12                     |    |
|             | σ            | 0,5                                | 1,3                    | 0,11                  | 0,11       | 0,64                   | 0,39                               | 10                                 | 1260       | 2          | 6          | 13                     | 7          | 70                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-62      | 24,1                               | 50,7                   | 1,45                  | 6,17       | 2,46                   | 10,67                              | 123                                | 1870       | 37         | 170        | 64                     | 390        | 833                                | 14                     |    |
|             | σ            | 0,7                                | 1,6                    | 0,18                  | 0,32       | 0,26                   | 0,51                               | 15                                 | 89         | 2          | 10         | 6                      | 17         | 58                                 | 3                      |    |
|             | VNSP-63      | 14,6                               | 71,8                   | 2,70                  | 1,82       | 0,73                   | 4,39                               | 110                                | 407        | 15         | 143        | 167                    | 53         | 457                                | 7                      |    |
|             | σ            | 0,3                                | 3,8                    | 0,06                  | 0,03       | 0,13                   | 0,26                               | 17                                 | 51         | 1          | 12         | 6                      | 3          | 15                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-64      | 19,1                               | 60,3                   | 3,26                  | 1,79       | 0,77                   | 6,09                               | 153                                | 507        | 22         | 217        | 167                    | 79         | 477                                | 7                      |    |
|             | σ            | 0,6                                | 0,2                    | 0,18                  | 0,04       | 0,07                   | 0,16                               | 12                                 | 47         | 1          | 12         | 12                     | 4          | 38                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-65      | 18,5                               | 64,2                   | 3,00                  | 2,66       | 0,84                   | 6,29                               | 133                                | 693        | 22         | 233        | 180                    | 65         | 640                                | 10                     |    |
|             | σ            | 1,1                                | 1,5                    | 0,12                  | 0,24       | 0,08                   | 0,34                               | 12                                 | 70         | 1          | 15         | 10                     | 7          | 26                                 | 3                      |    |
|             | VNSP-66      | 18,0                               | 57,2                   | 2,91                  | 1,70       | 0,79                   | 5,67                               | 127                                | 527        | 21         | 238        | 197                    | 66         | 473                                | 9                      |    |
|             | σ            | 0,7                                | 1,3                    | 0,14                  | 0,11       | 0,09                   | 0,26                               | 15                                 | 12         | 1          | 3          | 15                     | 4          | 15                                 | 2                      |    |
|             | VNSP-67      | 18,6                               | 61,9                   | 2,56                  | 2,55       | 0,92                   | 6,53                               | 140                                | 440        | 24         | 173        | 170                    | 56         | 493                                | 9                      |    |
|             | σ            | 1,3                                | 1,8                    | 0,34                  | 0,14       | 0,38                   | 0,42                               | 10                                 | 95         | 2          | 12         | 0                      | 2          | 31                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-68      | 16,4                               | 58,8                   | 1,91                  | 2,13       | 1,05                   | 10,80                              | 207                                | 373        | 38         | 123        | 122                    | 66         | 350                                | 13                     |    |
|             | σ            | 0,2                                | 0,6                    | 0,11                  | 0,07       | 0,19                   | 0,40                               | 15                                 | 35         | 1          | 6          | 3                      | 5          | 20                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-69      | 18,8                               | 63,5                   | 3,20                  | 2,04       | 0,81                   | 5,86                               | 180                                | 357        | 21         | 193        | 173                    | 51         | 563                                | 8                      |    |
|             | σ            | 0,3                                | 0,6                    | 0,11                  | 0,12       | 0,08                   | 0,13                               | 10                                 | 21         | 1          | 25         | 6                      | 10         | 118                                | 1                      |    |
|             | VNSP-70      | 18,2                               | 58,7                   | 3,32                  | 3,39       | 0,69                   | 6,97                               | 150                                | 397        | 24         | 177        | 160                    | 51         | 443                                | 9                      |    |
|             | σ            | 1,0                                | 3,2                    | 0,18                  | 0,09       | 0,04                   | 0,10                               | 30                                 | 64         | 1          | 12         | 10                     | 1          | 45                                 | 2                      |    |
|             | VNSP-71      | 17,8                               | 62,3                   | 2,34                  | 2,43       | 1,23                   | 4,68                               | 123                                | 480        | 17         | 260        | 143                    | 61         | 683                                | 8                      |    |
|             | σ            | 1,3                                | 2,5                    | 0,09                  | 0,07       | 0,51                   | 0,07                               | 6                                  | 106        | 1          | 10         | 9                      | 4          | 12                                 | 2                      |    |
|             | VNSP-72      | 18,5                               | 60,0                   | 2,50                  | 2,36       | 1,01                   | 4,94                               | 140                                | 365        | 18         | 245        | 165                    | 58         | 625                                | 7                      |    |
|             | σ            | 1,1                                | 0,8                    | 0,10                  | 0,09       | 0,12                   | 0,20                               | 14                                 | 7          | 0          | 7          | 7                      | 1          | 49                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-73      | 18,6                               | 57,0                   | 3,06                  | 2,08       | 0,65                   | 5,91                               | 140                                | 530        | 22         | 200        | 183                    | 90         | 443                                | 8                      |    |
|             | σ            | 1,3                                | 1,7                    | 0,52                  | 0,02       | 0,03                   | 0,38                               | 10                                 | 53         | 1          | 10         | 12                     | 8          | 25                                 | 2                      |    |
|             | VNSP-74      | 20,9                               | 54,5                   | 3,37                  | 4,29       | 1,11                   | 9,60                               | 153                                | 1553       | 34         | 233        | 170                    | 333        | 610                                | 12                     |    |
|             | σ            | 1,1                                | 0,6                    | 0,11                  | 0,37       | 0,03                   | 0,49                               | 6                                  | 370        | 2          | 21         | 10                     | 15         | 35                                 | 3                      |    |
|             | <b>Média</b> | 18,4                               | 60,6                   | 2,53                  | 2,55       | 0,97                   | 6,86                               | 143                                | 682        | 25         | 192        | 146                    | 103        | 521                                | 9                      |    |
|             | σ            | 2,1                                | 5,0                    | 0,55                  | 1,07       | 0,52                   | 1,68                               | 22                                 | 768        | 6          | 40         | 40                     | 110        | 171                                | 2                      |    |
| <b>Lisa</b> |              | <b>% (m/m)</b>                     |                        |                       |            |                        |                                    | <b>ppm</b>                         |            |            |            |                        |            |                                    |                        |    |
|             |              | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>SiO<sub>2</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>TiO<sub>2</sub></b> | <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>MnO</b> | <b>CoO</b> | <b>ZnO</b> | <b>Rb<sub>2</sub>O</b> | <b>SrO</b> | <b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>ThO<sub>2</sub></b> |    |
|             |              | VNSP-75                            | 18,7                   | 66,8                  | 3,03       | 1,43                   | 0,63                               | 5,81                               | 150        | 190        | 21         | 136                    | 173        | 64                                 | 333                    | 8  |
|             |              | σ                                  | 1,3                    | 3,8                   | 0,57       | 0,06                   | 0,09                               | 0,61                               | 35         | 30         | 2          | 24                     | 15         | 6                                  | 21                     | 1  |
|             |              | VNSP-76                            | 14,4                   | 75,8                  | 2,42       | 1,83                   | 0,53                               | 4,90                               | 100        | 343        | 18         | 150                    | 143        | 57                                 | 367                    | 7  |
|             |              | σ                                  | 1,8                    | 2,8                   | 0,31       | 0,34                   | 0,14                               | 0,38                               | 10         | 75         | 1          | 26                     | 4          | 4                                  | 38                     | 3  |
|             |              | VNSP-77                            | 13,9                   | 45,2                  | 2,37       | 20,80                  | 0,73                               | 5,05                               | 130        | 340        | 19         | 150                    | 183        | 113                                | 527                    | 11 |
|             |              | σ                                  | 1,1                    | 1,0                   | 0,17       | 2,86                   | 0,07                               | 0,23                               | 10         | 20         | 1          | 10                     | 6          | 6                                  | 25                     | 1  |
|             |              | VNSP-78                            | 15,4                   | 74,6                  | 3,01       | 1,46                   | 0,53                               | 4,86                               | 120        | 273        | 17         | 167                    | 183        | 59                                 | 380                    | 7  |
|             |              | σ                                  | 0,9                    | 1,4                   | 0,23       | 0,07                   | 0,02                               | 0,23                               | 10         | 25         | 1          | 15                     | 6          | 5                                  | 35                     | 1  |
|             |              | VNSP-79                            | 17,2                   | 66,3                  | 2,70       | 2,41                   | 0,57                               | 5,57                               | 120        | 413        | 21         | 147                    | 210        | 58                                 | 437                    | 8  |
|             |              | σ                                  | 0,7                    | 1,8                   | 0,47       | 0,13                   | 0,02                               | 0,19                               | 10         | 6          | 0          | 15                     | 10         | 2                                  | 31                     | 2  |
|             |              | VNSP-80                            | 15,8                   | 67,5                  | 3,11       | 3,51                   | 0,94                               | 4,37                               | 110        | 303        | 16         | 187                    | 180        | 94                                 | 693                    | 6  |
|             |              | σ                                  | 2,0                    | 4,4                   | 0,40       | 0,25                   | 0,48                               | 0,16                               | 10         | 32         | 1          | 6                      | 17         | 3                                  | 93                     | 1  |
|             |              | VNSP-81                            | 16,2                   | 70,4                  | 2,69       | 2,76                   | 0,79                               | 5,62                               | 130        | 353        | 20         | 187                    | 197        | 56                                 | 523                    | 9  |
|             | σ            | 1,4                                | 3,2                    | 0,33                  | 0,15       | 0,32                   | 0,44                               | 0                                  | 42         | 2          | 12         | 12                     | 2          | 58                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-82      | 13,5                               | 71,7                   | 2,33                  | 2,15       | 0,70                   | 5,29                               | 107                                | 430        | 20         | 160        | 160                    | 63         | 480                                | 7                      |    |
|             | σ            | 0,1                                | 0,7                    | 0,13                  | 0,14       | 0,25                   | 0,30                               | 6                                  | 62         | 1          | 17         | 10                     | 3          | 44                                 | 1                      |    |
|             | VNSP-83      | 13,6                               | 68,1                   | 3,27                  | 1,70       | 0,35                   | 3,48                               | 100                                | 267        | 13         | 127        | 140                    | 59         | 310                                | 6                      |    |

|                        |                                    |                        |                       |            |                        |                                    |                                    |            |            |            |                        |            |                                    |                        |    |
|------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------------------------------|------------------------|----|
| $\sigma$               | 0,7                                | 4,5                    | 0,38                  | 0,13       | 0,02                   | 0,26                               | 10                                 | 12         | 1          | 5          | 3                      | 6          | 26                                 | 1                      |    |
| VNSP-84                | 14,2                               | 31,9                   | 0,27                  | 23,20      | 1,06                   | 11,83                              | 243                                | 367        | 41         | 73         | 30                     | 71         | 403                                | 17                     |    |
| $\sigma$               | 0,5                                | 1,3                    | 0,01                  | 0,53       | 0,20                   | 0,49                               | 6                                  | 21         | 2          | 12         | 5                      | 4          | 12                                 | 3                      |    |
| VNSP-85                | 16,1                               | 49,9                   | 3,69                  | 13,70      | 0,81                   | 6,45                               | 157                                | 1677       | 23         | 157        | 203                    | 103        | 500                                | 9                      |    |
| $\sigma$               | 0,7                                | 2,2                    | 0,21                  | 1,71       | 0,09                   | 0,09                               | 15                                 | 227        | 0          | 6          | 6                      | 1          | 30                                 | 1                      |    |
| VNSP-86                | 12,1                               | 36,1                   | 1,92                  | 21,23      | 0,59                   | 5,32                               | 107                                | 1670       | 19         | 160        | 147                    | 104        | 437                                | 12                     |    |
| $\sigma$               | 0,6                                | 2,3                    | 0,09                  | 0,80       | 0,08                   | 0,09                               | 6                                  | 137        | 1          | 10         | 20                     | 8          | 64                                 | 1                      |    |
| VNSP-87                | 17,7                               | 54,0                   | 2,11                  | 3,41       | 1,94                   | 10,57                              | 143                                | 987        | 37         | 163        | 88                     | 320        | 643                                | 13                     |    |
| $\sigma$               | 0,5                                | 1,2                    | 0,27                  | 0,21       | 0,38                   | 0,74                               | 23                                 | 157        | 2          | 6          | 9                      | 0          | 35                                 | 2                      |    |
| <b>Média</b>           | 15,3                               | 59,9                   | 2,53                  | 7,66       | 0,78                   | 6,09                               | 132                                | 586        | 22         | 151        | 157                    | 94         | 464                                | 9                      |    |
| $\sigma$               | 1,9                                | 14,8                   | 0,84                  | 8,65       | 0,40                   | 2,39                               | 38                                 | 519        | 8          | 29         | 50                     | 71         | 114                                | 3                      |    |
| <b>Outra decoração</b> | <b>% (m/m)</b>                     |                        |                       |            |                        |                                    | <b>ppm</b>                         |            |            |            |                        |            |                                    |                        |    |
|                        | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>SiO<sub>2</sub></b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>CaO</b> | <b>TiO<sub>2</sub></b> | <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>MnO</b> | <b>CoO</b> | <b>ZnO</b> | <b>Rb<sub>2</sub>O</b> | <b>SrO</b> | <b>Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>ThO<sub>2</sub></b> |    |
|                        | VNSP-88                            | 13,6                   | 52,4                  | 2,53       | 10,46                  | 0,72                               | 5,87                               | 137        | 417        | 21         | 183                    | 145        | 173                                | 417                    | 10 |
|                        | $\sigma$                           | 1,1                    | 2,2                   | 0,44       | 2,55                   | 0,10                               | 0,39                               | 6          | 23         | 1          | 15                     | 8          | 16                                 | 6                      | 1  |
|                        | VNSP-89                            | 21,2                   | 40,5                  | 1,66       | 3,64                   | 1,64                               | 8,64                               | 103        | 930        | 30         | 120                    | 72         | 303                                | 500                    | 9  |
|                        | $\sigma$                           | 1,1                    | 1,5                   | 0,10       | 0,10                   | 0,43                               | 0,18                               | 6          | 157        | 1          | 10                     | 4          | 15                                 | 26                     | 2  |
|                        | VNSP-90                            | 21,0                   | 40,4                  | 0,80       | 6,57                   | 2,60                               | 14,53                              | 160        | 1910       | 49         | 250                    | 56         | 527                                | 900                    | 20 |
|                        | $\sigma$                           | 0,7                    | 3,2                   | 0,16       | 0,31                   | 0,48                               | 0,59                               | 26         | 286        | 1          | 17                     | 6          | 40                                 | 100                    | 3  |
|                        | VNSP-91                            | 12,6                   | 47,2                  | 2,71       | 17,10                  | 0,78                               | 6,35                               | 127        | 1933       | 23         | 150                    | 125        | 86                                 | 427                    | 11 |
|                        | $\sigma$                           | 1,6                    | 0,8                   | 0,72       | 2,76                   | 0,11                               | 0,38                               | 6          | 218        | 2          | 17                     | 14         | 3                                  | 12                     | 3  |
|                        | VNSP-92                            | 22,3                   | 48,7                  | 1,72       | 4,39                   | 2,19                               | 13,70                              | 160        | 1385       | 47         | 200                    | 82         | 365                                | 795                    | 16 |
|                        | $\sigma$                           | 0,5                    | 1,3                   | 0,12       | 0,28                   | 0,40                               | 1,27                               | 14         | 332        | 3          | 14                     | 11         | 7                                  | 148                    | 0  |
|                        | VNSP-93                            | 9,5                    | 25,3                  | 0,35       | 37,53                  | 1,01                               | 6,58                               | 160        | 340        | 23         | 88                     | 14         | 55                                 | 347                    | 17 |
|                        | $\sigma$                           | 1,1                    | 0,9                   | 0,01       | 0,67                   | 0,11                               | 1,00                               | 26         | 17         | 3          | 16                     | 1          | 2                                  | 15                     | 2  |
|                        | VNSP-94                            | 17,6                   | 43,9                  | 1,87       | 3,60                   | 2,61                               | 13,63                              | 167        | 1160       | 47         | 147                    | 93         | 300                                | 867                    | 17 |
|                        | $\sigma$                           | 0,4                    | 1,7                   | 0,03       | 0,03                   | 1,06                               | 1,01                               | 25         | 20         | 3          | 6                      | 5          | 17                                 | 58                     | 3  |
|                        | VNSP-95                            | 8,5                    | 24,8                  | 0,46       | 49,13                  | 1,38                               | 3,41                               | 107        | 850        | 13         | 74                     | 16         | 95                                 | 343                    | 18 |
|                        | $\sigma$                           | 1,8                    | 2,2                   | 0,03       | 1,19                   | 0,29                               | 0,07                               | 6          | 130        | 1          | 7                      | 1          | 4                                  | 21                     | 1  |
|                        | VNSP-96                            | 18,0                   | 66,9                  | 2,73       | 1,07                   | 0,57                               | 3,92                               | 97         | 287        | 15         | 157                    | 163        | 54                                 | 297                    | 6  |
|                        | $\sigma$                           | 0,6                    | 3,3                   | 0,18       | 0,16                   | 0,09                               | 0,26                               | 15         | 23         | 1          | 6                      | 6          | 8                                  | 6                      | 1  |
| VNSP-97                | 15,3                               | 63,6                   | 2,48                  | 3,32       | 0,65                   | 4,00                               | 97                                 | 357        | 15         | 210        | 167                    | 61         | 357                                | 6                      |    |
| $\sigma$               | 1,7                                | 4,8                    | 0,27                  | 0,69       | 0,11                   | 0,15                               | 12                                 | 23         | 1          | 26         | 6                      | 2          | 35                                 | 0                      |    |
| VNSP-98                | 7,7                                | 33,9                   | 2,27                  | 37,93      | 0,47                   | 3,84                               | 93                                 | 327        | 14         | 170        | 157                    | 58         | 490                                | 15                     |    |
| $\sigma$               | 0,9                                | 1,2                    | 0,11                  | 0,92       | 0,07                   | 0,15                               | 6                                  | 50         | 0          | 0          | 6                      | 3          | 115                                | 2                      |    |
| <b>Média</b>           | 15,2                               | 44,3                   | 1,78                  | 15,89      | 1,33                   | 7,68                               | 128                                | 900        | 27         | 159        | 99                     | 189        | 522                                | 13                     |    |
| $\sigma$               | 5,2                                | 13,6                   | 0,88                  | 17,29      | 0,81                   | 4,32                               | 30                                 | 628        | 14         | 52         | 56                     | 161        | 223                                | 5                      |    |

Estes resultados da determinação das concentrações químicas foram analisados estatisticamente, apresentando-se na Figura 6.2 o diagrama resultante da análise em componentes principais. Com os eixos azuis podem ver-se a distribuição e a correlação que existem entre os óxidos quantificados. Sobre esta distribuição estão projetadas as 98 amostras em estudo, onde se pode denotar a formação de três grupos principais: o grupo, que se denominou "A", a vermelho, ao qual estão associadas maiores concentrações de alumínio, ferro e titânio; o grupo "B", a verde, associado a maiores teores de silício, potássio

e rubídio; e o grupo "C", a azul, comportando apenas quatro amostras, que se destacam por possuírem altos teores de cálcio.

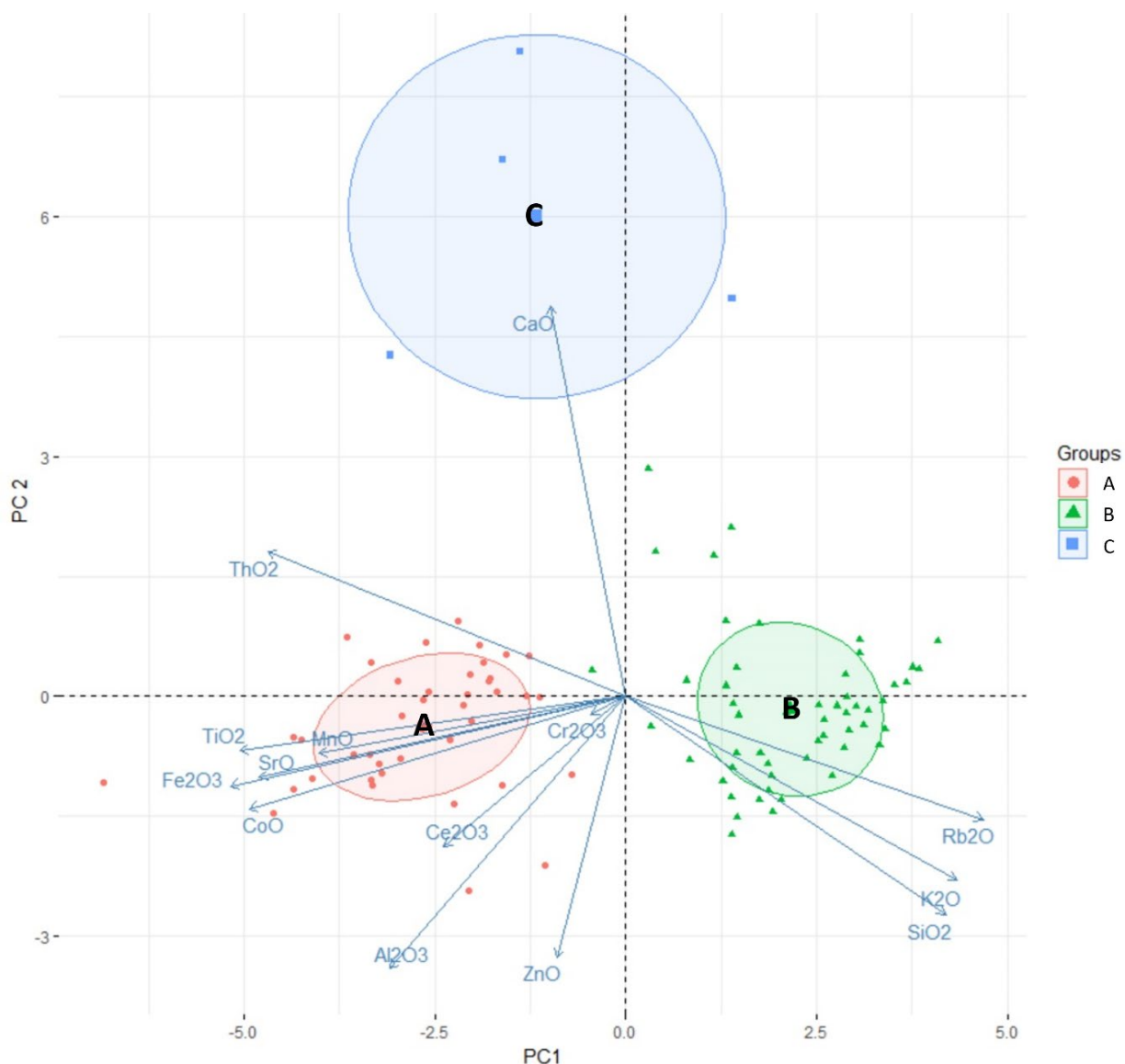


Figura 6.2: Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química das diversas amostras de cerâmica de VNSP analisadas.

Com o dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente (Figura 6.3), pode analisar-se a similaridade entre grupos e, no limite, entre duas amostras, mostrando quais as que terão uma composição química mais semelhante entre si. Pode também observar-se que, por exemplo, composicionalmente o grupo "C" se assemelha mais ao grupo "A" do que ao grupo "B".

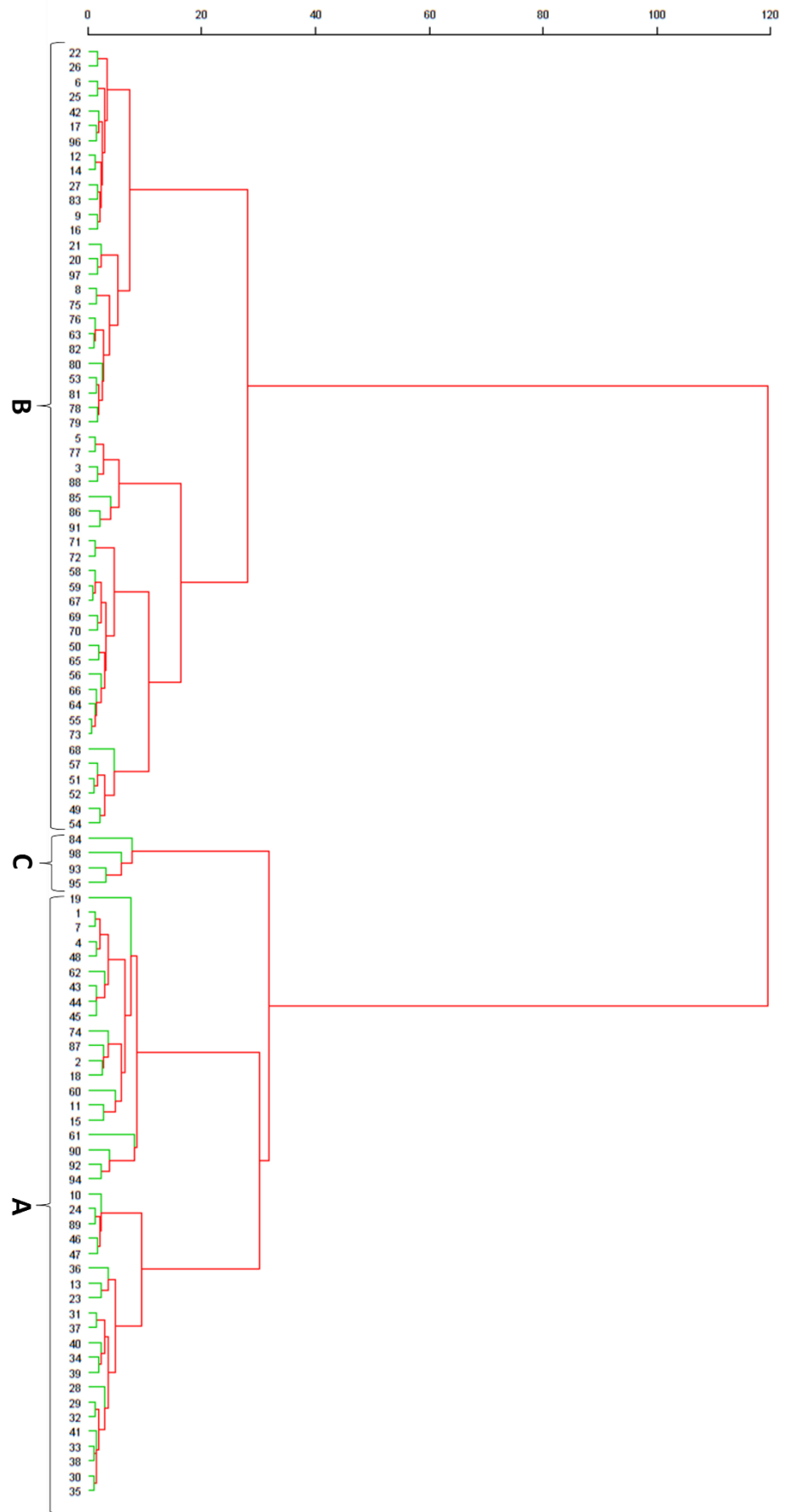


Figura 6.3: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do mesmo conjunto de resultados de VNSP, constante da Figura 6.2.

De uma forma simplificada e expedita, na Figura 6.4 apresentam-se os resultados da análise multivariada, de forma a estes serem mais facilmente visualizados e interpretados.

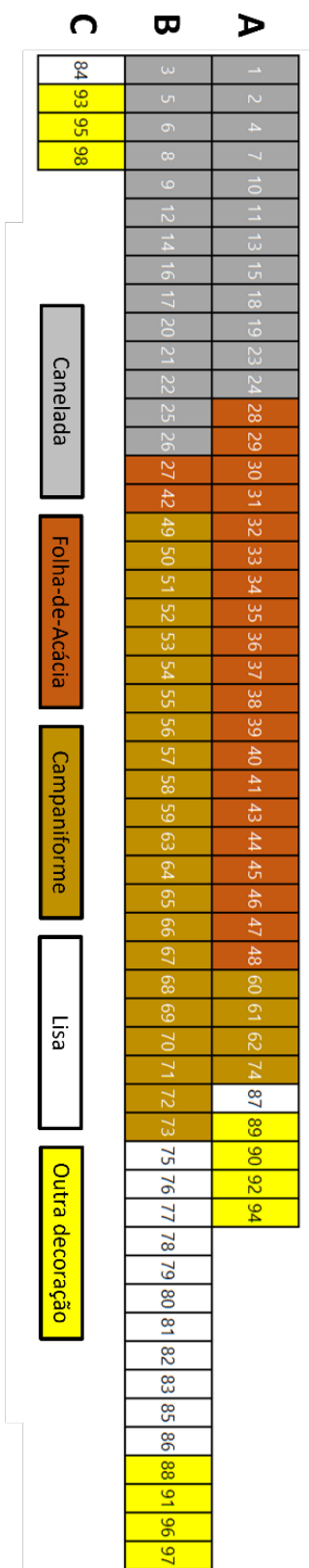


Figura 6.4: Grupos formados pela análise multivariada da composição química das cerâmicas de VNSP (ver Figuras 6.2 e 6.3).

### 6.1.1.3 Análise mineralógica

A análise mineralógica foi efetuada a 26 amostras de todos os subgrupos de composição química em que se subdividiu toda a cerâmica analisada de VNSP, os quais foram determinados pela análise estatística multivariada. Estas amostras foram selecionadas tendo em conta, essencialmente, as composições químicas dos diferentes grupos determinados pela análise estatística multivariada e, dentro de cada grupo, as diferentes tipologias tipologias/decorações que os integram, bem como as grandes marcas texturais tais como a cor das pastas e/ou a geometria ou tamanho das inclusões, como já referido no Capítulo 5 ("Métodos", ponto 5.2.2).

Os principais grupos mineralógicos presentes nas amostras foram identificados e semi-quantificados por XRD, sendo estes o quartzo, os feldspatos, entre eles a plagioclase (calco-sódica), os filossilicatos, a calcite e os oxi-hidróxidos de ferro. Também foram identificadas em algumas amostras, piroxenas e anfíbolos em pequenas quantidades. A Figura 6.5 apresenta uma sobreposição de todos os difractogramas, o que permite fazer uma rápida comparação entre a composição mineralógica das mesmas.

Para se saber que elementos não-plásticos existem na cerâmica e, também, quais poderão eventualmente ter sido adicionados à argila enquanto têmpera, foi fundamental recorrer à microscopia petrográfica efetuada através de lâminas delgadas (exemplos representativos de lâminas delgadas são dados na Figura 6.6 e a identificação das inclusões pode ser consultada no Anexo C.1). Com esta análise foram identificados como principais elementos não-plásticos quartzo, feldspatos, biotite, calcite e minerais opacos. No entanto, a microscopia petrográfica não permite identificar estes minerais opacos, por não possibilitarem a transmissão de luz, pelo que se fez também uso da microespectroscopia Raman para proceder a essa identificação.

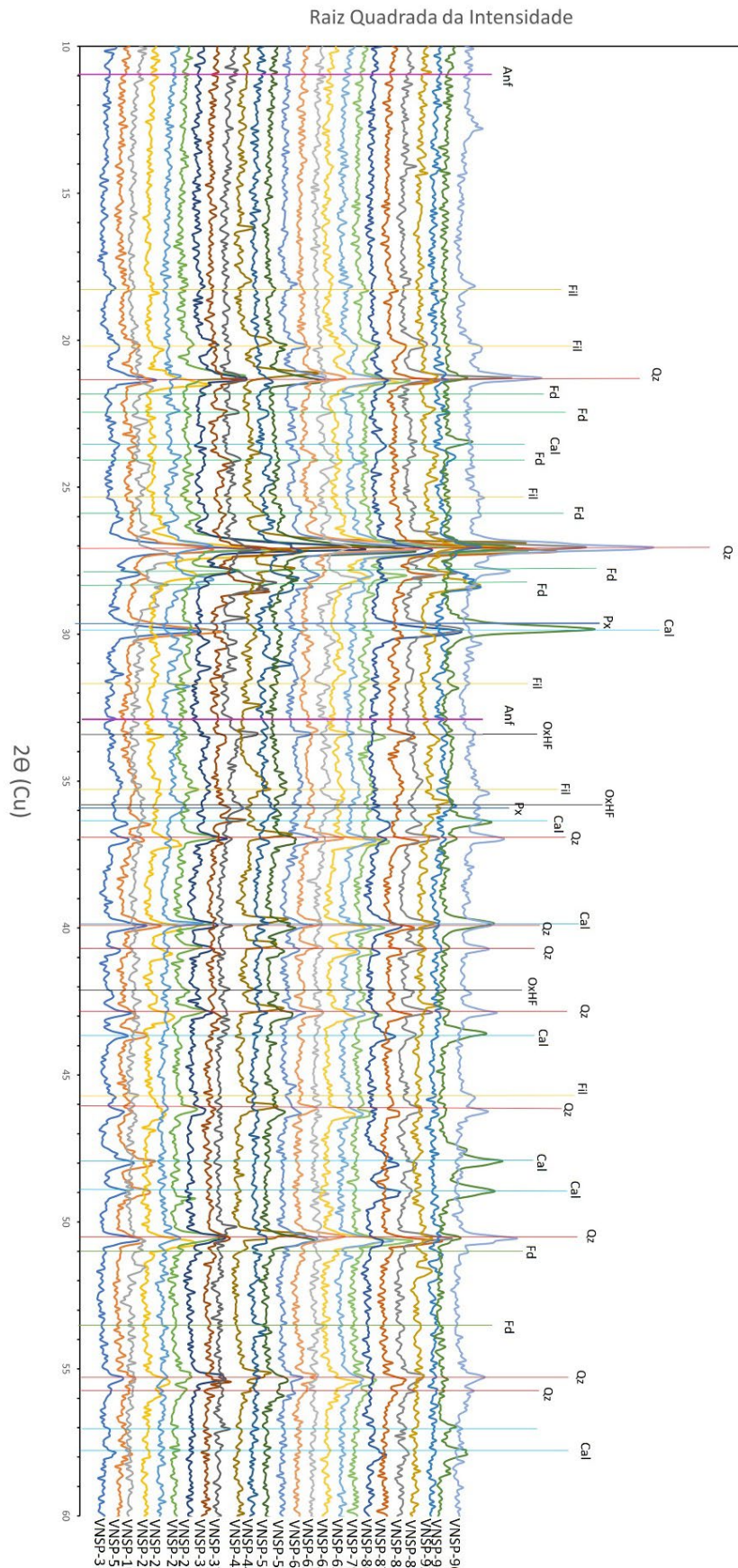


Figura 6.5: Sobreposição dos difractogramas adquiridos por XRD para as amostras selecionadas de VNSP. Qz – Quartzo; Cal – Calcite; Fd – Feldspates; Fil – Filossilicatos; OxHF – Oxi-hidróxidos de Ferro; Anf – Anfíbolos; Px – Piroxenas.

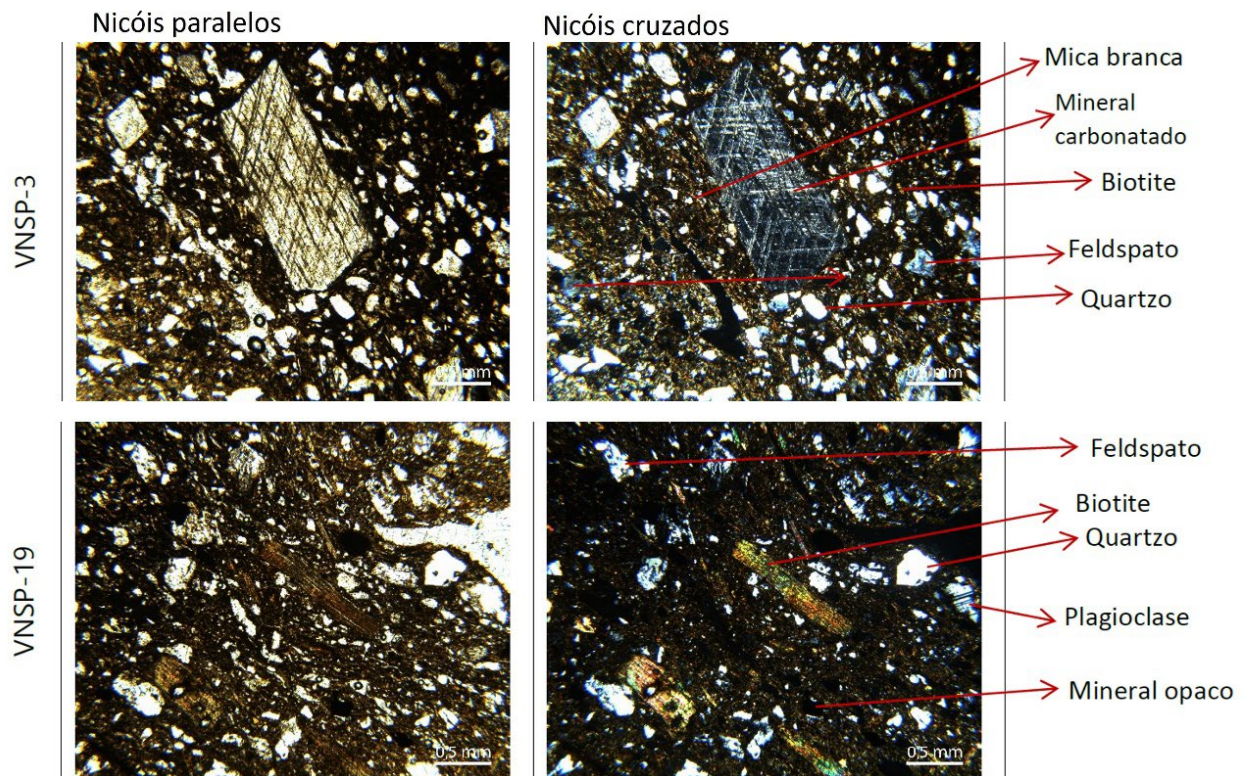


Figura 6.6: Exemplo de duas lâminas delgadas de cerâmica de VNSP observadas ao microscópio petrográfico, com nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).

A microespectroscopia Raman permitiu, assim, não só identificar vários minerais opacos (sobretudo magnetite), mas também outros minerais e compostos que apareciam de forma esporádica nas secções transversais das amostras cerâmicas e que se podiam considerar como “raros” na amostragem efetuada, os quais apresentavam cores muito específicas, como dourados e azuis (Figura 6.7).

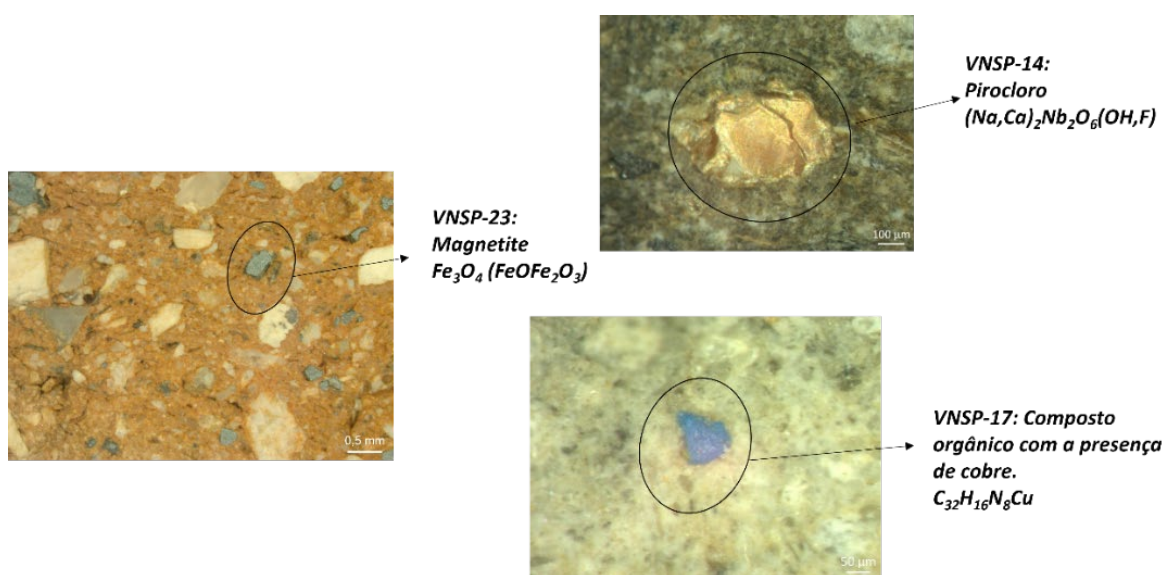


Figura 6.7: Alguns minerais e compostos identificados pela microespectroscopia Raman nas amostras de VNSP.

Na Tabela 6.4 são apresentados os resultados da análise mineralógica efetuada, conjugando os resultados obtidos com as três técnicas atrás referidas.

*Tabela 6.4: Análise mineralógica de 26 amostras de VNSP (Ab – Albite; Act - Actinolite; An – Anortite; Anf – Anfíbola; Ant - Anatase; Aug – Augite; Bt - Biotite; Cal – Calcite; Clo - Clorite; Epd - Epidoto; Fil - Filossilicatos; Fld - Feldspatos; Hem – Hematite; Ilm - Ilmenite; K - Feldspatos Potássicos; Mag – Magnetite; Mc – Microclina; Ms – Moscovite; Op - Minerais Opacos; Or – Ortóclase; OxHF - Oxi-Hidróxidos de Ferro; Plg - Plagioclases; Px - Piroxenas; Qz – Quartzo; Rch - Richterite; San - Sanidine; Tr - Tremolite. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parenteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado.*

|                 |         | Semi-quantificação realizada através da difração de raios X |            |                |         |                         |           |   | Estruturas cristalinas identificadas por XRD, mic. petrográfico e mic. Raman |
|-----------------|---------|---|------------|----------------|---------|-------------------------|-----------|---|--|
|                 |         | Quartzo   | Feldspatos | Filossilicatos | Calcite | Oxi-hidroxidos de ferro | Piroxenas | Anfíbolos   |  |
| Canelada        | VNSP-3  | xxxx  | x          | x              | xxx     | x                       | -         | -   | Cal, Fil(Ms,Bt,Clo), Fld(Or), OxHF(Hem), Qz                                  |
|                 | VNSP-5  | xxx   | x          | x              | xxx     | x                       | -         | -   | Cal, Fil(Ms), Fld(San,Plg), OxHF(Hem), Qz                                    |
|                 | VNSP-19 | xx  | x          | x              | -       | -                       | -         | x   | Anf(Tr), Fil(Bt, Clo), Fld(Plg, San), Op, Qz                                 |
|                 | VNSP-22 | xxxx  | xx         | x              | -       | x                       | -         | -   | Fld(Plg, San), Fil, OxHF(Hem), Qz  |
|                 | VNSP-23 | xx  | xx         | x              | -       | x                       | -         | -   | Epd, Fil(Ms, Bt, Clo), Fld(Ab, An, K), Op, OxHF(Hem, Mag), Qz                |
| VNSP-26         | xxxx    | xx  | x          | -              | -       | -                       | -         | Fil, Fld(Mc), Qz                                      |  |
| Folha-de-Ácacia | VNSP-27 | xxxx  | xx         | x              | -       | v                       | -         | -   | Fil(Bt, Clo, Ms), Fld(Mc, Plg) OxHF(Hem), Qz                                 |
|                 | VNSP-31 | xxx   | xx         | x              | -       | x                       | -         | x   | Anf(Act), Fil(Bt), Fld(Ab, K), Op, OxHF(Hem, Ilm), Qz                        |
|                 | VNSP-37 | x   | xx         | x              | -       | x                       | -         | x   | Anf, Epd, Fil(Bt, Clo), Fld(Ab, An, K), Op, OxHF, Qz                         |
|                 | VNSP-42 | xxxx  | xx         | x              | -       | -                       | -         | -   | Epd, Fil, Fld(Mc), Qz  |
| VNSP-44         | xx      | xx  | x          | -              | x       | v                       | -         | Fil(Bt), Fld(Ab, Or, San), Op, OxHF(Hem), Px(Aug), Qz |  |
| Campaniforme    | VNSP-53 | xxxx  | x          | x              | -       | -                       | -         | -   | Fil(Ms), Fld(Ab, Or), Qz   |
|                 | VNSP-56 | xxxx  | x          | x              | -       | x                       | -         | -   | Fil(Ms), Fld(Ab, An, Or), Op, OxHF, Qz                                       |
|                 | VNSP-61 | xxxx  | x          | x              | -       | x                       | -         | -   | Fil(Bt, Clo), Fld(Mc, Plg), OxHF(Hem), Qz                                    |
|                 | VNSP-62 | x   | xx         | v              | -       | -                       | x         | x   | Anf(Act), Fil(Bt), Fld(Ab, K), Op, Px(Aug), Qz                               |
|                 | VNSP-63 | xxxx  | xx         | x              | -       | x                       | -         | -   | Fil, Fld(San), Op, OxHF(Hem), Qz   |
|                 | VNSP-65 | xxxx  | x          | x              | -       | -                       | -         | -   | Fil(Ms), Fld(Ab, An, Or), Qz   |
| Lisa            | VNSP-79 | xxxx  | x          | x              | -       | x                       | -         | -   | Fil, FldK (Or), OxHF, Qz   |
|                 | VNSP-86 | xx  | x          | v              | xxx     | -                       | -         | -   | Cal, Fil, Fld(K, Ab), Qz   |
|                 | VNSP-87 | xxx   | xxx        | v              | -       | v                       | x         | -   | Fil, Fld(Ab, Or), Op, OxHF(Hem), Px(Aug), Qz                                 |
| Outra decoração | VNSP-88 | xxxx  | xx         | x              | xx      | v                       | -         | -   | Cal, Fil, Fld(Mc, Plg), OxHF, Qz   |
|                 | VNSP-89 | xx  | xx         | x              | -       | x                       | x         | -   | Epd, Fil(Bt), Fld(Ab, And), Op, OxHF(Hem, Ilm), Px(Aug), Qz                  |
|                 | VNSP-92 | xx  | xx         | v              | -       | v                       | -         | -   | Epd, Fil(Bt), Fld(Ab, And, K), Op, OxHF(Ilmm), Qz                            |
|                 | VNSP-95 | xxx   | x          | v              | xxxx    | -                       | -         | -   | Cal, Fil, Fld(Plg), Qz   |
|                 | VNSP-96 | xxxx  | xx         | x              | -       | x                       | -         | -   | Fil(Ms), Fld(Mc), OxHF, Qz   |
|                 | VNSP-98 | xx  | x          | x              | xxx     | x                       | -         | -   | Cal, Fil, Fld(Ab), Op, OxHF(Hem), Qz   |

#### 6.1.1.4. Análises dos depósitos argilosos de VNSP

Na Tabela 6.5 apresenta-se a composição química das amostras dos possíveis depósitos argilosos identificados e amostrados na zona de influência do sítio arqueológico de VNSP (ver Figura 3.9), obtida também por  $\mu$ -EDXRF.

Tabela 6.5: Composição química das amostras de depósitos sedimentares considerados a priori como argilosos na área de VNSP, obtida por  $\mu$ -EDXRF.

|            | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm                            |     |     |     |                   |     |                                |                  |
|------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|            | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| ArgVNSP    | 1.68                           | 7.70             | 0.73             | 83.5 | 0.18             | 1.26                           | 40                             | 230 | 5   | 135 | 37                | 66  | 100                            | 21               |
| $\sigma$   | 0.3                            | 1.1              | 0.11             | 4.95 | 0.01             | 0.07                           | 0                              | 28  | 1   | 21  | 5                 | 10  | 14                             | 3                |
| Depósito 1 | 13.4                           | 59.0             | 2.50             | 20.5 | 0.44             | 4.15                           | 58                             | 205 | 10  | 133 | 85                | 34  | 110                            | 11               |
| $\sigma$   | 0.7                            | 2.8              | 0.00             | 0.71 | 0.15             | 0.35                           | 4                              | 35  | 1   | 52  | 2                 | 4   | 28                             | 2                |
| Depósito 2 | 13.6                           | 45.0             | 2.45             | 31.5 | 1.05             | 5.50                           | 95                             | 325 | 12  | 170 | 89                | 40  | 145                            | 11               |
| $\sigma$   | 1.4                            | 0.0              | 0.21             | 4.95 | 0.49             | 1.27                           | 7                              | 35  | 5   | 28  | 22                | 4   | 7                              | 6                |
| Depósito 3 | 1.58                           | 8.50             | 0.79             | 83.5 | 0.15             | 0.84                           | 31                             | 110 | 2   | 105 | 19                | 59  | 85                             | 23               |
| $\sigma$   | 0.2                            | 0.4              | 0.04             | 6.36 | 0.07             | 0.03                           | 2                              | 14  | 0   | 7   | 1                 | 2   | 3                              | 3                |
| Depósito 4 | 6.10                           | 22.0             | 1.31             | 67.0 | 0.32             | 3.45                           | 60                             | 110 | 7   | 100 | 53                | 63  | 110                            | 21               |
| $\sigma$   | 0.1                            | 4.2              | 0.04             | 4.24 | 0.05             | 0.35                           | 0                              | 0   | 2   | 0   | 11                | 15  | 3                              | 1                |
| Depósito 5 | 15.0                           | 54.0             | 2.50             | 8.30 | 0.50             | 4.35                           | 76                             | 495 | 11  | 170 | 96                | 29  | 130                            | 8                |
| $\sigma$   | 0.6                            | 4.2              | 0.00             | 2.69 | 0.08             | 0.49                           | 6                              | 78  | 1   | 57  | 7                 | 1   | 57                             | 1                |
| Depósito 6 | 15.2                           | 72.5             | 3.10             | 0.57 | 1.10             | 3.80                           | 61                             | 400 | 10  | 160 | 108               | 41  | 145                            | 9                |
| $\sigma$   | 1.1                            | 2.1              | 0.85             | 0.09 | 0.14             | 0.57                           | 0                              | 85  | 0   | 0   | 23                | 4   | 49                             | 2                |

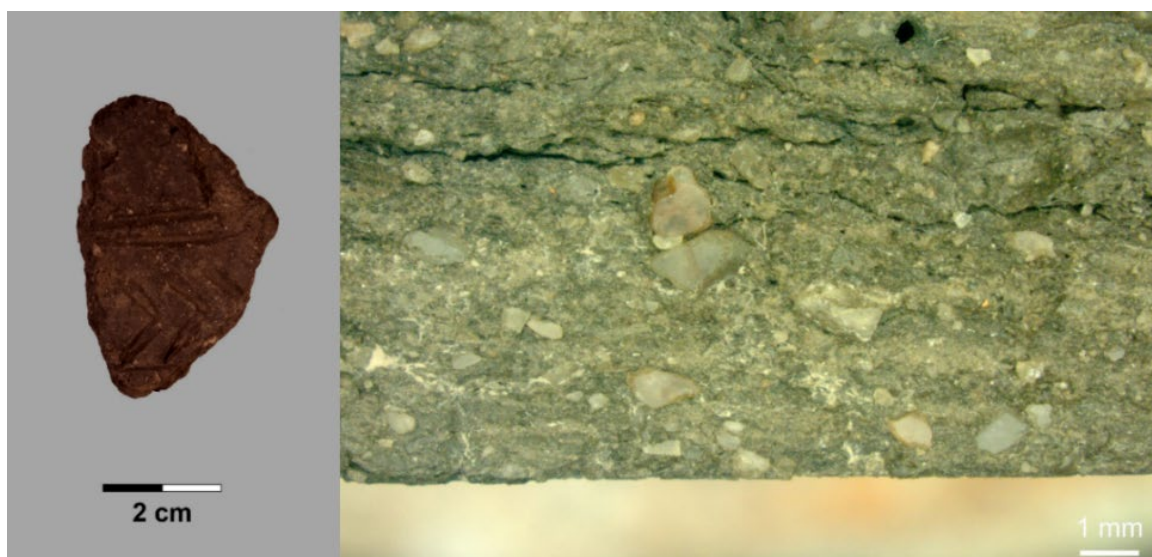
Ao observar os resultados desta análise pode perceber-se que a variável que mais distingue as amostras umas das outras é o teor em cálcio. Verifica-se, até, que algumas destas amostras não são argilas, mas sim calcários degradados, pelo que serão descartadas na discussão que se segue. São os casos da amostra da "argamassa" (ArgVNSP) utilizada na muralha de VNSP e as amostras dos Depósitos-3 e 4. No entanto, tal como se esperava aquando da amostragem, foi possível fazer corresponder a designada "argamassa" a uma das amostras, a do Depósito-3, recolhida mesmo no sopé da colina onde se situa o sítio arqueológico. As duas primeiras amostras (Depósitos-1 e 2), com teores de CaO entre 20 e 35 %, enquadram-se nas designadas argilas calcárias, embora apenas a amostra Depósito-1 apresente teores que se assemelham aos de pastas calcíticas. Por sua vez, as amostras Depósitos-5 e 6, com teores de CaO inferiores a 9 %, enquadram-se nas designadas argilas não-calcárias. As amostras dos depósitos argilosos 1, 2, 5 e 6 foram analisadas mineralogicamente fazendo uso da XRD, cujos resultados se apresentam na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Análise mineralógica por XRD das amostras dos depósitos 1, 2, 5 e 6. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parenteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado.

| Argilas    | Quartzo | Filossilicatos | Calcite | Feldspatos | Oxi-Hidroxidos de Ferro | Piroxenas | Anfíbolos |
|------------|---------|----------------|---------|------------|-------------------------|-----------|-----------|
| Depósito-1 | xxxx    | x              | x       | xx         | v                       | -         | -         |
| Depósito-2 | xxxx    | x              | xx      | x          | x                       | -         | -         |
| Depósito-5 | xxxx    | x              | x       | x          | v                       | -         | -         |
| Depósito-6 | xxxx    | x              | nd      | x          | v                       | -         | -         |

## 6.1.2. Discussão dos dados

Tendo sido analisados 98 fragmentos cerâmicos de VNSP, verifica-se que os fragmentos estão, em geral, em bom estado de conservação e com pastas coesas. Algumas superfícies estão erodidas, mas raros foram os fragmentos difíceis de manusear ou preparar para análise. Entre estes, destaca-se VNSP-42, de todos o fragmento mais friável, cuja secção transversal se apresenta na Figura 6.8.



*Figura 6.8: VNSP-42, fragmento e respetiva secção transversal polida, onde se observa a friabilidade do material.*

Os resultados da análise textural macroscópica, apresentada no Anexo A.2, encontra-se, em conjunto com outros parâmetros (designadamente as formas mais frequentes em cada tipologia decorativa), resumida na Tabela 6.1. Assim, quanto aos acabamentos de superfície, encontram-se sobretudo superfícies que parecem apenas alisadas, num total de 82 fragmentos, perfazendo 84 % do total das amostras (Tabela 6.7). No entanto, consegue-se perfeitamente distinguir o polimento em 9 das amostras, uma aguada em 4, superfície espatulada em 2 (todas elas lisas) e a presença de pasta branca na decoração do fragmento VNSP-61, de cerâmica campaniforme (Figura 6.9). Com a análise mineralógica por microespectroscopia Raman foi possível identificar a presença de fosfato de cálcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) nessa pasta branca, o que indicia que esta terá sido feita à base de ossos (ODRIOZOLA *et al.*, 2012).

Tabela 6.7: Tipos de acabamentos de superfície dos fragmentos de VNSP.

|              |               | Alisada   | Polida   | Espatulada | Aguada   | Pasta branca | Total     |
|--------------|---------------|-----------|----------|------------|----------|--------------|-----------|
| VNSP         | Calc. Inicial | 23        | 3        | -          | -        | -            | 26        |
|              | Calc. Pleno   | 16        | 2        | -          | 4        | -            | 22        |
|              | Calc. Final   | 23        | 2        | -          | -        | 1            | 26        |
|              | Outra dec.    | 11        | -        | -          | -        | -            | 11        |
|              | Lisa          | 9         | 2        | 2          | -        | -            | 13        |
| <b>Total</b> |               | <b>82</b> | <b>9</b> | <b>2</b>   | <b>4</b> | <b>1</b>     | <b>98</b> |

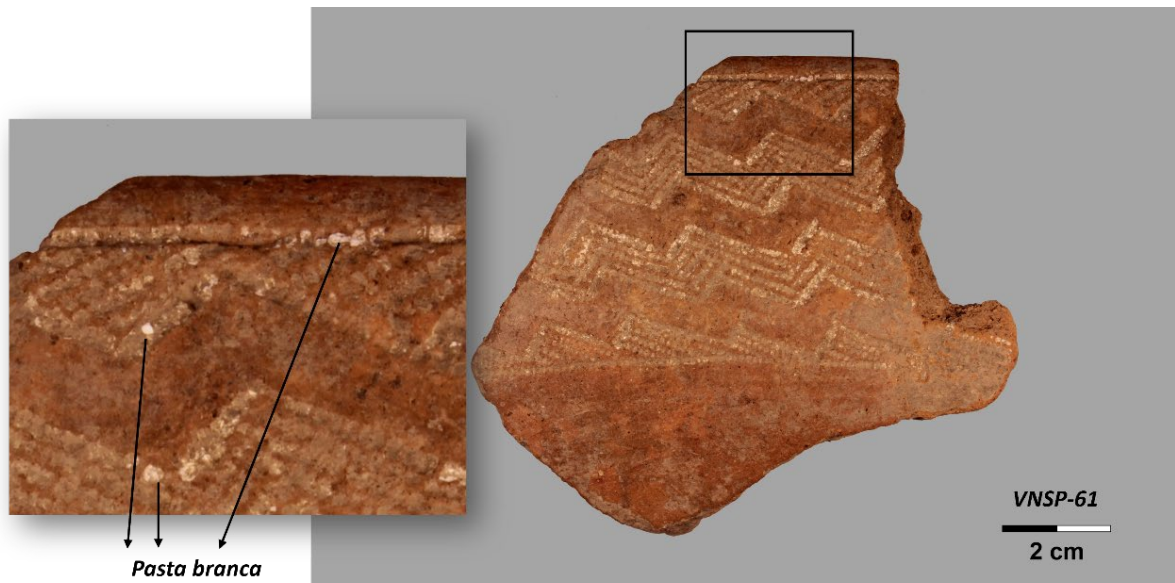


Figura 6.9: VNSP-61, com vestígios de pasta branca a preencher o pontilhado da decoração.

As pastas apresentam uma grande gama de cores (como observado na Figura 6.1), que variam principalmente entre o castanho e o cinzento, por vezes com o núcleo de uma cor e as superfícies de outra, revelando uma variação do ambiente de cozedura em todas as tipologias. Na Tabela 6.8, apresenta-se a relação entre os vários grupos de cor (ver capítulo 5) e as amostras de cada tipologia decorativa, indicando qual é a cor mais frequente, em cada um deles. Assim, em VNSP, o Calcolítico Inicial parece privilegiar a cor acastanhada, o Pleno o acinzentado, enquanto no Calcolítico Final predominam os núcleos escuros com as superfícies acastanhadas. Encontramos ainda um conjunto de 5 amostras com pastas laranjas (grupo 4), distribuídas por todas as cronologias, para além de 10 amostras que apresentam uma coloração que não se enquadra em nenhum dos anteriores, constituindo o que denominámos grupo 5 (ver Anexo A.2).

Tabela 6.8: Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras de VNSP em estudo.

|             |                      | Grupo 1                    | Grupo 2                    | Grupo 3                    | Grupo 4                  | Grupo 5                    | Total                       |
|-------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>VNSP</b> | <b>Calc. Inicial</b> | 10                         | 5                          | 9                          | 2                        | -                          | 26                          |
|             | <b>Calc. Pleno</b>   | 6                          | 9                          | 6                          | 1                        | -                          | 22                          |
|             | <b>Calc. Final</b>   | 2                          | 4                          | 15                         | 1                        | 4                          | 26                          |
|             | <b>Lisa</b>          | 3                          | 3                          | 4                          | 1                        | 2                          | 13                          |
|             | <b>Outra dec.</b>    | 2                          | -                          | 5                          | -                        | 4                          | 11                          |
|             | <b>Total</b>         | <b>23</b><br><b>(24 %)</b> | <b>21</b><br><b>(21 %)</b> | <b>39</b><br><b>(40 %)</b> | <b>5</b><br><b>(5 %)</b> | <b>10</b><br><b>(10 %)</b> | <b>98</b><br><b>(100 %)</b> |

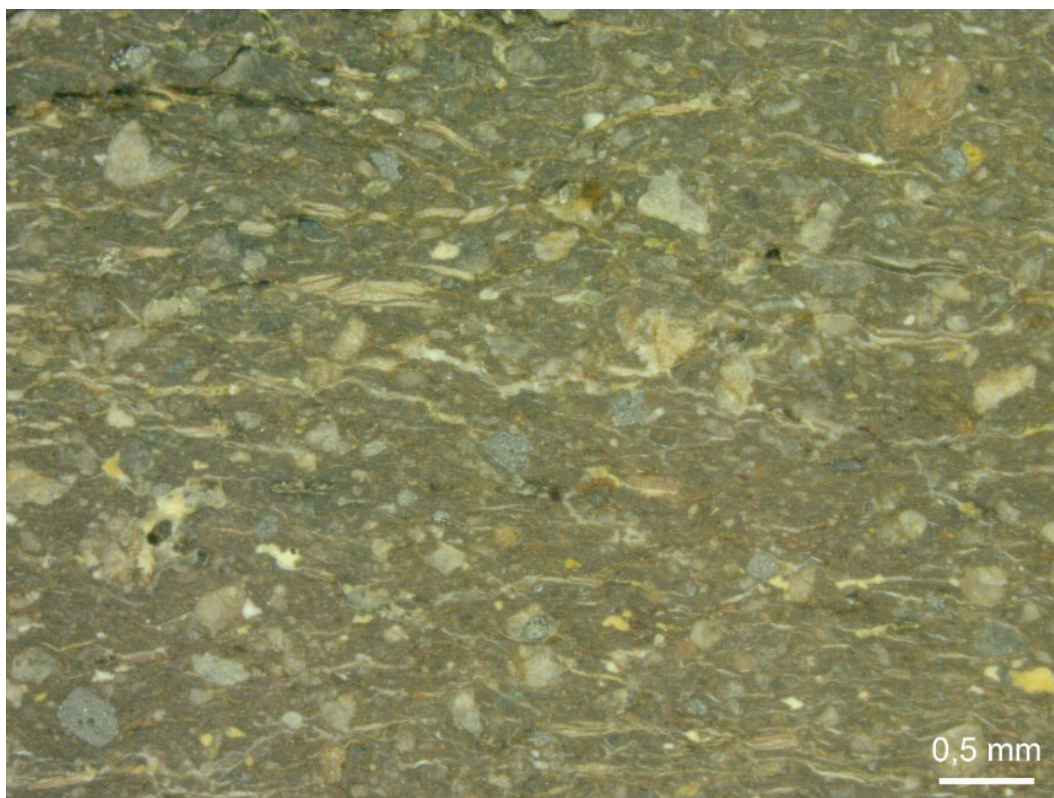
Ainda dentro desta caracterização macroscópica realça-se o facto da cerâmica lisa e a com outra decoração apresentarem uma grande variedade de formas (desde pratos a potes esféricos). Por outro lado, as decorações neste último grupo consistem, principalmente, em incisões.

Com a análise textural microscópica, apresentada atrás na Tabela 6.2 e sumariada abaixo na Tabela 6.9, verifica-se que a distribuição do grão é, de forma geral, não uniforme em todos os períodos, uma vez que se observam aglomerados maiores de inclusões em algumas zonas, podendo tal facto ter duas interpretações - ou a argila recolhida no barreiro não foi devidamente homogeneizada antes de se modelar a pasta e, por isso, os grãos não têm uma distribuição uniforme na mesma, ou, admitindo que alguns destes grãos foram adicionados como têmpera, após a sua adição também não houve uma cuidada homogeneização da pasta. A geometria destes grãos poderia fornecer algumas pistas de qual dos casos se trata, uma vez que os grãos angulares estão maioritariamente associados a têmpera. No entanto encontramos uma grande variedade de geometrias dos mesmos. De todas as secções observadas, apenas duas delas, VNSP-60 e VNSP-66, pertencentes ao grupo das campaniformes, apresentam uma distribuição razoavelmente uniforme das inclusões, ou seja, estas estão distribuídas de forma homogénea, tanto pela matriz, como em termos do tamanho das inclusões, sugerindo então, que nestas, tendo ou não sido adicionada têmpera, tenha sido feita uma boa homogeneização das pastas constituindo, no entanto, casos raros.

*Tabela 6.9: Sumário da análise textural microscópica de VNSP. Tamanho do grão: denso < 0,1 mm; grão fino 0,1 mm–0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm–1 mm; grão médio 1 mm–3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm–10 mm (RIEDERER, 2004, p.153). Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada – facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p.61)*

| Período/<br>Tipologia  | Inclusões    |                  |   |             |
|------------------------|--------------|------------------|---|-------------|
|                        | Distribuição | Geometria        | Tamanho                                   | Porcentagem |
| <b>Canelada</b>        | Não uniforme | 69 % sub-rolado  | Maioritariamente fino (89 % fino)         | 29 %        |
| <b>Folha-de-Acácia</b> | Não uniforme | 73 % sub-angular | Fino a pequeno (50 % fino e 50% pequeno)  | 26 %        |
| <b>Campaniforme</b>    | Não uniforme | 54 % sub-angular | Maioritariamente fino (58 % fino)         | 20 %        |
| <b>Lisa</b>            | Não uniforme | 62 % sub-angular | Fino a pequeno (46 % fino e 39 % pequeno) | 24 %        |
| <b>Outra decoração</b> | Não uniforme | 55 % sub-angular | Denso a pequeno (46 % fino)               | 23 %        |

No entanto, em todos os períodos encontram-se, em certos fragmentos, aquilo a que podemos chamar uma “tendência de orientação” seguida pelas inclusões e pelos próprios poros (Figura 6.9; Tabela 6.10), que remetem para a designada técnica dos rolos na manufatura dos vasos cerâmicos.



*Figura 6.10: Secção transversal do fragmento VNSP-15, onde se observa a orientação horizontal e paralela nas inclusões e poros, podendo indicar que foi utilizada a técnica dos rolos.*

Tabela 6.10: Percentagem de amostras em cada tipologia decorativa onde é perceptível algum tipo de orientação na distribuição das inclusões.

| Tipologia       | Percentagem de amostras com inclusões orientadas. |
|-----------------|---|
| Canelada        | 31 % (8/26)                                       |
| Folha-de-Acácia | 23 % (5/22)                                       |
| Campaniforme    | 31 % (8/26)                                       |
| Lisa            | 39 % (5/13)                                       |
| Outra           | 18 % (2/11)                                       |

A geometria das inclusões que encontramos nas amostras de VNSP não diferem muito de amostra para amostra, encontrando-se a grande maioria entre "sub-rolada" e "sub-angular". As inclusões angulares indiciam uma tempera preparada pelo oleiro, uma vez que esta era obtida a partir de fragmentos grandes de rocha, quebrando-a em pequenos fragmentos (RICE, 1987). Entre as amostras estudadas, as inclusões angulares não são muito comuns. Raramente se encontram nas cerâmicas do Calcolítico Inicial, tendo sido mais utilizadas no Calcolítico Pleno. Esta percentagem volta a decair no Calcolítico Final (onde as formas cerâmicas não são tão volumosas), embora seja mais frequente do que no Calcolítico Inicial. É ainda possível ver em 19 das amostras, distribuídas por todos os grupos, a presença de grãos alongados de cor escura, tendo estes sido identificados como biotite (como se verifica nas lâminas delgadas apresentadas na Figura 6.6).

No que diz respeito ao tamanho do grão, é também na cerâmica com decoração tipo folha-de-acácia que se encontram pastas mais grosseiras, isto é, com inclusões maiores, que acabam por "sustentar" cerâmicas mais robustas, como as analisadas deste período. Todas as amostras de VNSP possuem grãos com tamanho a partir do denso (inferior a 0,1 mm), passando pelo fino e pequeno, sendo que a larga maioria possui grão com tamanho até ao grão médio (entre 1 mm e 3,3 mm). Apenas as amostras VNSP-2 e 15 (canelada), VNSP-34 e 46 (folha-de-acácia), VNSP-56, 60, 64, 69, 71, 72 e 73 (campaniforme) possuem grão até ao tamanho pequeno, não possuindo grão médio, apresentando, por isso, uma matriz mais fina. Por outro lado, as amostras VNSP-3 e 21 (canelada), VNSP-28 e 36 (folha-de-acácia) e VNSP-70 (campaniforme) apresentam, de forma esporádica, grãos grosseiros (tamanho entre os 3,3 mm e os 10 mm).

Já quando olhamos para a percentagem geral dos elementos não-plásticos presentes nas pastas, encontramos grande variação em todas as tipologias. Mas independentemente da sua geometria ou tamanho, parece haver ao longo do tempo um recorrente decréscimo

desta percentagem, podendo este facto estar relacionado com uma melhor depuração das matérias-primas.

No que se refere à cerâmica lisa e à cerâmica com outra decoração, encontra-se grande variedade nos resultados, semelhantes umas vezes aos obtidos com a cerâmica do Calcolítico Inicial, outros com a cerâmica do Calcolítico Pleno e ainda outros, com a cerâmica do Calcolítico Final, o que, aliás, era expectável.

Assim, a análise textural aponta, de forma geral, para que tenham sido aplicadas as mesmas técnicas de conformação ao longo do tempo. As pequenas diferenças observadas poderão resultar simplesmente das diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos integrados nas três tipologias decorativas em causa. Observam-se, no entanto, ligeiras modificações em certos aspetos: a utilização de elementos não-plásticos ligeiramente mais angulares, que terão sido especialmente preparados enquanto têmpera, para a manufatura de cerâmicas mais robustas (como as que encontramos no Calcolítico Pleno) e, ao longo do tempo, uma menor percentagem de grãos grosseiros no seio da matriz, podendo tudo isto constituir indício de uma melhor preparação das matérias-primas.

Tendo sido realizada a análise estatística multivariada dos resultados obtidos para a composição química das amostras cerâmicas resultam dessa análise, como vimos, três grupos de artefactos cerâmicos que, por sua vez, sugerem o uso de, pelo menos, três fontes de matéria-prima para a manufatura da cerâmica de VNSP. Duas delas, terão sido usadas para a cerâmica do Calcolítico Inicial, sendo que a utilizada para o grupo "A", terá continuado a ser utilizada para a maior parte da cerâmica do Calcolítico Pleno, enquanto a outra, relacionada com o grupo "B", terá sido usada também para cerâmica do Calcolítico Final e para a grande maioria da cerâmica lisa. A designada cerâmica com outra decoração, distribui-se pelos três grupos. Na Tabela 6.11 apresentam-se as concentrações médias dos óxidos, para cada um dos três grupos formados, de maneira a serem mais facilmente comparadas. Também a Tabela 6.3, referente aos resultados obtidos pela análise mineralógica, foi reorganizada (Tabela 6.12) consoante os grupos resultantes da análise estatística efetuada aos resultados da análise química, a partir da qual se podem perceber quais as principais diferenças a nível mineralógico entre aqueles grupos. Por fim, na Tabela

6.13, são apresentadas as principais características texturais ou morfológicas de cada um desses mesmos grupos.

Tabela 6.11: Sumário da análise química das amostras cerâmicas de VNSP por grupos e subgrupos revelados pela análise estatística.

|                          | % (m/m)                        |                  |                  |       |                  |                                | ppm                            |      |     |     |                   |     |                                |                  |
|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|                          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO   | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| <b>A Canelada</b>        | 19,0                           | 48,1             | 1,70             | 5,02  | 1,79             | 9,66                           | 110                            | 1336 | 34  | 219 | 77                | 360 | 588                            | 12               |
| <b>A Folha de Acácia</b> | 20,4                           | 46,6             | 1,60             | 4,98  | 1,83             | 10,26                          | 91                             | 1036 | 29  | 184 | 78                | 355 | 401                            | 13               |
| <b>A Campaniforme</b>    | 20,2                           | 54,7             | 2,32             | 4,08  | 1,91             | 9,40                           | 128                            | 2072 | 33  | 173 | 98                | 326 | 816                            | 12               |
| <b>A Lisa</b>            | 17,7                           | 54,0             | 2,11             | 3,41  | 1,94             | 10,57                          | 143                            | 987  | 37  | 163 | 88                | 320 | 643                            | 13               |
| <b>A Outra</b>           | 20,5                           | 43,4             | 1,51             | 4,55  | 2,26             | 12,63                          | 148                            | 1346 | 43  | 179 | 76                | 374 | 765                            | 16               |
| <b>A Média do grupo</b>  | 19,9                           | 47,7             | 1,70             | 4,82  | 1,87             | 10,24                          | 107                            | 1254 | 32  | 192 | 80                | 355 | 538                            | 13               |
| <b>B Canelada</b>        | 14,5                           | 66,0             | 2,83             | 4,13  | 0,59             | 4,07                           | 94                             | 323  | 14  | 165 | 164               | 78  | 377                            | 8                |
| <b>B Folha de Acácia</b> | 14,3                           | 70,4             | 2,68             | 1,50  | 0,54             | 4,58                           | 97                             | 475  | 14  | 157 | 178               | 50  | 253                            | 7                |
| <b>B Campaniforme</b>    | 18,1                           | 61,6             | 2,57             | 2,28  | 0,80             | 6,40                           | 146                            | 430  | 23  | 195 | 154               | 63  | 467                            | 9                |
| <b>B Lisa</b>            | 15,2                           | 62,9             | 2,78             | 6,63  | 0,65             | 5,16                           | 121                            | 569  | 19  | 157 | 175               | 75  | 453                            | 8                |
| <b>B Outra</b>           | 14,9                           | 57,5             | 2,61             | 7,99  | 0,68             | 5,03                           | 114                            | 748  | 18  | 175 | 150               | 93  | 374                            | 8                |
| <b>B Média do grupo</b>  | 16,2                           | 63,1             | 2,69             | 4,07  | 0,70             | 5,35                           | 123                            | 456  | 19  | 176 | 162               | 71  | 426                            | 8                |
| <b>C Lisa</b>            | 14,2                           | 31,9             | 0,27             | 23,20 | 1,06             | 11,83                          | 243                            | 367  | 41  | 73  | 30                | 71  | 403                            | 17               |
| <b>C Outra</b>           | 8,6                            | 28,0             | 1,03             | 41,53 | 0,95             | 4,61                           | 120                            | 506  | 17  | 111 | 62                | 69  | 393                            | 17               |
| <b>C Média do grupo</b>  | 10,0                           | 29,0             | 0,84             | 36,95 | 0,98             | 6,42                           | 151                            | 471  | 23  | 101 | 54                | 70  | 396                            | 17               |

Tabela 6.12: Resultados obtidos pela combinação das três técnicas da análise mineralógica, organizada consoante os grupos e subgrupos resultantes da análise estatística. (Ab – Albite; Act - Actinolite; An – Anortite; Anf – Anfíbola; Ant - Anatase; Aug – Augite; Bt - Biotite; Cal – Calcite; Clo - Clorite; Epd - Epidoto; Fil - Filossilicatos; Fld - Feldspatos; Hem – Hematite; Ilm - Ilmenite; K - Feldspatos Potássicos; Mag – Magnetite; Mc – Microclina; Ms – Moscovite; Op - Minerais Opacos; Or – Ortoclase; OxHF - Oxi-Hidróxidos de Ferro; Plg - Plagioclases; Px - Piroxenas; Qz – Quartzo; Rch - Richterite; San - Sanidine; Tr - Tremolite. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parênteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado).

|                  | Semi-quantificação realizada através da difração de raios X |            |                |         |                         |          |          | Estruturas cristalinas identificadas por XRD, mic. petrográfico e mic. Raman |
|------------------|---|------------|----------------|---------|-------------------------|----------|----------|--|
|                  | Quartzo   | Feldspatos | Filossilicatos | Calcite | Oxi-hidroxidos de Ferro | Piroxena | Anfíbola |  |
| <b>A VNSP-19</b> | xx  | x          | x              | -       | -                       | -        | x        | Anf(Tr), Fil(Bt, Clo), Fld(Plg, San), Op, Qz                                 |
| <b>A VNSP-23</b> | xx  | xx         | x              | -       | x                       | -        | -        | Epd, Fil(Ms, Bt, Clo), Fld(Ab, An, K), Op, OxHF(Hem, Mag), Qz                |
| <b>A VNSP-31</b> | xxx   | xx         | x              | -       | x                       | -        | x        | Anf(Act), Fil(Bt), Fld(Ab, K), Op, OxHF(Hem, Ilm), Qz                        |
| <b>A VNSP-37</b> | x   | xx         | v              | -       | x                       | -        | x        | Anf, Epd, Fil(Bt, Clo), Fld(Ab, An, K), Op, OxHF, Qz                         |
| <b>A VNSP-44</b> | xx  | xx         | x              | -       | x                       | v        | -        | Fil(Bt), Fld(Ab, Or, San), Op, OxHF(Hem), Px(Aug), Qz                        |
| <b>A VNSP-61</b> | xxxx  | x          | x              | -       | x                       | -        | -        | Fil(Bt, Clo), Fld(Mc, Plg), OxHF(Hem), Qz                                    |
| <b>A VNSP-62</b> | x   | xx         | v              | -       | -                       | x        | x        | Anf(Act), Fil(Bt), Fld(Ab, K), Op, Px(Aug), Qz                               |

|                  |      |     |   |      |   |   |   |   |
|------------------|------|-----|---|------|---|---|---|---|
| <b>A VNSP-87</b> | xxx  | xxx | v | -    | v | x | - | Fil, Fld(Ab, Or), Op, OxHF(Hem), Px(Aug), Qz                |
| <b>A VNSP-89</b> | xx   | xx  | x | -    | x | x | - | Epd, Fil(Bt), Fld(Ab, And), Op, OxHF(Hem, Ilm), Px(Aug), Qz |
| <b>A VNSP-92</b> | xx   | xx  | v | -    | v | - | - | Epd, Fil(Bt), Fld(Ab, And, K), Op, OxHF(Ilms), Qz           |
| <b>B VNSP-3</b>  | xxxx | x   | x | xxx  | x | - | - | Cal, Fil(Ms,Bt,Clo), Fld(Or), OxHF(Hem), Qz                 |
| <b>B VNSP-5</b>  | xxx  | x   | x | xxx  | x | - | - | Cal, Fil, Fld(San,Plg), OxHF(Hem), Qz                       |
| <b>B VNSP-22</b> | xxxx | xx  | x | -    | x | - | - | Fld(Plg, San), Fil, OxHF(Hem), Qz                           |
| <b>B VNSP-26</b> | xxxx | xx  | x | -    | - | - | - | Fil, Fld(Mc), Qz  |
| <b>B VNSP-27</b> | xxxx | xx  | x | -    | v | - | - | Fil(Bt, Clo, Ms), Fld(Mc, Plg) OxHF(Hem), Qz                |
| <b>B VNSP-42</b> | xxxx | xx  | x | -    | - | - | - | Epd, Fil, Fld(Mc), Qz                                       |
| <b>B VNSP-53</b> | xxxx | x   | x | -    | - | - | - | Fil(Ms), Fld(Ab, Or), Qz                                    |
| <b>B VNSP-56</b> | xxxx | x   | x | -    | x | - | - | Fil(Ms), Fld(Ab, An, Or), Op, OxHF, Qz                      |
| <b>B VNSP-63</b> | xxxx | xx  | x | -    | x | - | - | Fil, Fld(San), Op, OxHF(Hem), Qz                            |
| <b>B VNSP-65</b> | xxxx | x   | x | -    | - | - | - | Fil(Ms), Fld(Ab, An, Or), Qz                                |
| <b>B VNSP-79</b> | xxxx | x   | x | -    | x | - | - | Fil, FldK (Or), OxHF, Qz                                    |
| <b>B VNSP-86</b> | xx   | x   | v | xxx  | - | - | - | Cal, Fil, Fld(K, Ab), Qz                                    |
| <b>B VNSP-88</b> | xxxx | xx  | x | xx   | v | - | - | Cal, Fil, Fld(Mc, Plg), OxHF, Qz                            |
| <b>B VNSP-96</b> | xxxx | xx  | x | -    | x | - | - | Fil(Ms), Fld(Mc), OxHF, Qz                                  |
| <b>C VNSP-95</b> | xxx  | x   | v | xxxx | - | - | - | Cal, Fil, Fld(Plg), Qz                                      |
| <b>C VNSP-98</b> | xx   | x   | x | xxx  | x | - | - | Cal, Fil, Fld(Ab), Op, OxHF(Hem), Qz                        |

Tabela 6.13: Sumário da análise textural das amostras cerâmicas de VNSP, por grupos estatísticos.

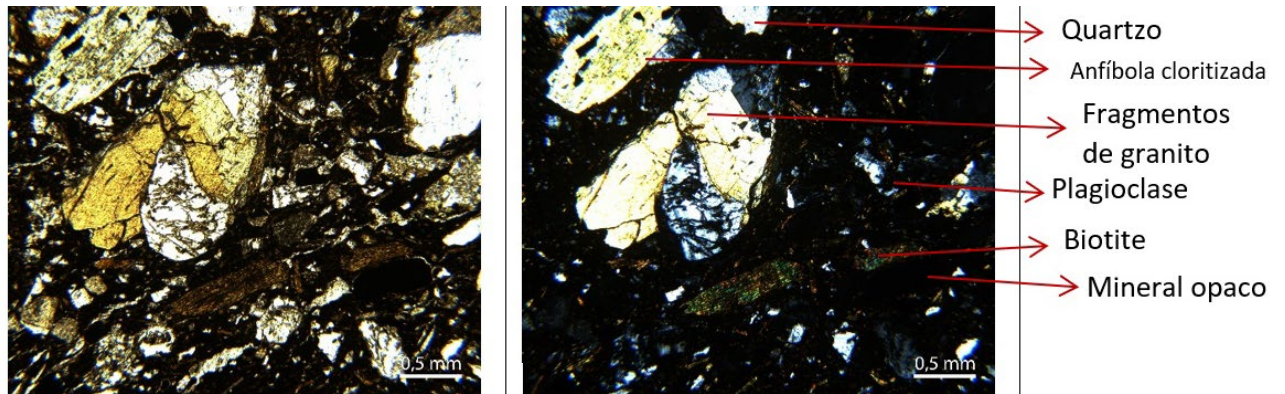
|                          | Distribuição do grão | Tamanho do grão          | Geometria do grão                 | % de grãos | Cor das pastas e superfícies  |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------|---|
| <b>A Canelada</b>        | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada       | 25 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>A Folha de Acácia</b> | Não uniforme         | Fino e pequeno           | Maioritariamente sub-angular      | 26 %       | Maioritariamente cinzenta   |
| <b>A Campaniforme</b>    | Não uniforme         | Denso a fino             | Maioritariamente sub-angular      | 21 %       | Tanto castanhas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |
| <b>A Lisa</b>            | Não uniforme         | Denso                    | Maioritariamente sub-rolada       | 30 %       | Maioritariamente castanha   |
| <b>A Outra</b>           | Não uniforme         | Denso a fino             | Maioritariamente sub-angular      | 22 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>B Canelada</b>        | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada       | 32 %       | Maioritariamente castanha   |
| <b>B Folha de Acácia</b> | Não uniforme         | Fino e pequeno           | Tanto sub-angular como sub-rolada | 26 %       | Tanto castanhas como cinzenta   |
| <b>B Campaniforme</b>    | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Tanto sub-angular como sub-rolada | 20 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>B Lisa</b>            | Não uniforme         | Fino e pequeno           | Maioritariamente sub-angular      | 23 %       | Tanto cinzenta como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas   |
| <b>B Outra</b>           | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Tanto sub-angular como sub-rolada | 19 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>C Lisa</b>            | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-angular      | 30 %       | Laranja avermelhada   |
| <b>C Outra</b>           | Não uniforme         | Maioritariamente pequeno | Maioritariamente sub-rolada       | 30 %       | Todas diferentes  |

Assim, tendo em conta todos estes dados, a caracterização dos três grupos revelados pela análise estatística pode enunciar-se do modo seguinte:

Grupo "A": Este primeiro grupo, com 41 amostras (42 % do total das amostras de VN-SP), destaca-se por possuir, em relação aos outros dois grupos, maiores concentrações de ferro, alumínio, titânio e manganês, para além de maiores teores, também, de alguns elementos traço, como o estrôncio, cobalto e cério. No que diz respeito aos elementos maiores e menores, as pastas deste grupo caracterizam-se por teores médios de 47,7 % para o  $\text{SiO}_2$ ; 19,9 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 10,2 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 4,8 %  $\text{CaO}$ ; 1,7 %  $\text{K}_2\text{O}$  e 1,9 % para o  $\text{TiO}_2$ . A fonte de matéria-prima (se se tratar apenas de uma) que está por detrás da cerâmica deste grupo terá sido usada, de forma privilegiada, para o fabrico de cerâmicas do Calcolítico Pleno com decoração em folha-de-acácia (91 % das amostras com esta tipologia decorativa). O grupo engloba, também, cerca de metade das amostras de copos canelados do Calcolítico Inicial (46 % das amostras desta tipologia decorativa), quatro amostras de cerâmica campaniforme do Calcolítico Final (15 %), com níveis ligeiramente mais altos de sílica, a que se acrescentam quatro de outra decoração (36 %) e apenas uma de cerâmica lisa (8 %).

Mineralogicamente, a característica mais marcante deste grupo "A" é a presença de minerais máficos como as piroxenas e anfíbolos que não são encontrados nos outros dois grupos ("B" e "C"), minerais estes que derivam de rochas vulcânicas, as quais não são comuns na área de influência de VN-SP. No entanto, tendo em conta que as argilas mais comuns em Portugal são argilas secundárias (na sua maioria, sedimentos de carácter fluvial e estuarino), estas piroxenas e anfíbolos deverão fazer parte, muito possivelmente, da composição das argilas usadas para a manufatura das peças. Tal ilação é corroborada pelo facto de estes minerais, para além de serem identificados pela análise XRD, também nas lâminas delgadas apresentarem tamanhos muito pequenos, o que indicia a sua presença natural na pasta cerâmica. O facto de que neste grupo se encontram cerâmicas, umas vezes com minerais máficos, outras vezes sem, e, dentro das que têm minerais máficos, umas vezes encontramos tanto piroxenas como anfíbolos, noutras apenas um destes minerais, poderá ser indicativo de nos podermos estar a deparar com diferentes fontes de matéria-prima. Note-se que, exclusivamente, na amostra VN-SP-37 (folha-de-acácia) se observou um grão de anfíbola de maiores dimensões e de geometria angular e onde, para além dele, é distinguível também um fragmento de granito (Figura 6.11), possivelmente ambos elementos

da têmpera utilizada neste vaso cerâmico. Por outro lado, neste grupo, existe uma completa ausência de calcite, menores quantidades de quartzo e maiores quantidades de minerais opacos, relativamente aos restantes grupos.

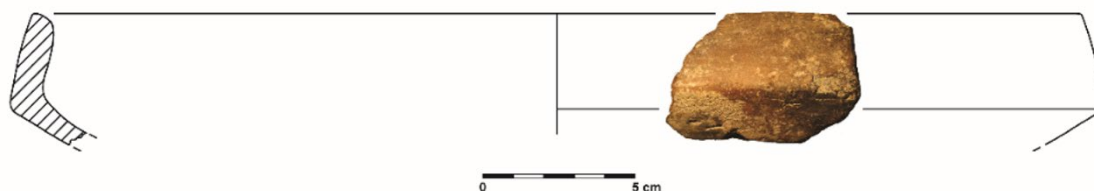


*Figura 6.11: Lâmina delgada da amostra VNSP-37 onde se observa um grão de anfíbola e fragmentos de granito.*

A nível textural, as amostras do grupo "A" apresentam um tamanho de grão maioritariamente fino (63 % das amostras) e de forma maioritariamente sub-angular (59 % das amostras). O subgrupo das amostras com decoração tipo folha-de-acácia (Calcolítico Pleno) destaca-se por apresentarem inclusões um pouco maiores (tanto finas como pequenas) que os restantes subgrupos, enquanto que o das caneladas apresenta, em média, inclusões mais angulares. A percentagem de inclusões não-plásticas no grupo "A" está compreendida entre os 21 e os 26 %, o que se enquadra na média do total das amostras analisadas de VNSP. Note-se, no entanto, que a amostra lisa, a única cerâmica lisa integrada neste grupo, destaca-se por possuir uma percentagem de inclusões de 30 %, algo superior às percentagens de qualquer um dos subgrupos. Por fim, quanto às cores das pastas, estas são na maioria, tanto castanhas (34 %), como com um núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanha (34 %). No entanto, é de referir que, das cinco amostras com pastas laranjas de VNSP, três delas (VNSP-13, 23 e 46, duas caneladas e uma folha-de-acácia, respetivamente) encontram-se neste grupo, indicadoras de uma atmosfera de cozedura oxidante.

Sobre os fragmentos com outra decoração (VNSP-89, 90, 92 e 94), a nível químico e mineralógico têm alguma semelhança com o subgrupo com decoração em folha-de-acácia. No entanto, a nível textural, assemelham-se mais às cerâmicas campaniformes. Destaca-se ainda VNSP-89, por ser a única com uma cor de pasta diferente (grupo de cor 5), no caso

núcleo laranja e a superfície externa castanha, para além de que esta mesma amostra, em conjunto com a VNSP-90, serem as únicas duas amostras de VNSP com decoração interior (dois pratos de bordo espessado, já anteriormente destacados na Figura 4.7, uma forma comum no Calcolítico Pleno). Tendo em conta tais factos, é provável que estas cerâmicas com “outra decoração” se insiram cronologicamente também no Calcolítico Pleno. Por outro lado, a única cerâmica lisa deste grupo, VNSP-87 (Figura 6.12), é a única taça carenada entre as amostras de VNSP. Apresenta maioritariamente inclusões de geometria sub-angular, tal como a maior parte das cerâmicas caneladas (Calcolítico Inicial) do grupo “A”, característica textural que adicionada à sua forma (taça carenada) torna mais verosímil a sua atribuição a esse período cronológico.



*Figura 6.12: VNSP-87, taça carenada lisa, provavelmente do Calcolítico Inicial.*

Grupo “B”: O segundo grupo, que é o maior dos três, com 53 amostras (54 % do total das amostras de VNSP), destaca-se por possuir maiores concentrações de silício, potássio e rubídio. As pastas caracterizam-se por teores médios de 63,1 % para o  $\text{SiO}_2$ ; 16,2 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 5,4 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 4,1 %  $\text{CaO}$ ; 2,7 %  $\text{K}_2\text{O}$  e 0,7 % para o  $\text{TiO}_2$ . A matéria-prima que terá dado origem a esta pasta cerâmica terá sido usada, de forma privilegiada, para a manufatura de cerâmicas campaniformes (85 % das amostras com esta tipologia decorativa), subgrupo que se destaca por possuir concentrações ligeiramente mais altas de alumínio e ferro, e mais baixas de sílica, comparativamente com os outros subgrupos. No entanto, note-se que também cerca de metade das amostras caneladas do Calcolítico Inicial (14 amostras, que representam 54 % das amostras desta tipologia decorativa) estão englobadas neste grupo e que, a nível químico, não se destacam especialmente dos restantes subgrupos. Englobam-se ainda, neste grupo, quase todas os fragmentos lisos (85 % destes), que também não se destacam grandemente dos restantes a nível químico. O grupo “B” inclui, por fim, quatro cerâmicas com outra decoração e apenas duas com decoração folha-de-acácia (VNSP-27 e 42).

Mineralogicamente, o grupo "B" tem como fase predominante o quartzo, de forma mais abundante que o grupo "A", o que pode ser indicativo de uma utilização predominante deste mineral enquanto têmpera, tendo em conta que também, por vezes, se encontra este mineral sob forma de inclusões roladas e sub-roladas de dimensões bem maiores do que a matriz (Figura 6.13), não sendo, no entanto, descartada a hipótese de que este quartzo seja apenas derivado da própria argila. Em algumas amostras verifica-se a presença de calcite, a qual terá sido, com elevada probabilidade, adicionada como têmpera, uma vez que se apresenta com geometria angular (Figura 6.14). É ainda importante referir que neste grupo não são encontrados minerais máficos.



Figura 6.13: VNSP-75 com inclusões roladas e sub-roladas de quartzo de grandes dimensões.

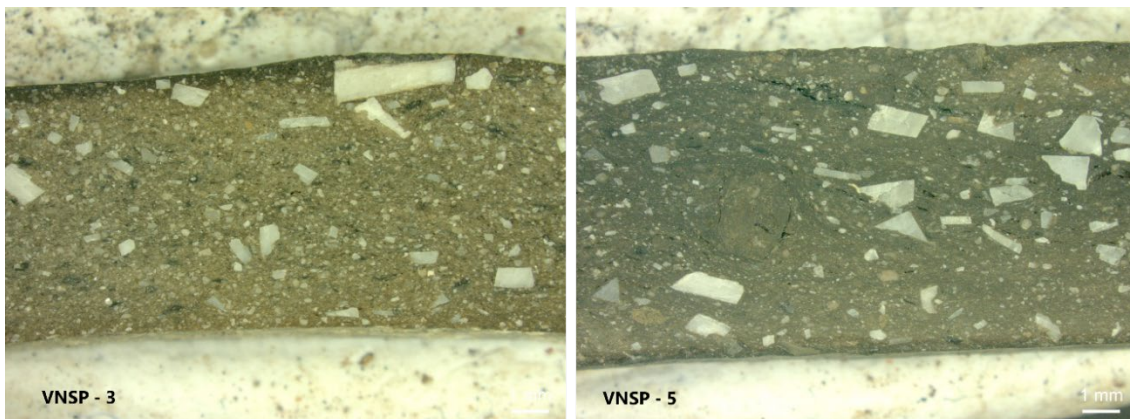
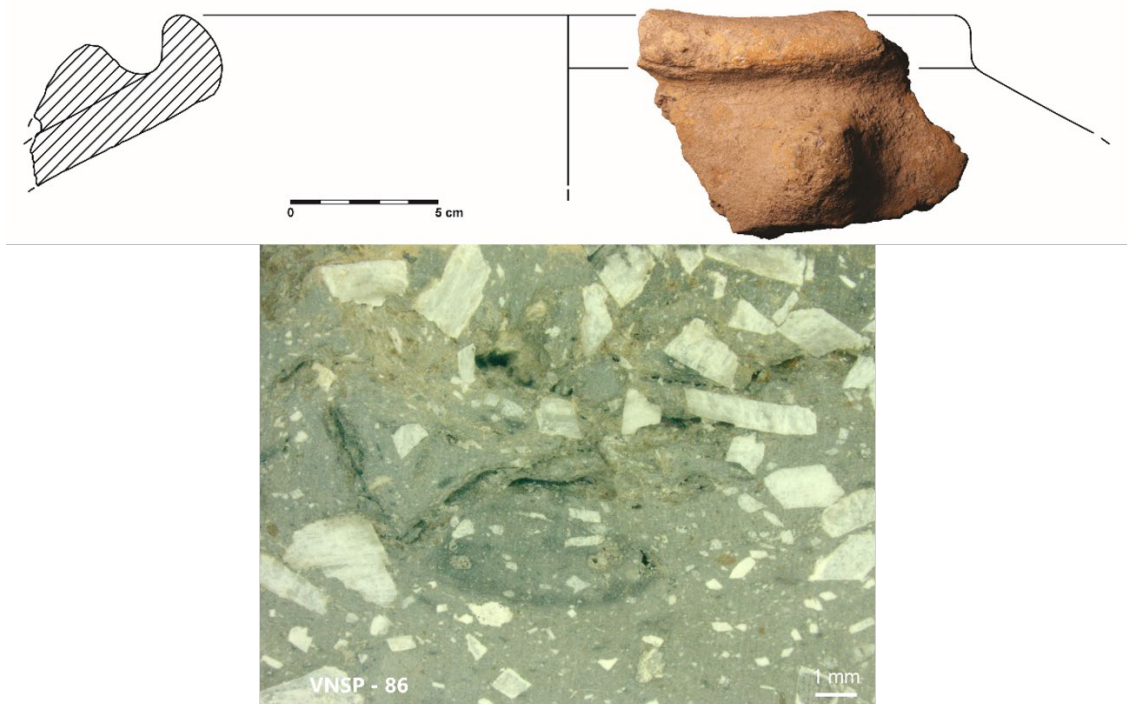


Figura 6.14: Exemplos de amostras de VNSP com inclusões angulares de calcite.

A nível textural, as amostras deste grupo apresentam um tamanho de grão maioritariamente fino (60 % das amostras), e forma maioritariamente sub-rolada (51 % das amostras). A percentagem de inclusões não-plásticas é de 24 %. O subgrupo das amostras de fragmentos canelados destaca-se por possuir maiores concentrações de inclusões (32 %). Por fim, quanto às cores das pastas, estas têm na maioria o núcleo cinzento e as superfícies castanhas (43 %). No entanto, é de referir que, das 10 amostras com pastas de cor diferente (grupo de cor 5), aqui encontram-se sete delas.

Olhando para o conjunto dos fragmentos lisos que se englobam neste grupo, a nível químico percebemos que, para além da sua semelhança com o subgrupo de outra decoração, ambos composicionalmente acercam-se mais do subgrupo de cerâmica canelada. O mesmo sucede a nível mineralógico, estando a presença da calcite na base dessa semelhança. A nível textural, este subgrupo de cerâmica lisas não é semelhante a nenhum outro em particular, mas isso poderá dever-se ao mesmo facto que o diferencia de toda a outra cerâmica analisada - o facto de não ser decorada, por isso ser cerâmica comum e ter um tipo de tratamento diferente na sua manufatura. Destaca-se neste subgrupo cerâmico VN-86 (curiosamente o único fragmento que apresenta um mamilo, apresentado na Figura 6.15), por possuir pasta cinzenta e inclusões maiores que a média e mais angulares, constituindo têmpera, semelhante às amostras VN-3 e 5 já apresentadas na Figura 6.14. Por fim, deverá referir-se que, a nível textural, são observáveis algumas divergências entre os vários subgrupos do grupo "B", sendo o subgrupo "outra decoração" muito parecido com o subgrupo do Calcólítico Final (campaniforme). No entanto, a presença de CaO na amostra VN-88, fá-la-á acercar-se do subgrupo do Calcólítico Inicial (cerâmica canelada).



*Figura 6.15: VNSP-86, pote liso (apresentando um mamilo) com pasta cinzenta e com inclusões angulares.*

Grupo "C": o grupo "C", engloba apenas quatro amostras (4 % do total das amostras de VNSP), compreendendo um fragmento de cerâmica lisa (VNSP-84), dois de decoração variada (VNSP- 93 e 95) e um ídolo de cornos (VNSP-98). Este grupo destaca-se por possuir maiores concentrações de CaO. As pastas caracterizam-se por teores médios de 29,0 % para o SiO<sub>2</sub>; 10,0 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 6,4 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 36,9 % CaO; 0,84 % K<sub>2</sub>O e 0,98 % para o TiO<sub>2</sub>, por isso enquadráveis nas pastas de argilas calcárias. A única cerâmica lisa pertencente a este grupo possui um teor de cálcio de 23,2 %, enquanto que o subgrupo das cerâmicas com outra decoração, incluindo o ídolo, possui em média teores de cálcio na ordem dos 41,5 %. O fragmento de cerâmica lisa também possui teores mais elevados de ferro (11,8 %, comparativamente com os 4,6 % do subgrupo com outra decoração) e de alumínio (14,2 %, comparativamente com 8,6 %).

Mineralogicamente, este grupo tem como fase predominante a calcite, a qual parece estar principalmente associada à presença de inclusões carbonatadas nas argilas (Figura 6.16), algumas mais roladas e outras mais angulares, que poderão ter sido adicionadas enquanto têmpera, designadamente estas últimas. Neste grupo observa-se uma total ausência de minerais máficos, à semelhança do grupo "B".

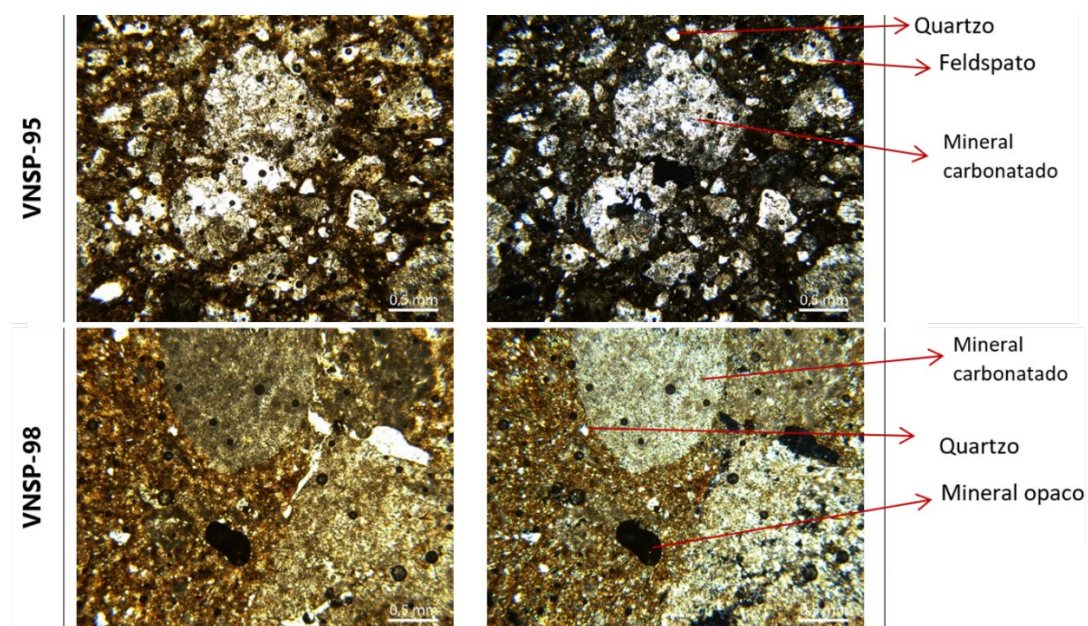


Figura 6.16: Lâminas delgadas das amostras VNSP-95 (com 49,1 % de CaO) e 98 (com 37,9 % CaO), onde se observam grãos de minerais carbonatados.

A nível textural, as amostras deste grupo apresentam grande variedade, tanto com tamanho de grão fino como pequeno e de forma tanto sub-angular como sub-rolada. A percentagem de inclusões não-plásticas é de cerca de 30 %, estando por isso um pouco acima da média das restantes amostras de VNSP. Apenas VNSP-98 foge à regra, apresentando 22 % de inclusões não-plásticas. As cores das pastas também são todas diferentes: VNSP-84 com uma pasta laranja avermelhada, VNSP-93 com o núcleo cinzento e a superfície exterior castanha, VNSP-95 núcleo bege e superfícies laranja, e VNSP-98 cinza-claro. Ao olhar para estas quatro amostras (Figura 6.17), que se destacam das restantes, colocam-se algumas questões de interesse, que se elencam a seguir para além das atrás referidas. Por um lado, o fragmento liso, VNSP-84, é, de entre todos os de VNSP, aquele que tem a espessura mais fina e a pasta mais vermelha, indiciando, por conseguinte, que terá sofrido um cozimento em atmosfera oxidante. Os dois fragmentos decorados, VNSP-93 e VNSP-95, têm em comum uma banda penteada no bojo. Por fim, o último fragmento cerâmico deste grupo, VNSP-98, consiste num troço de um chamado "ídolo de cornos". As características morfológicas das primeiras três amostras colocam a possibilidade de estarmos perante uma cerâmica não-local, enquanto o "ídolo", também frequentemente interpretado como suporte de lareira, tem, por conseguinte, uma funcionalidade totalmente diferente da restante cerâmica analisada.

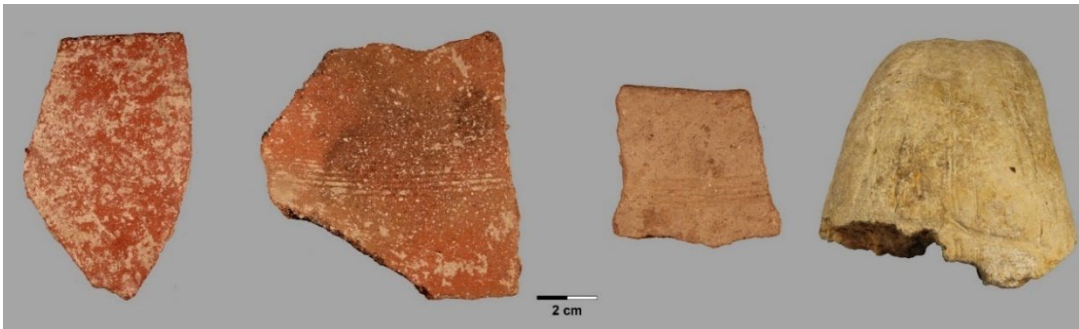


Figura 6.17: Os 4 fragmentos de cerâmica que constituem o grupo "C". Da esquerda para a direita – VNSP- 84, 93, 95 e 98 (ídolo de cornos).

Como referido anteriormente, tentou-se determinar a proveniência das argilas usadas como matéria-prima na manufatura da cerâmica em estudo e, para isso, possíveis barreiros locais foram amostrados e as respetivas amostras analisadas, tendo os resultados já sido apresentados: os da análise química na Tabela 6.5 e os da análise mineralógica na Tabela 6.6.

A análise em componentes principais das composições químicas do conjunto formado pelas quatro amostras dos depósitos que são, na realidade, de sedimentos argilosos (Depósitos 1, 2, 5 e 6), e pelas 98 amostras de cerâmica de VNSP encontra-se na Figura 6.18.

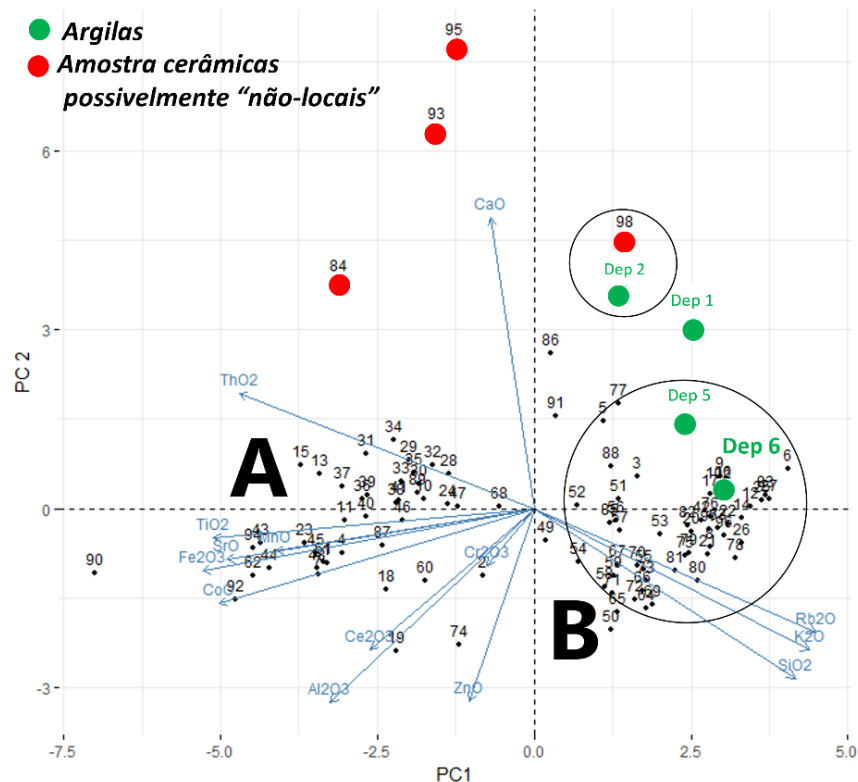


Figura 6.18: Diagrama resultante da análise em componentes principais da composição química do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila com as 98 amostras de cerâmica.

Ao olhar-se para a forma como as amostras dos depósitos argilosos se distribuem, percebe-se que as amostras de argila denominadas Depósito-5 e 6 integram-se bem no grupo "B", pelo que estes depósitos poderão realmente ter fornecido a matéria-prima para este grupo de cerâmicas. Aqueles depósitos situam-se perto da ribeira adjacente ao sítio arqueológico, embora com mais de 500 m de distância entre si. Por outro lado, a amostra VN-98 (ídolo de cornos), será de origem local, uma vez que o "ídolo" terá sido manufacturado com uma argila diferente das demais amostras, a qual se assemelha à amostra de argila do Depósito-2, um material argiloso recolhido na mina de água junto ao recinto amuralhado. O Depósito-1, uma terra rossa recolhida no interior do recinto muralhado de VN que, segundo a interpretação de Paço e Jalhay (PAÇO, 1957), seria um hipotético barreiro, junto a uma estrutura subcircular, que durante décadas se afirmou ter servido de "forno de cerâmica" (DINIZ *et al.*, 2017), parece, realmente, não ter relação com as cerâmicas calcólicas de VN. Essa interpretação da estrutura subcircular se tratar realmente de um forno de cerâmica já tinha suscitado dúvidas em algumas publicações (ARNAUD & GONÇALVES, 1995; ARNAUD & FERNANDES, 2005), uma vez que, para além de que *"a cerâmica não era um produto estratégico susceptível de se situar num lugar de tão clara centralidade"*, (DINIZ *et al.*, 2017), sabemos hoje que as cerâmicas seriam antes cozidas em fogueiras, as ditas "soengas", capazes de serem realizadas em qualquer lugar, sem ser necessária a elaboração de uma qualquer estrutura arquitetónica para esse fim. Por outro lado, o facto da terra rossa em causa (Depósito 1) não se relacionar com as cerâmicas de VN reforça a não validade da interpretação de Paço e Jalhay.

Tentou-se, também, ir um pouco mais além, tendo-se também procedido a uma análise estatística dos resultados da análise mineralógica, incluindo os dos depósitos argilosos (Figura 6.19). Verifica-se que as 26 amostras analisadas se agrupam de um modo muito semelhante ao dos grupos formados anteriormente pela análise química, isto é, os dois grandes grupos agora formados mantêm quase a mesma constituição dos grupos "A" e "B", reforçando assim a caracterização das fontes principais de matéria-prima que teria sido utilizada na manufatura desta cerâmica e que já tinham sido indicadas pelos resultados da análise química efetuada quer à cerâmica, quer à argila dos depósitos amostrados.

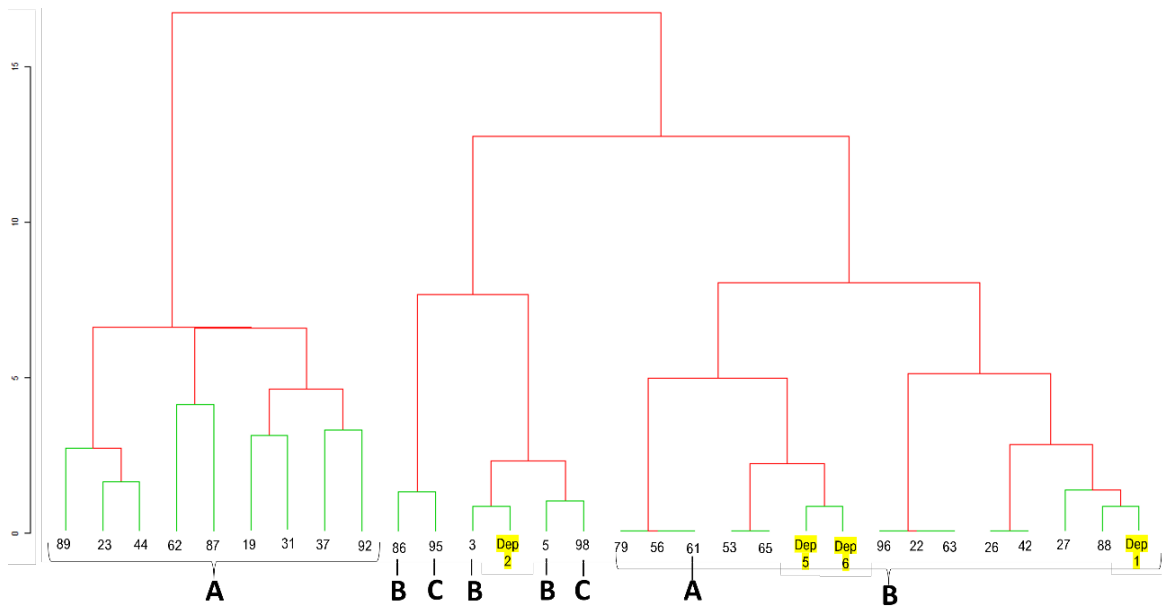


Figura 6.19: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto de resultados da análise mineralógica de VNSP.

Assim, as argilas dos Depósitos-5 e 6 agrupam-se, mais uma vez, com as cerâmicas do grupo "B", enquanto as cerâmicas integrantes do grupo "A" continuam sem qualquer associação aos depósitos amostrados. Por outro lado, agrega-se, agora, também, a algumas cerâmicas do grupo "B" o Depósito-1. No entanto, esta associação de carácter estatístico não parece relevante dada a não associação entre as composições químicas das cerâmicas em causa do grupo "B" e a da argila deste depósito. Ainda no que se refere aos dois grupos definidos pela análise química ("A" e "B"), é de destacar a amostra que constitui uma exceção com esta nova análise: VNSP-61, uma amostra do grupo "A", que agora se associa às do grupo "B". Já as amostras VNSP-3, 5 e 86 (com inclusões angulares de calcite), enquadráveis no grupo "B", associam-se agora a duas amostras integradas no grupo "C" (VNSP-95 e 98), que possuem teores elevados de CaO (49,1 e 37,9 % respetivamente). Note-se que as duas amostras Depósito-2 e VNSP-98 continuam estreitamente associadas também tendo em conta a sua composição mineralógica. Estas diferenças na caracterização mineralógica indiciam eventuais proveniências de matérias-primas diferentes daquelas que seriam atribuíveis tendo em conta apenas a composição química podendo, por conseguinte, significar que estamos perante um maior número de possíveis barreiros utilizados.

Para as amostras do grupo "A" (a grande maioria das cerâmicas com decoração em folha-de-acácia e cerca de metade das caneladas) não foram encontradas, entre os depósitos

amostrados, matérias-primas que pudessem ter sido utilizadas nessas cerâmicas. Contudo, deverá notar-se que existe uma variabilidade grande de composições químicas entre os barreiros amostrados, os quais distam pouco entre si, pelo que se poderá prever que uma amostragem de mais depósitos argilosos existentes na vizinhança de VNSP poderá conduzir à identificação de mais fontes da matéria-prima utilizada nas cerâmicas de VNSP.

Por fim, quanto à temperatura de cozedura, o facto de não encontrarmos nas pastas das cerâmicas vestígios de matéria orgânica (com a única exceção de VNSP-17, onde foi identificado um composto orgânico, com certeza uma presença fortuita sem significado), estabelece que o cozimento foi realizado a uma temperatura superior a 650 °C, após ocorrer a sua decomposição e desaparecimento. Por outro lado, a presença de calcite em algumas das amostras pode dar uma indicação sobre a temperatura máxima que terá sido atingida, pelo menos naquelas onde existe esse mineral. Entre os 620 °C e os 700 °C inicia-se a decomposição da calcite que se completa entre os 850 °C e 900 °C. Dessa decomposição resulta que o cálcio pode dar origem a novas fases como a gehlenite e a wollastonite/diópsido, que começam a aparecer acima dos 750-800 °C, que não estão presentes nas análises efetuadas. Por outro lado ainda, em pastas ricas em CaO, como é o caso das cerâmicas do grupo "C", aos 800 °C ocorre o desaparecimento, entre outros minerais, da plagioclase; contudo a plagioclase foi identificada nestas cerâmicas, o que indica que a temperatura de 800 °C não terá sido atingida. É ainda colocada a hipótese de que alguns dos feldspatos potássicos presentes possam ter sido formados a partir da desidratação da moscovite que acontece a 700-750 °C. Dada a presença deste mineral em algumas das amostras, pensa-se que em certos casos essa temperatura possa não ter sido atingida. Assim, julga-se que a cerâmica em estudo tenha sido cozida a temperaturas que se devem situar entre os 700 e os 800 °C.

Em resumo, no sítio calcolítico de VNSP, os dados obtidos indiciam que tenham sido aplicadas as mesmas técnicas de fabrico ao longo do tempo, tendo sido usada a técnica dos rolos para peças maiores e a da bola para peças de menores dimensões. As principais diferenças texturais observadas resultam, muito provavelmente, das diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos amostrados. As peças terão sido cozidas a uma temperatura entre os 700 e os 800° C em simples fogueiras, onde seriam sobrepostas e tapadas com ramos e outros fragmentos de madeira, donde resultaria grandes variações pontuais da

temperatura e do ambiente de cozedura, originando uma grande variabilidade de cores das superfícies e do núcleo da cerâmica. No que diz respeito às matérias-primas utilizadas, designadamente no que concerne aos elementos não-plásticos presentes nas pastas cerâmicas, foram detetados como principais minerais adicionados (têmpera) o quartzo e a calcite. Quanto às argilas, parecem ter sido utilizadas várias fontes de matérias-primas, tendo sido identificados pelo menos três depósitos argilosos usados para a manufatura da cerâmica de VNSP. Contudo, uma das fontes de matéria-prima usada para parte da cerâmica do Calcolítico Inicial e para a maior parte da do Calcolítico Pleno (associada à presença de minerais máficos) não foi identificada, não lhe correspondendo nenhum dos depósitos argilosos amostrados. A cerâmica lisa analisada parece assemelhar-se a nível mineralógico e químico sobretudo com a cerâmica canelada, por isso enquadrando-se cronologicamente no Calcolítico Inicial. Já a cerâmica com outra decoração parece distribuir-se tanto pelo Calcolítico Inicial como pelo Calcolítico Pleno. A nível textural, estas cerâmicas têm características muito variadas, não indicativas de nenhum grupo cronológico específico.

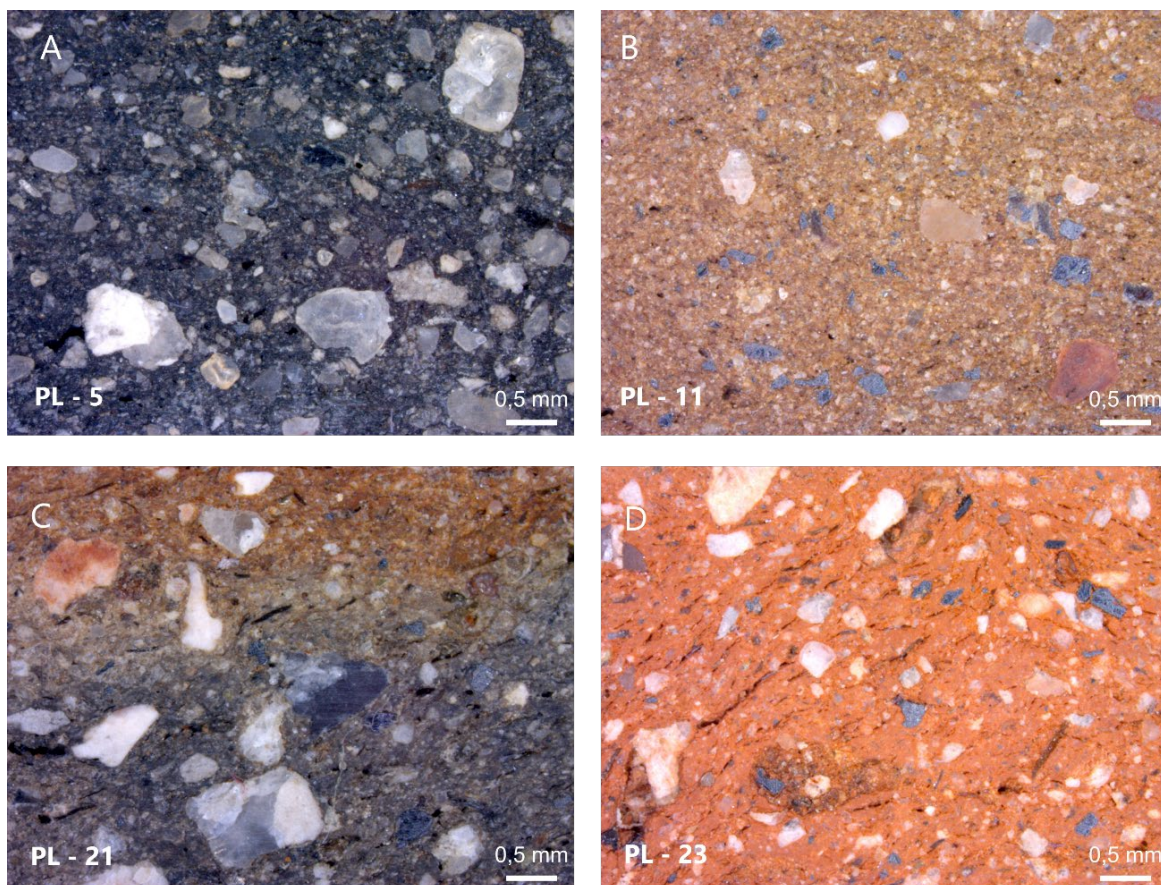
O terceiro grupo formado pela análise estatística multivariada das composições químicas das pastas, onde se englobam apenas 4 cerâmicas, destaca-se pelas altas concentrações de cálcio, indicativas da utilização de argilas calcárias e/ou de inclusões carbonatadas. Estas 4 amostras possuem todas características mineralógicas e texturais muito diferentes, podendo esse facto ser também indicativo de proveniências diferentes. Realça-se VNSP-98, um ídolo de cornos, cuja matéria-prima, uma argila calcária, colhida muito próxima do recinto arqueológico, possivelmente de menor qualidade, aparentemente não foi utilizada para qualquer dos outros tipos de cerâmica analisados. Por fim, o facto de algumas das cerâmicas se agruparem de formas diferentes quando são utilizadas a análise estatística da composição química e a da composição mineralógica, pode ser indicativo da utilização de uma maior panóplia de depósitos de matéria-prima. Algo semelhante poderá deduzir-se com o que ocorre com o grupo "A", dado que nele se encontram cerâmicas, umas vezes com minerais máficos, outras vezes sem, e, dentro das que têm minerais máficos, umas vezes encontram-se tanto piroxenas como anfíbolos, noutras apenas um destes minerais, o que poderá ser indicativo de diferentes fontes de matéria-prima.

## 6.2. Penedo do Lexim

### 6.2.1. Resultados

#### 6.2.1.1. Análise textural

À semelhança do que se apresentou no ponto 6.1 para VNSP, na Figura 6.20 encontram-se imagens de secções transversais de algumas amostras, as quais se podem considerar como exemplo da variedade do conjunto de PL. A totalidade das imagens, referentes a cada um dos fragmentos estudados, pode ser consultada no Anexo A.1. No Anexo A.2, é possível encontrar os resultados referentes à análise textural macroscópica (acabamentos de superfície e cores das pastas). Dessa análise resulta o sumário que se apresenta na Tabela 6.14.



*Figura 6.20: Secções transversais de algumas amostras de PL: A e B – cerâmica do Calcolítico Inicial; C – e D – cerâmica do Calcolítico Pleno.*

Tabela 6.14: Sumário da caracterização morfológica da cerâmica de PL.

| Período/<br>Tipologia                                  | Artefacto Cerâmico                           |                           |   |
|--|--|---------------------------|---|
|  | Formas dos recipientes                       | Acabamentos de superfície | Cor da pasta  |
| <b>Calcolítico Inicial (Canelada)</b>                  | Copos cilíndricos e taças em calote esférica | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente uma gama de cinzentos                    |
| <b>Calcolítico Inicial (Lisa)</b>                      | Maioritariamente taças em calote esférica    | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente uma gama de castanhos                    |
| <b>Calcolítico Pleno (Folha-de-acácia e caneluras)</b> | Maioritariamente potes esféricos             | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente uma gama de castanhos                    |
| <b>Calcolítico Pleno (Outra decoração)</b>             | Impercetível                                 | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente com núcleo negro e superfícies castanhas |
| <b>Calcolítico Pleno (Lisa)</b>                        | Maioritariamente taças                       | Maioritariamente alisada  | Maioritariamente uma gama de castanhos                    |

Na Tabela 6.15 encontram-se integralmente os resultados da análise textural microscópica, separados pelas diferentes tipologias decorativas. Alguns aspetos mais pormenorizados no que toca ao tamanho e geometria dos grãos, podem ser consultados nos Anexos B.1 e B.2.

Tabela 6.15: Análise textural microscópica de PL. Tamanho do grão: denso < 0,1 mm; grão fino 0,1 mm–0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm–1 mm; grão médio 1 mm–3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm–10 mm (RIEDERER, 2004, p.153). Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada - facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p.61)

|                            | NºInv. | Inclusões    |  |                              |      |
|----------------------------|--------|--------------|--|------------------------------|------|
|                            |        | Distribuição | Tamanho                                  | Geometria                    | %    |
| <b>Calcolítico Inicial</b> |        |              |  |                              |      |
| <b>Canelada</b>            | PL-1   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 17 % |
|                            | PL-2   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 28 % |
|                            | PL-3   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 21 % |
|                            | PL-4   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 34 % |
|                            | PL-5   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 31 % |
|                            | PL-6   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 30 % |
| <b>Lisa</b>                | PL-7   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 19 % |
|                            | PL-8   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 26 % |
|                            | PL-9   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |
|                            | PL-10  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 25 % |
|                            | PL-11  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)   | Maioritariamente sub-rolado  | 21 % |
|                            | PL-12  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 23 % |
| <b>Calcolítico Pleno</b>   |        |              |  |                              |      |
| <b>Folha-de-acácia</b>     | PL-13  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 21 % |
|                            | PL-14  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
|                            | PL-15  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
|                            | PL-16  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
|                            | PL-17  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 27 % |
|                            | PL-18  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 24 % |
|                            | PL-19  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 28 % |

|              |       |              |  |                              |     |
|--------------|-------|--------------|--|------------------------------|-----|
| Outra decor. | PL-20 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 27% |
|              | PL-21 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 28% |
|              | PL-22 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 22% |
|              | PL-23 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 21% |
| Lisa         | PL-24 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-angular | 29% |
|              | PL-25 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 21% |
|              | PL-26 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 19% |
|              | PL-27 | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 29% |
|              | PL-28 | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-rolado  | 22% |
|              | PL-29 | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)  | Maioritariamente sub-rolado  | 19% |

### 6.2.1.2. Análise química

Na tabela 6.16 apresenta-se a composição química das cerâmicas de PL, obtida por  $\mu$ -EDXRF. As pastas do grupo de PL caracterizam-se por teores médios de 48,2 % de  $\text{SiO}_2$ ; 25,9 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 11,6 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 4,7 % de  $\text{CaO}$ ; 1,6 % de  $\text{K}_2\text{O}$  e 2,5 % de  $\text{TiO}_2$ , integrando-se todas as amostras no grupo de pastas não-calcárias.

Tabela 6.16: Composição química das cerâmicas de PL obtida por  $\mu$ -EDXRF.

|          |              | Calculítico Inicial     |                |                      |              |                |                         |                         |              |              |              |                       |              |                         |                |
|----------|--------------|-------------------------|----------------|----------------------|--------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------------------|----------------|
|          |              | % (m/m)                 |                |                      |              |                |                         | ppm                     |              |              |              |                       |              |                         |                |
|          |              | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{CaO}$ | $\text{TiO}_2$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{Cr}_2\text{O}_3$ | $\text{MnO}$ | $\text{CoO}$ | $\text{ZnO}$ | $\text{Rb}_2\text{O}$ | $\text{SrO}$ | $\text{Ce}_2\text{O}_3$ | $\text{ThO}_2$ |
| Canelada | PL-1         | 24,8                    | 56,1           | 1,98                 | 4,46         | 1,62           | 9,44                    | 93                      | 777          | 25           | 303          | 53                    | 220          | 135                     | 3              |
|          | $\sigma$     | 1,0                     | 2,1            | 0,15                 | 0,36         | 0,15           | 0,45                    | 15                      | 110          | 2            | 32           | 7                     | 17           | 32                      | 1              |
|          | PL-2         | 27,8                    | 48,3           | 1,55                 | 4,30         | 1,43           | 8,47                    | 77                      | 847          | 24           | 117          | 38                    | 217          | 350                     | 5              |
|          | $\sigma$     | 0,6                     | 1,9            | 0,21                 | 0,28         | 0,11           | 0,43                    | 6                       | 134          | 2            | 5            | 10                    | 45           | 20                      | 2              |
|          | PL-3         | 28,6                    | 52,8           | 1,81                 | 5,06         | 2,14           | 9,34                    | 90                      | 1150         | 26           | 119          | 44                    | 270          | 457                     | 4              |
|          | $\sigma$     | 0,1                     | 0,4            | 0,02                 | 0,23         | 0,03           | 0,15                    | 17                      | 62           | 1            | 9            | 11                    | 30           | 49                      | 0              |
|          | PL-4         | 26,0                    | 44,1           | 1,97                 | 6,94         | 1,93           | 9,89                    | 93                      | 910          | 28           | 130          | 41                    | 280          | 437                     | 3              |
|          | $\sigma$     | 0,5                     | 3,2            | 0,51                 | 1,10         | 0,21           | 0,45                    | 12                      | 78           | 1            | 0            | 6                     | 52           | 99                      | 0              |
|          | PL-5         | 21,3                    | 60,2           | 2,40                 | 3,26         | 1,65           | 7,67                    | 97                      | 433          | 21           | 112          | 59                    | 143          | 327                     | 3              |
|          | $\sigma$     | 2,1                     | 2,0            | 0,32                 | 0,33         | 1,07           | 1,54                    | 15                      | 386          | 3            | 24           | 4                     | 23           | 49                      | 0              |
|          | PL-6         | 21,2                    | 55,1           | 2,01                 | 3,58         | 1,51           | 7,42                    | 77                      | 573          | 21           | 119          | 59                    | 257          | 373                     | 3              |
|          | $\sigma$     | 2,0                     | 5,2            | 0,11                 | 1,18         | 0,75           | 1,84                    | 21                      | 291          | 4            | 28           | 14                    | 70           | 61                      | 0              |
|          | <b>Média</b> | 24,9                    | 52,8           | 1,95                 | 4,60         | 1,71           | 8,70                    | 88                      | 782          | 24           | 150          | 49                    | 231          | 346                     | 4              |
|          | $\sigma$     | 3,2                     | 5,8            | 0,28                 | 1,31         | 0,27           | 1,01                    | 9                       | 253          | 3            | 75           | 9                     | 50           | 115                     | 1              |
| Lisa     | PL-7         | 19,2                    | 68,6           | 2,59                 | 1,59         | 0,80           | 4,78                    | 68                      | 313          | 13           | 186          | 80                    | 92           | 193                     | 5              |
|          | $\sigma$     | 0,8                     | 5,2            | 0,33                 | 0,17         | 0,14           | 0,84                    | 13                      | 60           | 3            | 109          | 15                    | 12           | 40                      | 3              |
|          | PL-8         | 25,4                    | 49,8           | 1,52                 | 5,49         | 2,96           | 13,07                   | 163                     | 1353         | 36           | 200          | 44                    | 217          | 297                     | 5              |
|          | $\sigma$     | 0,5                     | 3,0            | 0,52                 | 0,12         | 2,02           | 2,27                    | 31                      | 534          | 7            | 40           | 15                    | 31           | 95                      | 0              |
|          | PL-9         | 22,2                    | 60,1           | 1,98                 | 4,05         | 1,48           | 6,60                    | 90                      | 813          | 18           | 126          | 46                    | 327          | 237                     | 3              |
|          | $\sigma$     | 2,8                     | 6,5            | 0,25                 | 0,39         | 0,31           | 0,91                    | 20                      | 86           | 3            | 16           | 11                    | 80           | 47                      | 0              |
|          | PL-10        | 16,1                    | 71,9           | 2,80                 | 2,08         | 0,85           | 3,49                    | 47                      | 1360         | 11           | 97           | 53                    | 76           | 263                     | 3              |
|          | $\sigma$     | 1,6                     | 4,0            | 0,63                 | 0,31         | 0,14           | 0,16                    | 8                       | 226          | 1            | 14           | 2                     | 2            | 32                      | 0              |
|          | PL-11        | 21,0                    | 56,5           | 1,49                 | 5,03         | 2,98           | 10,07                   | 220                     | 1783         | 28           | 133          | 33                    | 277          | 273                     | 4              |
|          | $\sigma$     | 0,6                     | 2,3            | 0,08                 | 0,23         | 0,34           | 0,06                    | 10                      | 120          | 1            | 6            | 7                     | 67           | 40                      | 1              |
|          | PL-12        | 25,4                    | 45,3           | 1,57                 | 3,77         | 2,51           | 10,73                   | 90                      | 1280         | 30           | 173          | 52                    | 313          | 363                     | 5              |
|          | $\sigma$     | 1,0                     | 2,5            | 0,09                 | 0,65         | 1,01           | 0,42                    | 10                      | 209          | 2            | 21           | 11                    | 50           | 29                      | 1              |
|          | <b>Média</b> | 21,5                    | 58,7           | 1,99                 | 3,67         | 1,93           | 8,12                    | 113                     | 1151         | 23           | 153          | 51                    | 217          | 271                     | 4              |
|          | $\sigma$     | 3,6                     | 10,4           | 0,58                 | 1,56         | 1,02           | 3,74                    | 65                      | 513          | 10           | 40           | 16                    | 110          | 57                      | 1              |

| Calcolítico Pleno |       |                                |                  |                  |      |                  |                                |                                |      |     |     |                   |     |                                |                  |
|-------------------|-------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|                   |       | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm                            |      |     |     |                   |     |                                |                  |
|                   |       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| Folha-de-acácia   | PL-13 | 31,4                           | 40,8             | 1,50             | 5,08 | 2,67             | 12,17                          | 103                            | 1483 | 33  | 173 | 36                | 265 | 423                            | 4                |
|                   | σ     | 2,9                            | 12,5             | 0,02             | 0,49 | 0,13             | 0,40                           | 15                             | 126  | 1   | 6   | 23                | 7   | 23                             | 0                |
|                   | PL-14 | 32,8                           | 51,2             | 1,53             | 3,33 | 1,38             | 9,59                           | 107                            | 810  | 27  | 140 | 42                | 187 | 129                            | 4                |
|                   | σ     | 0,2                            | 0,9              | 0,02             | 0,14 | 0,23             | 0,66                           | 29                             | 115  | 2   | 10  | 3                 | 6   | 28                             | 0                |
|                   | PL-15 | 29,3                           | 51,6             | 1,76             | 4,82 | 1,74             | 10,55                          | 107                            | 923  | 28  | 122 | 30                | 144 | 563                            | 3                |
|                   | σ     | 0,5                            | 0,9              | 0,18             | 0,57 | 0,22             | 1,29                           | 25                             | 78   | 4   | 8   | 4                 | 45  | 134                            | 0                |
|                   | PL-16 | 31,0                           | 52,8             | 1,90             | 3,97 | 1,69             | 8,51                           | 77                             | 820  | 24  | 140 | 46                | 240 | 253                            | 4                |
|                   | σ     | 1,0                            | 0,3              | 0,20             | 0,11 | 0,62             | 0,62                           | 6                              | 333  | 2   | 20  | 3                 | 20  | 72                             | 0                |
|                   | PL-17 | 27,5                           | 55,4             | 1,92             | 3,28 | 1,75             | 9,89                           | 103                            | 860  | 28  | 137 | 58                | 198 | 353                            | 4                |
|                   | σ     | 1,8                            | 2,5              | 0,27             | 0,10 | 0,10             | 0,39                           | 15                             | 122  | 2   | 21  | 8                 | 39  | 205                            | 0                |
|                   | PL-18 | 26,8                           | 54,5             | 2,03             | 4,84 | 1,62             | 9,87                           | 110                            | 775  | 28  | 140 | 57                | 305 | 335                            | 4                |
| σ                 | 0,1   | 0,2                            | 0,35             | 0,12             | 0,08 | 0,47             | 0                              | 78                             | 1    | 14  | 6   | 78                | 7   | 0                              |                  |
| PL-19             | 26,2  | 46,1                           | 1,47             | 4,01             | 2,72 | 10,70            | 90                             | 1350                           | 29   | 145 | 43  | 190               | 260 | 4                              |                  |
| σ                 | 1,2   | 4,9                            | 0,09             | 0,04             | 0,74 | 0,00             | 0                              | 354                            | 1    | 7   | 7   | 14                | 57  | 0                              |                  |
| <b>Média</b>      |       | 29,3                           | 50,3             | 1,73             | 4,19 | 1,94             | 10,2                           | 100                            | 1003 | 28  | 142 | 44                | 218 | 331                            | 4                |
| σ                 |       | 2,6                            | 5,5              | 0,37             | 0,64 | 0,51             | 1,8                            | 12                             | 289  | 3   | 16  | 10                | 55  | 138                            | 0                |
| Outra decoração   | PL-20 | 23,6                           | 62,7             | 2,71             | 3,24 | 1,22             | 6,32                           | 61                             | 670  | 18  | 111 | 58                | 175 | 240                            | 3                |
|                   | σ     | 2,1                            | 3,3              | 0,15             | 0,41 | 0,48             | 0,72                           | 9                              | 75   | 1   | 21  | 10                | 44  | 56                             | 0                |
|                   | PL-21 | 26,1                           | 52,3             | 1,57             | 3,96 | 1,19             | 6,30                           | 62                             | 860  | 17  | 91  | 25                | 100 | 200                            | 3                |
|                   | σ     | 0,2                            | 2,4              | 0,15             | 0,28 | 0,13             | 1,52                           | 13                             | 125  | 4   | 19  | 5                 | 39  | 36                             | 0                |
|                   | PL-22 | 29,3                           | 49,8             | 1,54             | 4,37 | 2,07             | 11,07                          | 113                            | 783  | 30  | 160 | 52                | 300 | 153                            | 4                |
|                   | σ     | 0,4                            | 1,0              | 0,10             | 0,37 | 0,41             | 1,69                           | 21                             | 120  | 5   | 36  | 9                 | 46  | 21                             | 0                |
|                   | PL-23 | 26,8                           | 50,3             | 1,60             | 4,16 | 1,93             | 9,84                           | 87                             | 923  | 28  | 122 | 49                | 240 | 340                            | 4                |
|                   | σ     | 2,3                            | 4,8              | 0,10             | 0,43 | 1,04             | 2,06                           | 31                             | 438  | 6   | 24  | 13                | 92  | 17                             | 1                |
| <b>Média</b>      |       | 26,5                           | 53,8             | 1,85             | 3,93 | 1,60             | 8,38                           | 81                             | 809  | 23  | 121 | 46                | 204 | 233                            | 4                |
| σ                 |       | 2,3                            | 6,1              | 0,57             | 0,49 | 0,46             | 2,44                           | 25                             | 109  | 4   | 29  | 14                | 86  | 79                             | 0                |
| Lisa              | PL-24 | 25,8                           | 53,9             | 2,28             | 3,43 | 1,45             | 8,20                           | 77                             | 1333 | 22  | 157 | 58                | 243 | 393                            | 4                |
|                   | σ     | 0,6                            | 0,5              | 0,01             | 0,33 | 0,59             | 0,82                           | 12                             | 107  | 2   | 6   | 8                 | 15  | 15                             | 0                |
|                   | PL-25 | 25,3                           | 49,9             | 1,69             | 5,54 | 1,78             | 12,40                          | 240                            | 1237 | 35  | 133 | 50                | 237 | 353                            | 4                |
|                   | σ     | 1,1                            | 0,5              | 0,41             | 0,53 | 0,22             | 0,72                           | 36                             | 40   | 3   | 15  | 17                | 42  | 23                             | 2                |
|                   | PL-26 | 26,2                           | 52,4             | 3,01             | 3,84 | 1,68             | 8,82                           | 120                            | 1157 | 24  | 183 | 71                | 200 | 383                            | 4                |
|                   | σ     | 0,7                            | 2,5              | 0,21             | 0,70 | 0,48             | 0,32                           | 10                             | 132  | 1   | 21  | 10                | 53  | 25                             | 0                |
|                   | PL-27 | 25,9                           | 51,9             | 2,10             | 4,43 | 1,44             | 9,34                           | 80                             | 1093 | 25  | 170 | 61                | 270 | 343                            | 4                |
|                   | σ     | 1,3                            | 2,7              | 0,23             | 0,36 | 0,19             | 1,28                           | 20                             | 110  | 4   | 10  | 8                 | 20  | 25                             | 2                |
|                   | PL-28 | 23,8                           | 56,4             | 2,75             | 4,48 | 2,15             | 10,30                          | 170                            | 1000 | 28  | 113 | 62                | 270 | 187                            | 4                |
|                   | σ     | 0,7                            | 1,1              | 0,40             | 0,69 | 0,22             | 0,61                           | 17                             | 95   | 2   | 15  | 7                 | 53  | 12                             | 0                |
|                   | PL-29 | 26,7                           | 49,1             | 2,02             | 3,89 | 2,04             | 12,23                          | 193                            | 2290 | 36  | 143 | 66                | 297 | 313                            | 4                |
| σ                 | 1,7   | 1,1                            | 0,23             | 0,35             | 0,06 | 1,10             | 6                              | 408                            | 3    | 15  | 12  | 6                 | 31  | 0                              |                  |
| <b>Média</b>      |       | 25,6                           | 52,3             | 2,31             | 4,27 | 1,75             | 10,2                           | 147                            | 1352 | 29  | 150 | 61                | 253 | 329                            | 4                |
| σ                 |       | 1,0                            | 2,7              | 0,49             | 0,74 | 0,29             | 1,77                           | 66                             | 474  | 6   | 25  | 7                 | 34  | 75                             | 0                |

Estes resultados foram objeto de análise estatística multivariada, apresentando-se na Figura 6.21 o diagrama resultante da análise em componentes principais. A distribuição e correlação que existe entre os óxidos identificados encontra-se indicada pelos eixos azuis. Sobre esta distribuição estão projetadas as 29 amostras objeto de análise, onde se pode observar a formação de três grupos principais. No grupo "D", a vermelho (aquele que comporta mais amostras), encontram-se concentrações medianas da grande maioria dos elementos analisados, destacando-se apenas o teor do alumínio inversamente proporcional ao teor do rubídio. O grupo "E", a verde, está associado a maiores teores de silício e

potássio e, por fim, o grupo "F", a azul, está associado a concentrações mais altas de titânio, manganês, cromo e ferro.

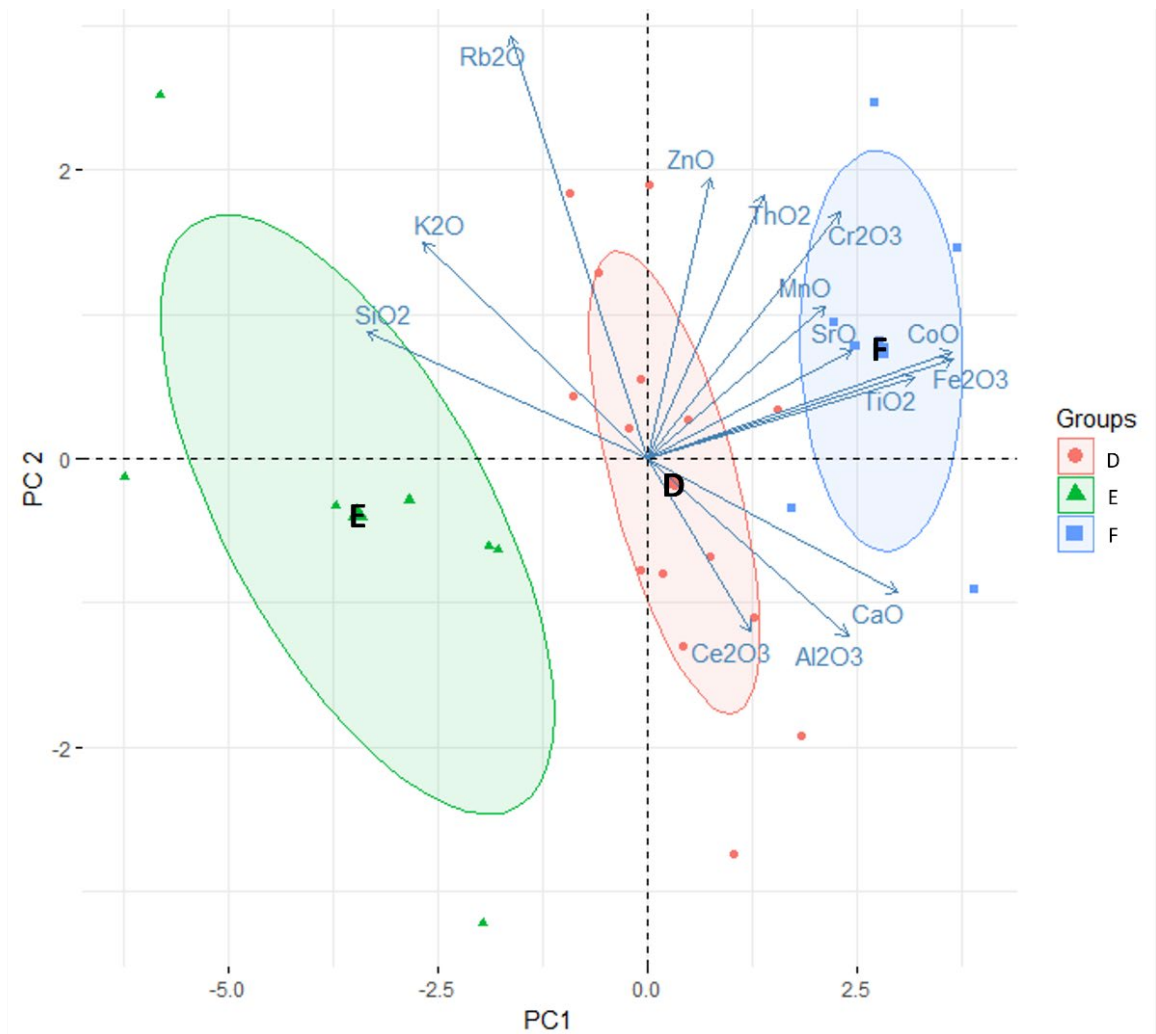


Figura 6.21: Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química das diversas amostras de cerâmica de PL analisadas.

Com o dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente (Figura 6.22), pode verificar-se que, composicionalmente, o grupo "F" se assemelha mais ao grupo "D" do que ao grupo "E", uma vez que têm a mesma raiz. A Figura 6.23, tal como se fez para VNSP, procura de uma forma simplificada e expedita apresentar os resultados da análise multivariada levada a efeito de forma a estes serem mais facilmente visualizados e interpretados.

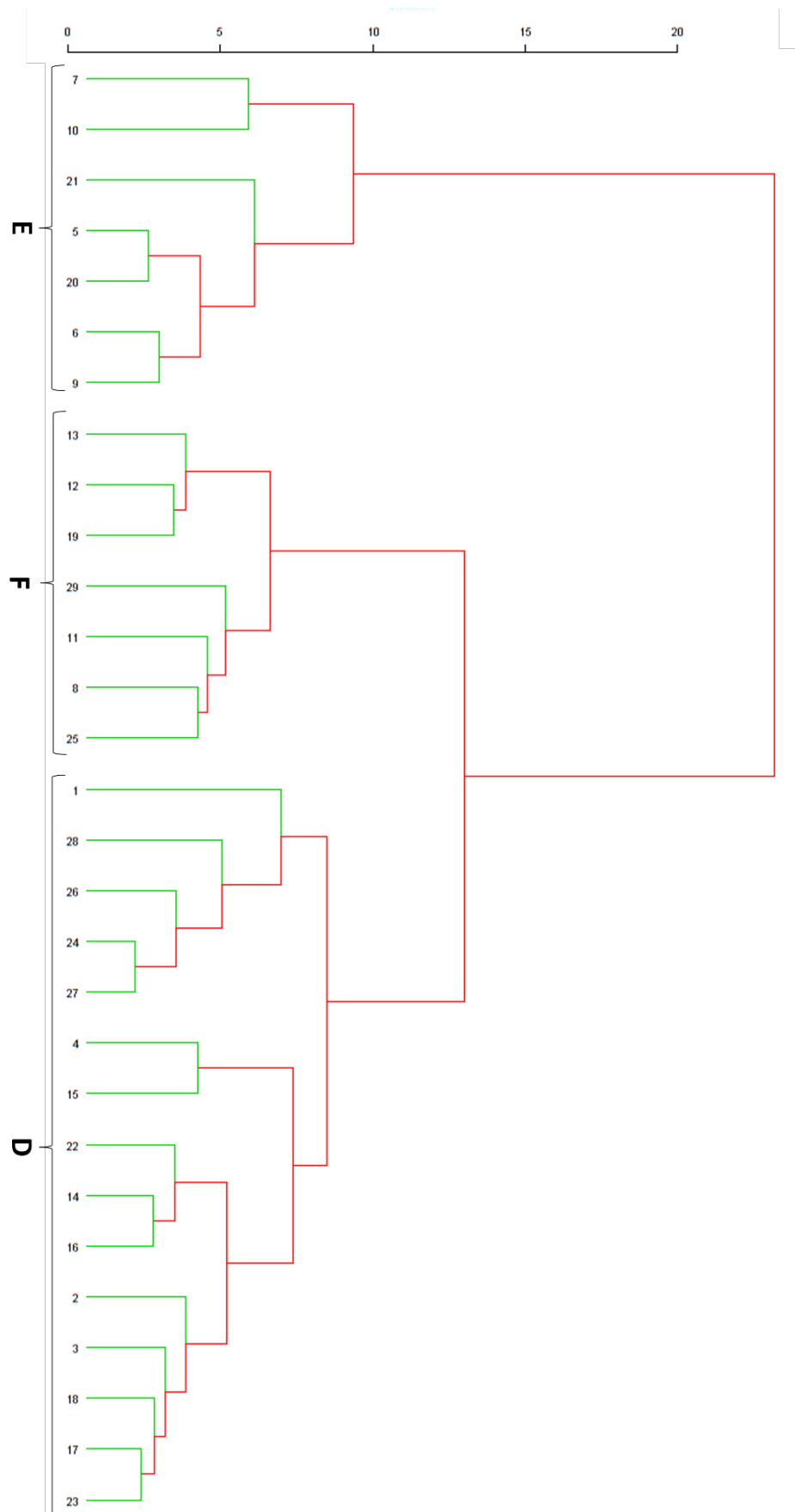


Figura 6.22: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do mesmo conjunto de resultados de PL, constante da Figura 6.21.

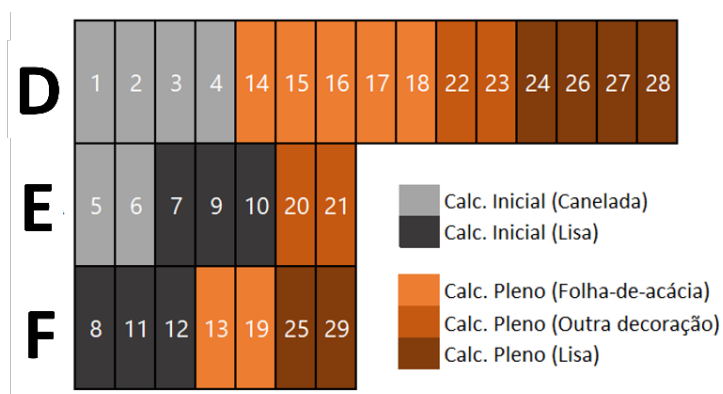


Figura 6.23: Grupos formados pela análise multivariada da composição química das cerâmicas de PL (ver Figuras 6.21 e 6.22).

### 6.2.1.3. Análise mineralógica

Efetuiu-se a análise mineralógica a 10 amostras de todos os grupos decorativos de PL, utilizando as técnicas anteriormente mencionadas em 5.2.2. Estas amostras foram selecionadas tendo em conta, essencialmente, as diferentes composições químicas dos diferentes grupos determinados pela análise estatística multivariada e, dentro de cada grupo, as diferentes tipologias representadas, bem como as grandes marcas texturais, tais como a diferente cor das pastas e/ou a diferença de formas ou tamanhos das inclusões. Os principais grupos mineralógicos, presentes nas amostras, foram identificados e semi-quantificados por XRD (Figura 6.24), sendo estes o quartzo, como fase principal, seguindo-se os feldspatos (entre eles as plagioclases calcossódicas) e os filossilicatos. Não se encontrou em nenhuma das amostras analisadas vestígios de calcite, mas em todas encontraram-se oxi-hidróxidos de ferro, sendo que, na maioria delas, se encontram também minerais máficos (especificamente piroxenas e anfíbolos), as quais se encontram nas rochas vulcânicas na área de influência de PL. A ausência ou fraca identificação de filossilicatos em algumas das amostras pode estar relacionada com o facto de estes minerais serem dos primeiros a se decomporem com a cozedura (entre os 400 e os 800 °C).

Com a análise petrográfica em lâmina delgada, tendo por fim identificar quais os minerais que constituem as inclusões da pasta cerâmica e que poderão ter sido adicionados como têmpera, verificou-se a existência de quartzo, feldspatos, biotite, anfíbolos e minerais opacos. Exemplos representativos de lâminas delgadas são dados na Figura 6.25, enquanto a análise integral pode ser consultada no Anexo C.1. Por fim, com a microespectroscopia

Raman identificaram-se, ainda, vários minerais opacos e outros que apareciam esporadicamente nas amostras, como a ortóclase, tremolite, magnetite e anatase (Figura 6.26).

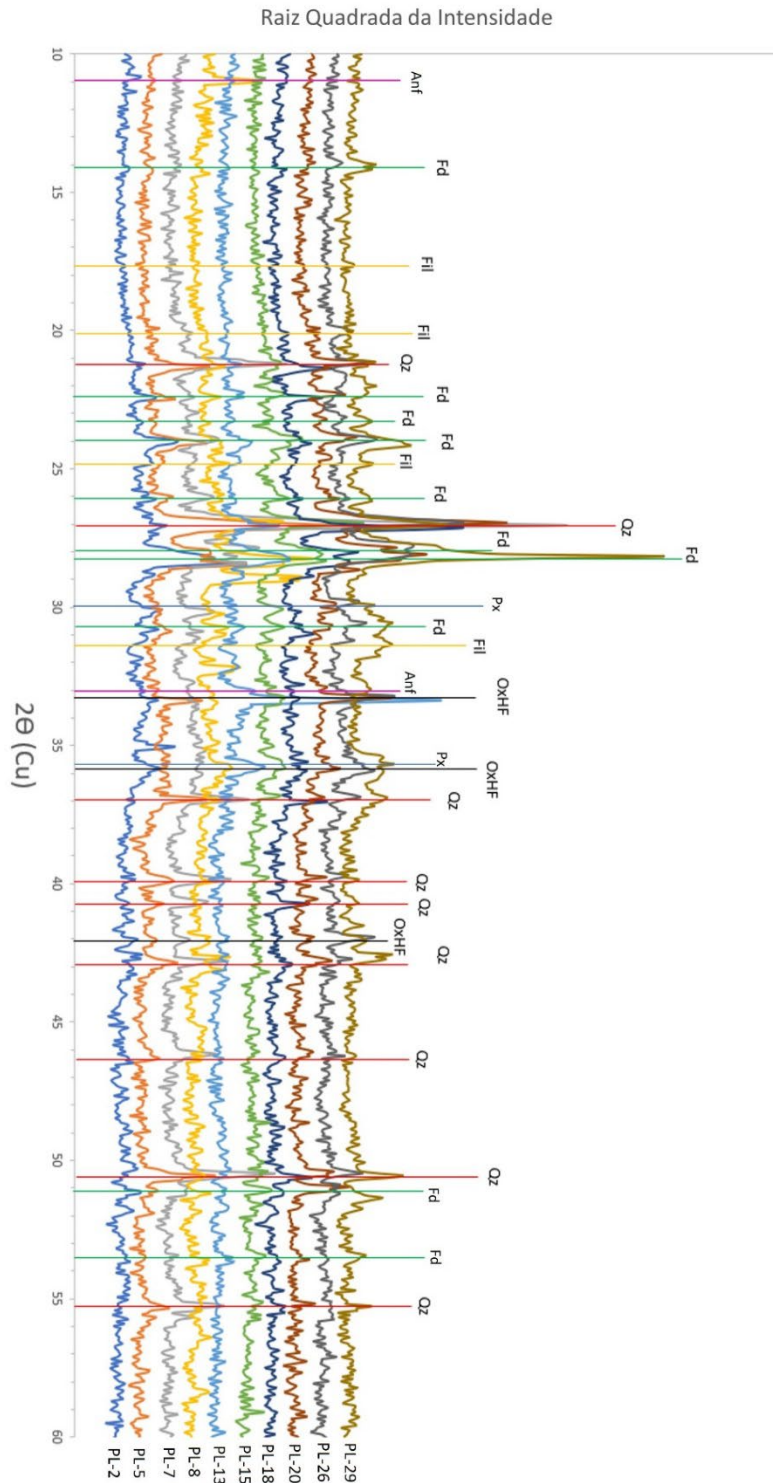


Figura 6.24: Sobreposição dos difractogramas adquiridos por XRD para as amostras selecionadas de PL. Anf – Anfíbola; Fd – Feldspato; Fil – Filossilicatos; OxHF – Oxi-hidróxidos de Ferro; Px – Piroxena; Qz – Quartzo.

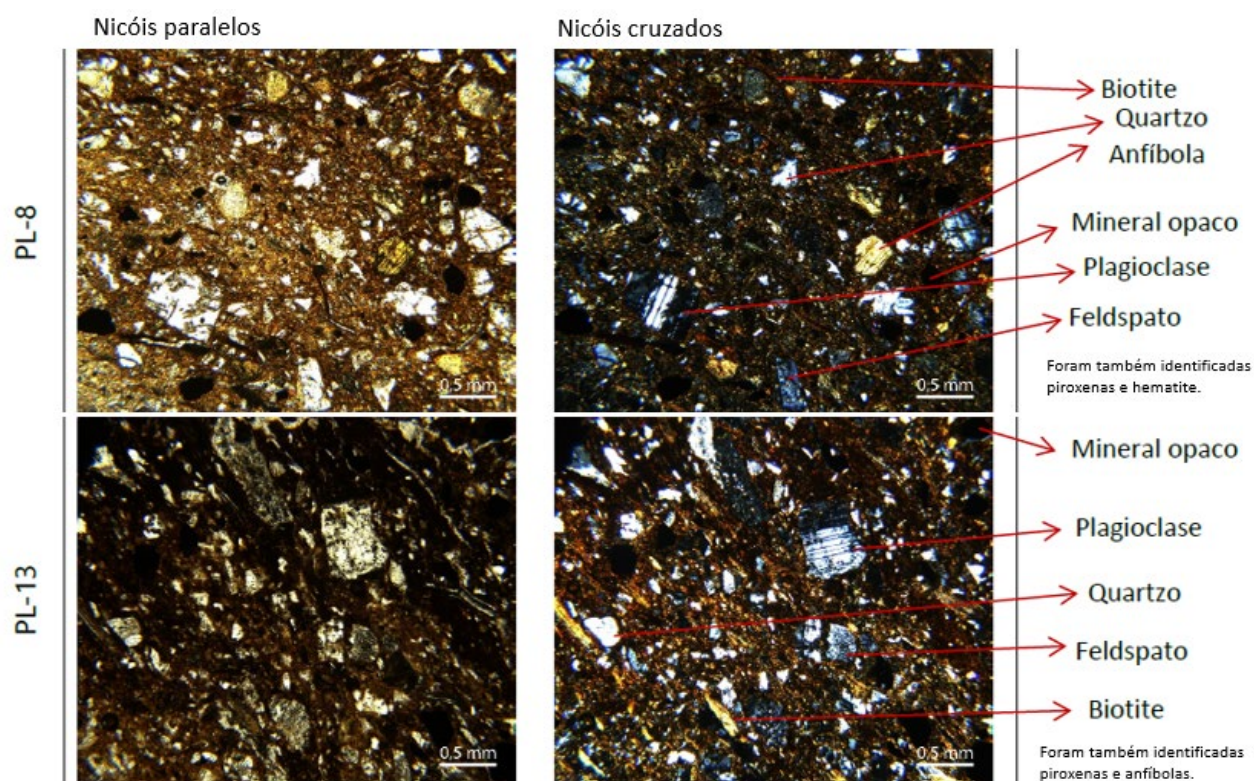


Figura 6.25: Exemplo de duas lâminas delgadas de cerâmica de PL, observadas ao microscópio petrográfico, com nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).

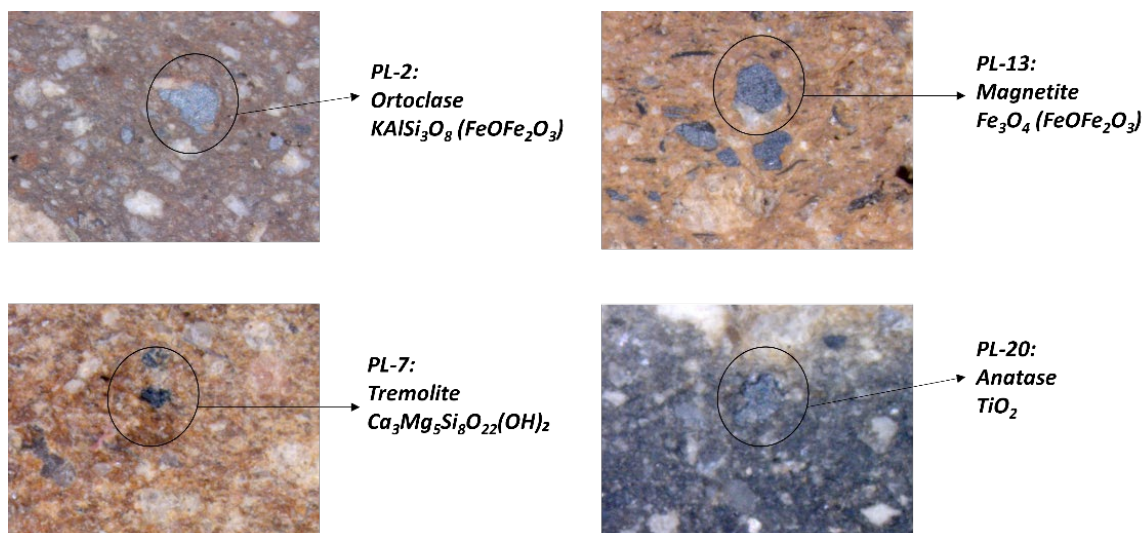


Figura 6.26: Alguns minerais identificados pela microespectroscopia Raman nas amostras de PL.

Na Tabela 6.17 são apresentados os resultados obtidos com as diversas análises mineralógicas efetuadas.

*Tabela 6.17: Caracterização mineralógica das 10 amostras selecionadas de PL (Ab – Albite; Act - Actinolite; An – Anortite; Anf – Anfíbola; Ant - Anatase; Aug – Augite; Bt - Biotite; Cal – Calcite; Clo - Clorite; Epd - Epidoto; Fil - Filossilicatos; Fld - Feldspatos; Hem – Hematite; Ilm - Ilmenite; K - Feldspatos Potássicos; Mag – Magnetite; Mc – Microclina; Ms – Moscovite; Op - Minerais Opacos; Or – Ortoclase; OxHF - Oxi-Hidróxidos de Ferro; Plg - Plagioclases; Px - Piroxenas; Qz – Quartzo; Rch - Richterite; San - Sanidina; Tr - Tremolite. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parênteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado.)*

|                            |       | Semi-quantificação realizada através da difração de raios X |            |                |         |                         |           |           | Estruturas cristalinas identificadas por XRD, mic. petrográfico e mic. Raman |
|----------------------------|-------|---|------------|----------------|---------|-------------------------|-----------|-----------|--|
|                            |       | Quartzo   | Feldspatos | Filossilicatos | Calcite | Oxi-hidróxidos de Ferro | Piroxenas | Anfíbolos |  |
| <b>Calcolítico Inicial</b> |       |   |            |                |         |                         |           |           |  |
| Canelada                   | PL-2  | x   | xxx        | v              | -       | xx                      | x         | x         | Anf(Act), Epd, Fil(Clo, Ms), Fld(K, Ort), Op, OxHF(Mag), Px (Aug), Qz        |
|                            | PL-5  | xxx   | xx         | x              | -       | xx                      | -         | x         | Anf(Trem), Fil(Bt), Fld(And), OxHF, Qz                                       |
| Lisa                       | PL-7  | xxxx  | xx         | x              | -       | v                       | -         | -         | Fld(Ab, Or), Op, OxHF, Qz  |
|                            | PL-8  | xx  | xxx        | x              | -       | x                       | x         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt), Fld(Ab), Op, OxHF(Hem), Px (Aug), Qz                       |
| <b>Calcolítico Pleno</b>   |       |   |            |                |         |                         |           |           |  |
| Folha-de-acácia            | PL-13 | x   | xx         | -              | -       | xxx                     | -         | -         | Anf, Fil(Bt), Fld(Ab), Op, Px, Qz  |
|                            | PL-15 | xxx   | xx         | -              | -       | x                       | x         | -         | Anf, Clo, Epd, Fil(Bt), Fld, Op, OxHF(Hem, Mag), Px (Aug), Qz                |
|                            | PL-18 | xxx   | xx         | x              | -       | v                       | x         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt, Ms), Fld(Or), OxHF(Mag), Px(Aug), Qz                        |
| Outra dec.                 | PL-20 | xxx   | xxx        | x              | -       | xx                      | x         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt), Fld(Or, Plg), Op, OxHF(Hem), Px (Aug), Qz                  |
| Lisa                       | PL-26 | xxx   | xx         | v              | -       | xx                      | -         | -         | Fil, Fld(Ab, Or), Op, OxHF(Hem, Mag), Qz                                     |
|                            | PL-29 | xx  | xxx        | -              | -       | v                       | -         | -         | Fil, Fld(Ab), OxHF(Hem), Qz  |

#### 6.2.1.4. Análise dos depósitos argilosos de PL

Na Tabela 6.18 apresenta-se a composição química, obtida por  $\mu$ -EDXRF, das amostras dos depósitos argilosos identificados e amostrados na zona de influência do sítio arqueológico de PL (ver Figura 3.10).

*Tabela 6.18: Composição química, obtida por  $\mu$ -EDXRF, das amostras de depósitos sedimentares considerados a priori como argilosos na área de PL, bem como de uma amostra de cerâmica de revestimento recolhida no sítio arqueológico (ArgPL), obtida por  $\mu$ -EDXRF.*

|             | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm                            |     |     |     |                   |     |                                |                  |
|-------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|             | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| ArgPL       | 9,05                           | 28,0             | 2,30             | 52,0 | 0,53             | 5,00                           | 110                            | 390 | 10  | 140 | 112               | 300 | 119                            | 22               |
| σ           | 1,1                            | 1,4              | 0,14             | 1,41 | 0,11             | 0,42                           | 14                             | 28  | 1   | 0   | 25                | 42  | 2                              | 1                |
| Depósito 7  | 17,4                           | 72,5             | 3,15             | 0,39 | 1,20             | 3,30                           | 70                             | 390 | 8   | 98  | 92                | 56  | 170                            | 6                |
| σ           | 0,1                            | 2,1              | 0,07             | 0,03 | 0,00             | 0,57                           | 29                             | 141 | 2   | 6   | 18                | 3   | 14                             | 1                |
| Depósito 8  | 29,5                           | 48,0             | 3,00             | 1,75 | 4,10             | 2,90                           | 100                            | 165 | 6   | 22  | 42                | 48  | 350                            | 7                |
| σ           | 0,7                            | 1,4              | 0,14             | 0,21 | 0,14             | 0,57                           | 0                              | 21  | 1   | 1   | 4                 | 3   | 14                             | 0                |
| Depósito 9  | 13,7                           | 47,5             | 1,80             | 11,8 | 2,15             | 11,6                           | 685                            | 0   | 29  | 155 | 83                | 140 | 220                            | 17               |
| σ           | 0,2                            | 0,7              | 0,00             | 1,98 | 0,64             | 1,41                           | 78                             | 0   | 3   | 7   | 12                | 16  | 141                            | 1                |
| Depósito 10 | 19,0                           | 51,0             | 2,85             | 4,90 | 1,80             | 9,10                           | 200                            | 0   | 23  | 150 | 98                | 64  | 150                            | 10               |
| σ           | 0,0                            | 0,0              | 0,07             | 0,28 | 0,28             | 0,42                           | 0                              | 0   | 1   | 42  | 18                | 2   | 0                              | 4                |
| Depósito 11 | 10,2                           | 73,5             | 1,95             | 6,20 | 0,89             | 3,55                           | 54                             | 490 | 9   | 180 | 36                | 94  | 120                            | 7                |
| σ           | 1,3                            | 0,7              | 0,21             | 0,71 | 0,16             | 0,07                           | 11                             | 99  | 1   | 42  | 8                 | 21  | 0                              | 0                |

Ao observar os resultados dessa análise, podemos verificar quais as amostras são ou não argilas, avaliando o teor de cálcio presente em cada uma delas. Verificou-se, desta forma, que uma das amostras, a cerâmica de revestimento de uma cabana (ArgPL), era uma argila calcária (ou um calcário margoso), a qual foi analisada por se esperar que, tendo sido usada em abundância, pudesse ter sido também usada em olaria e a sua origem correspondesse a uma zona próxima do povoado, num dos depósitos amostrados. No entanto, como é possível observar, não corresponde a nenhuma das amostras de argila recolhidas na zona de influência do sítio arqueológico.

As amostras dos depósitos argilosos Depósito-7, 8, 9, 10 e 11 foram também analisadas mineralogicamente, apresentando-se na Tabela 6.19 os resultados obtidos. Entre as amostras analisadas pode perceber-se que a amostra Depósito-8 não corresponderá a uma argila, por não possuir filossilicatos, fase mineralógica característica da matéria-prima utilizada em olaria, pelo que este Depósito foi também descartado da discussão posterior dos dados. As amostras dos restantes Depósitos, todas com teores de cálcio abaixo de 15 %, enquadram-se nas designadas argilas não-calcárias.

*Tabela 6.19: Análise mineralógica por XRD das amostras dos depósitos 7, 8, 9, 10 e 11. (A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parenteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado.)*

| Argilas            | Quartzo | Filossilicatos | Calcite | Feldspatos | Oxi-Hidroxidos de Ferro | Piroxenas | Anfíbulas |
|--------------------|---------|----------------|---------|------------|-------------------------|-----------|-----------|
| <b>Depósito-7</b>  | xxxx    | x              | -       | x          | v                       | x         | x         |
| <b>Depósito-8</b>  | x       | -              | -       | xx         | v                       | -         | x         |
| <b>Depósito-9</b>  | xx      | x              | x       | x          | -                       | x         | -         |
| <b>Depósito-10</b> | xx      | x              | -       | v          | v                       | v         | v         |
| <b>Depósito-11</b> | xxxx    | x              | v       | x          | v                       | x         | x         |

## 6.2.2. Discussão dos dados

Verificou-se que os 29 fragmentos cerâmicos de PL analisados estão, em geral, em bom estado de conservação, com pastas coesas. Embora algumas superfícies estejam algo erodidas, não houve nenhum fragmento difícil de manusear ou preparar para análise.

A análise textural macroscópica, apresentada no Anexo A.2 encontra-se, em conjunto com outros detalhes (como as formas mais frequentes em cada tipologia decorativa), resumida

na Tabela 6.14. Esta análise mostra-nos que, quanto aos acabamentos de superfície, encontram-se sobretudo superfícies que parecem apenas alisadas, num total de 26 fragmentos, perfazendo 90 % do total (Tabela 6.20). Consegue-se ainda distinguir o polimento em duas das amostras (PL-1 e PL-2) e o que parece ser uma aguada em um fragmento, PL-28, de cerâmica lisa do Calcolítico Pleno (Figura 6.27). Com a análise mineralógica por microespectroscopia Raman foi possível identificar a presença de calcite e dolomite ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) na superfície.

*Tabela 6.20: Tipos de acabamentos de superfície dos fragmentos de PL.*

|              |               | Alisada   | Polida   | Espatulada | Aguada   | Pasta branca | Total     |
|--------------|---------------|-----------|----------|------------|----------|--------------|-----------|
| PL           | Calc. Inicial | 10        | 2        | -          | -        | -            | 12        |
|              | Calc. Pleno   | 16        | -        | -          | 1        | -            | 17        |
| <b>Total</b> |               | <b>26</b> | <b>2</b> | <b>0</b>   | <b>1</b> | <b>0</b>     | <b>29</b> |



*Figura 6.27: PL-28, com vestígios daquilo que parece ser uma aguada na superfície.*

As pastas apresentam uma grande gama de cores (Figura 6.20) que variam principalmente entre o castanho e o cinzento, por vezes com o núcleo de uma cor e as superfícies de outra, revelando mais uma vez a grande variabilidade característica dos ambientes de cozedura com esta cronologia. Na Tabela 6.21 apresenta-se a relação entre os vários grupos de cor (definidos no Capítulo 5) e as amostras de cada período cronológico, indicando qual

a cor mais frequente em cada um deles. Assim, em PL, tanto o Calcólítico Inicial, como o Pleno, parecem privilegiar a cor acastanhada. Encontram-se ainda duas amostras pertencentes ao grupo 5 (ver Anexo A.2).

Tabela 6.21: Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras de PL em estudo.

|    |               | Grupo 1             | Grupo 2            | Grupo 3            | Grupo 4           | Grupo 5           | Total                |
|----|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| PL | Calc. Inicial | 5                   | 3                  | 3                  | -                 | 1                 | 12                   |
|    | Calc. Pleno   | 8                   | 2                  | 5                  | 1                 | 1                 | 17                   |
|    | Subtotal      | <b>13</b><br>(45 %) | <b>5</b><br>(17 %) | <b>8</b><br>(28 %) | <b>1</b><br>(3 %) | <b>2</b><br>(7 %) | <b>29</b><br>(100 %) |

A análise textural microscópica, apresentada na Tabela 6.13 e resumida abaixo na Tabela 6.22, permite verificar que a distribuição do grão é, de forma geral, não uniforme em ambos os períodos cronológicos, uma vez que se observam aglomerados maiores de inclusões em algumas zonas, o que sugere que a matéria-prima não foi bem homogeneizada ou que uma possível têmpera adicionada não tenha sido bem misturada com a matéria-prima argilosa.

Tabela 6.22: Sumário da caracterização textural microscópica de PL. (Tamanho do grão: denso < 0,1 mm; grão fino 0,1 mm–0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm–1 mm; grão médio 1 mm–3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm–10 mm (RIEDERER, 2004, p.153). Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada – facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p.61)).

| Período/<br>Tipologia                     | Inclusões    |                                      |  |             |
|---|--------------|--------------------------------------|--|-------------|
|   | Distribuição | Geometria                            | Tamanho  | Porcentagem |
| Calcólítico Inicial<br>(Canelada)         | Não uniforme | 60 % sub-rolado                      | Maioritariamente fino<br>(83 % fino)           | 27 %        |
| Calcólítico Inicial<br>(Lisa)             | Não uniforme | 100 % sub-rolado                     | Maioritariamente fino<br>(67 % fino)           | 23 %        |
| Calcólítico Pleno<br>(Folha-de-acácia)    | Não uniforme | 71 % sub-angular                     | Maioritariamente<br>pequeno<br>(71 % pequeno)  | 24 %        |
| Calcólítico Pleno<br>(Outra<br>decoração) | Não uniforme | 50 % subangular e<br>50 % subrolado) | Maioritariamente<br>pequeno<br>(100 % pequeno) | 25 %        |
| Calcólítico Pleno<br>(Lisa)               | Não uniforme | 83 % subrolado                       | Maioritariamente fino<br>(67 % fino)           | 23 %        |

Por outro lado, em ambos os períodos, nas várias tipologias/decorações (Tabela 6.23), verifica-se, em certos fragmentos, uma “tendência de orientação” seguida pelas inclusões e pelos poros (Figura 6.28), o que pode ser indicativo da utilização da técnica dos rolos na manufatura dos vasos cerâmicos.

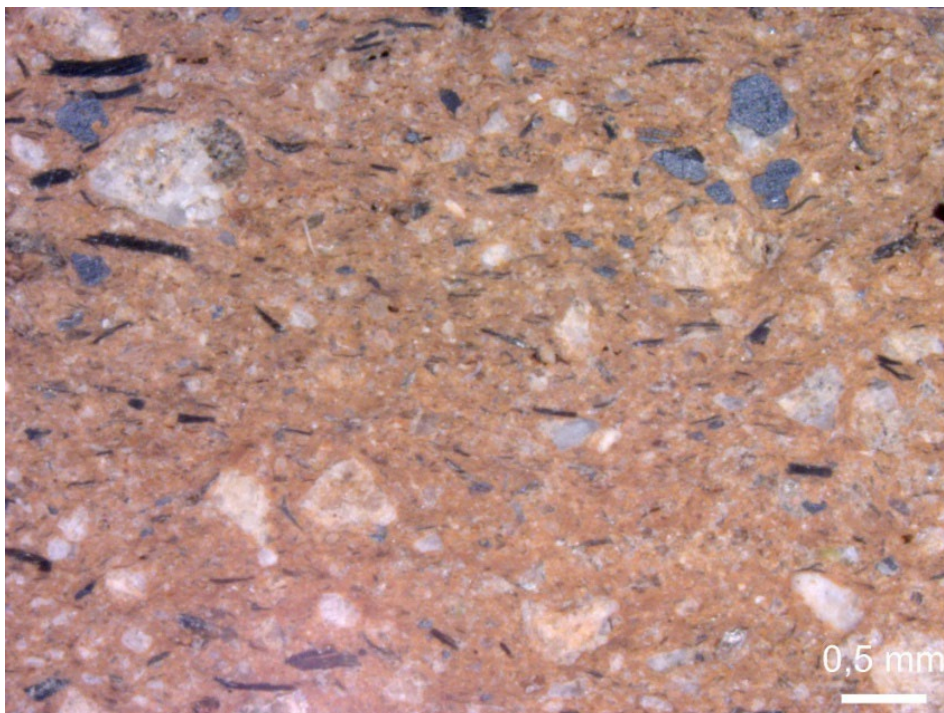


Figura 6.28: Secção transversal do fragmento PL-13, onde se observa a orientação com tendência horizontal e paralela das inclusões e poros, podendo indicar que foi utilizada a técnica dos rolos.

Tabela 6.23: Percentagem de amostras em cada tipologia onde é perceptível algum tipo de orientação na distribuição das inclusões.

| Tipologia                           | Percentagem de amostras com inclusões orientadas |
|-------------------------------------|--|
| Calcolítico Inicial (Canelada)      | 50 % (3/6)                                       |
| Calcolítico Inicial (Lisa)          | 50 % (3/6)                                       |
| Calcolítico Pleno (Folha-de-acácia) | 71 % (5/7)                                       |
| Calcolítico Pleno (Outra decoração) | 75 % (3/4)                                       |
| Calcolítico Pleno (Lisa)            | 50 % (3/6)                                       |

A geometria das inclusões nas amostras de PL encontra-se, na grande maioria, entre “sub-rolada” e “sub-angular”. Entre as amostras estudadas, as inclusões angulares não são muito comuns, estando ausentes no Calcolítico Inicial, havendo, no entanto, duas amostras do Calcolítico Pleno com inclusões com esta geometria (PL-20 e PL-24). É ainda possível ver, em nove das amostras, distribuídas por todas as tipologias, a presença de grãos alongados de cor escura, tendo estes sido identificados como biotite (ver lâminas delgadas apresentadas na Figura 6.25).

Quanto ao tamanho do grão, é no Calcolítico Pleno que se encontram pastas mais grosseiras, isto é, com inclusões maiores, que acabam, mais uma vez, por “sustentar”

cerâmicas mais robustas. Todas as amostras de PL possuem grãos com tamanho a partir do denso (inferior a 0,1 mm), passando pelo fino e pelo pequeno, sendo que, à exceção de PL-28 e PL-29 (com grão até ao tamanho pequeno (entre 0,33 mm e 1 mm)), todas possuem grão com tamanho até ao grão médio (entre 1 mm e 3,3 mm). Em nenhuma amostra foram identificados grãos grosseiros (entre 3,3 mm e 10 mm).

Já quando se olha para a percentagem geral dos elementos não-plásticos, encontra-se grande variabilidade em todas as tipologias. Mas independentemente da sua geometria ou tamanho, parece haver, ao longo do tempo, um decréscimo desta percentagem, tendo em conta que, em média, no Calcolítico Inicial se encontra uma maior percentagem do que no Calcolítico Pleno, o que pode sugerir uma gradual melhor preparação e depuração das pastas.

A análise textural aponta, de forma geral, para que tenham sido aplicadas as mesmas técnicas de conformação ao longo dos séculos. As diferenças observadas parecem resultar apenas das diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos integrados nas tipologias decorativas em causa. Observa-se, no entanto, ao longo do tempo, uma menor percentagem de grãos grosseiros no seio da matriz cerâmica, independentemente da geometria ou tamanho, podendo constituir indício de uma melhor preparação das matérias-primas.

Através da análise estatística multivariada das composições químicas das amostras cerâmicas (Figuras 6.21, 6.22 e 6.23) infere-se que se terão utilizado, pelo menos, três fontes de matéria-prima para a manufatura da cerâmica de PL, as quais poderão ter sido utilizadas durante os dois períodos cronológicos em causa. Uma delas (para o grupo D), terá sido utilizada principalmente para uma grande parte da cerâmica do Calcolítico Pleno e para todos os copos canelados do Calcolítico Inicial que fazem parte do conjunto cerâmico analisado. A segunda e a terceira (para os grupos E e F) terão sido utilizadas para cerâmica variada de ambos os períodos cronológicos. A Tabela 6.24 apresenta as concentrações médias dos óxidos, para cada um dos três grupos formados, de maneira a serem mais facilmente comparadas. Também a Tabela 6.17 foi reorganizada (Tabela 6.25) consoante os grupos resultantes da análise estatística efetuada com base nos resultados da análise química, com o intuito de se perceber quais as principais diferenças a nível mineralógico

entre aqueles grupos. Por sua vez, na Tabela 6.26 são apresentadas as principais características texturais ou morfológicas de cada um dos grupos.

Tabela 6.24: Sumário da análise química das amostras cerâmicas de PL por grupos e subgrupos revelados pela análise estatística.

|   |                 | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm                            |      |     |     |                   |     |                                |                  |
|---|-----------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|   |                 | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| D | Canelada        | 26,8                           | 50,3             | 1,83             | 5,19 | 1,78             | 9,28                           | 88                             | 921  | 26  | 167 | 44                | 247 | 345                            | 4                |
| D | Folha-de-acácia | 29,5                           | 53,1             | 1,83             | 4,05 | 1,64             | 9,68                           | 101                            | 838  | 27  | 136 | 47                | 215 | 327                            | 4                |
| D | Outra dec.      | 28,1                           | 50,1             | 1,57             | 4,27 | 2,00             | 10,45                          | 100                            | 853  | 29  | 141 | 50                | 270 | 247                            | 4                |
| D | Lisa            | 25,4                           | 53,7             | 2,54             | 4,05 | 1,68             | 9,17                           | 112                            | 1146 | 25  | 156 | 63                | 246 | 327                            | 4                |
| D | Média           | 27,5                           | 52,1             | 1,98             | 4,38 | 1,73             | 9,54                           | 100                            | 944  | 26  | 150 | 51                | 239 | 321                            | 4                |
| E | Canelada        | 21,3                           | 57,7             | 2,20             | 3,42 | 1,58             | 7,55                           | 87                             | 503  | 21  | 115 | 59                | 200 | 350                            | 3                |
| E | Lisa            | 19,1                           | 66,9             | 2,46             | 2,58 | 1,04             | 4,96                           | 68                             | 829  | 14  | 136 | 60                | 165 | 231                            | 4                |
| E | Outra dec.      | 21,4                           | 63,1             | 2,33             | 2,99 | 1,11             | 5,50                           | 66                             | 803  | 15  | 122 | 53                | 154 | 227                            | 4                |
| E | Média           | 21,4                           | 61,6             | 2,29             | 3,11 | 1,24             | 6,08                           | 72                             | 718  | 17  | 120 | 54                | 167 | 262                            | 3                |
| F | Lisa            | 23,9                           | 50,5             | 1,52             | 4,76 | 2,82             | 11,3                           | 158                            | 1472 | 33  | 169 | 43                | 269 | 311                            | 4                |
| F | Folha-de-acácia | 28,8                           | 43,4             | 1,48             | 4,55 | 2,69             | 11,43                          | 97                             | 1417 | 31  | 159 | 39                | 228 | 342                            | 4                |
| F | Lisa            | 26,0                           | 49,5             | 1,86             | 4,72 | 1,91             | 12,32                          | 217                            | 1763 | 36  | 138 | 58                | 267 | 333                            | 4                |
| F | Média           | 25,9                           | 48,2             | 1,61             | 4,69 | 2,52             | 11,6                           | 157                            | 1540 | 33  | 157 | 46                | 256 | 326                            | 4                |

Tabela 6.25: Resultados obtidos pela combinação das três técnicas da análise mineralógica, organizada consoante os grupos e subgrupos resultantes da análise estatística. (Ab – Albite; Act – Actinolite; An – Anortite; Anf – Anfíbola; Ant – Anatase; Aug – Augite; Bt – Biotite; Cal – Calcite; Clo – Clorite; Epd – Epidoto; Fil – Filossilicatos; Fld – Feldspatos; Hem – Hematite; Ilm – Ilmenite; K – Feldspatos Potássicos; Mag – Magnetite; Mc – Microclina; Ms – Moscovite; Op – Minerais Opacos; Or – Ortoclase; OxHF – Oxi-Hidróxidos de Ferro; Plg – Plagioclase; Px – Piroxena; Qz – Quartzo; Rch – Richterite; San – Sanidina; Tr – Tremolite. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parenteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado).

|   |       | Semi-quantificação realizada através da difração de raios X |            |                |         |                         |           |           | Estruturas cristalinas identificadas por XRD, mic. petrográfico e mic. Raman |
|---|-------|---|------------|----------------|---------|-------------------------|-----------|-----------|--|
|   |       | Quartzo   | Feldspatos | Filossilicatos | Calcite | Oxi-hidroxidos de Ferro | Piroxenas | Anfíbolos |  |
| D | PL-2  | x   | xxx        | v              | -       | xx                      | x         | x         | Anf(Act), Epd, Fil(Clo, Ms), Fld(K, Ort), Op, OxHF(Mag), Px (Aug), Qz        |
| D | PL-15 | xxx   | xx         | -              | -       | x                       | x         | -         | Anf, Clo, Epd, Fil(Bt), Fld, Op, OxHF(Hem, Mag), Px (Aug), Qz                |
| D | PL-18 | xxx   | xx         | x              | -       | v                       | x         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt, Ms), Fld(Or), OxHF(Mag), Px(Aug), Qz                        |
| D | PL-26 | xxx   | xx         | v              | -       | xx                      | -         | -         | Fil, Fld(Ab, Or), Op, OxHF(Hem, Mag), Qz                                     |
| E | PL-5  | xxx   | xx         | x              | -       | xx                      | -         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt), Fld(And), OxHF, Qz   |
| E | PL-7  | xxxx  | xx         | x              | -       | v                       | -         | -         | Fld(Ab, Or), Op, OxHF, Qz  |
| E | PL-20 | xxx   | xxx        | x              | -       | xx                      | x         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt), Fld(Or, Plg), Op, OxHF(Hem), Px (Aug), Qz                  |
| F | PL-8  | xx  | xxx        | x              | -       | x                       | x         | x         | Anf(Tr), Fil(Bt), Fld(Ab), Op, OxHF(Hem), Px (Aug), Qz                       |
| F | PL-13 | x   | xx         | -              | -       | xxx                     | -         | x         | Anf, Fil(Bt), Fld(Ab), Op, Px, Qz  |
| F | PL-29 | xx  | xxx        | -              | -       | v                       | -         | -         | Fil, Fld(Ab), OxHF(Hem), Qz  |

Tabela 6.26: Sumário da análise textural das amostras cerâmicas de PL, por grupos estatísticos.

|          |                              | Distribuição do grão | Tamanho do grão          | Geometria do grão                 | % de grãos | Cor das pastas e superfícies  |
|----------|------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------|---|
| <b>D</b> | Cal. Inicial (Canelada)      | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Tanto sub-angular como sub-rolada | 25 %       | Tanto castanhas como cinzentas  |
| <b>D</b> | Cal. Pleno (Folha-de-acácia) | Não uniforme         | Maioritariamente pequeno | Maioritariamente sub-angular      | 23 %       | Maioritariamente castanhas  |
| <b>D</b> | Cal. Pleno (Outra decoração) | Não uniforme         | Maioritariamente pequeno | Maioritariamente sub-rolada       | 21 %       | Tanto castanhas como laranjas   |
| <b>D</b> | Calc. Pleno (Lisa)           | Não uniforme         | Fino e pequeno           | Maioritariamente sub-rolada       | 25 %       | Maioritariamente castanhas  |
| <b>E</b> | Cal. Inicial (Canelada)      | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada       | 31 %       | Tanto cinzentas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |
| <b>E</b> | Cal. Inicial (Lisa)          | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada       | 22 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>E</b> | Cal. Pleno (Outra decoração) | Não uniforme         | Maioritariamente pequeno | Maioritariamente sub-angular      | 28 %       | Tanto castanhas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |
| <b>F</b> | Cal. Inicial (Lisa)          | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada       | 23 %       | Maioritariamente castanha   |
| <b>F</b> | Cal. Pleno (Folha-de-acácia) | Não uniforme         | Fino e pequeno           | Tanto sub-angular como sub-rolada | 25 %       | Tanto castanhas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |
| <b>F</b> | Calc. Pleno (Lisa)           | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada       | 20 %       | Tanto castanhas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |

Cada grupo resultante da análise estatística efetuada pode, então, ser caracterizado do seguinte modo:

**Grupo "D":** No primeiro grupo (o maior deles), integrando 15 amostras (52 % do total), encontram-se, como já atrás referido, concentrações medianas da grande maioria dos elementos analisados, destacando-se apenas a concentração do alumínio inversamente proporcional à concentração do rubídio. As pastas caracterizam-se por teores médios de 52,1 % de SiO<sub>2</sub>; 27,5 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 9,5 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4,4 % de CaO; 2,0 % de K<sub>2</sub>O e 1,7 % de TiO<sub>2</sub>. Este primeiro grupo é constituído, na sua maioria, por cerâmica do Calcolítico Pleno (73 % das amostras, isto é, 11 amostras para um total de 15 dentro deste grupo), estando

representados todos os subgrupos (cerâmica com decoração em folha-de-acácia, outra decoração e lisa). Embora este seja, de entre os três grupos identificados, o mais marcadamente atribuível a um período cronológico específico, ele engloba, contudo, também quatro cerâmicas do Calcolítico Inicial (quatro fragmentos de copos cilíndricos com decoração canelada), que se destacam das restantes amostras deste grupo pelos teores ligeiramente mais elevados de cálcio e mais baixos de crómio.

Mineralogicamente, a característica mais marcante deste grupo "D" é a presença de piroxenas, comuns nas rochas vulcânicas na área de influência de PL e que deverão provir da própria argila utilizada, uma vez que nas lâminas delgadas apresentam tamanhos muito pequenos, indiciando que pertenceriam, por conseguinte, à matéria-prima argilosa. Poderão, eventualmente, ter sido adicionadas como têmpera algumas anfíbolas, uma vez que se observam em dimensões maiores que outras inclusões e com geometria sub-angular, em algumas das lâminas delgadas (exemplo na Figura 6.29). Por outro lado, este é o grupo, em média, com menores quantidades de feldspatos, embora este mineral apareça, por vezes, sob a forma de inclusões distinguíveis nas lâminas delgadas.

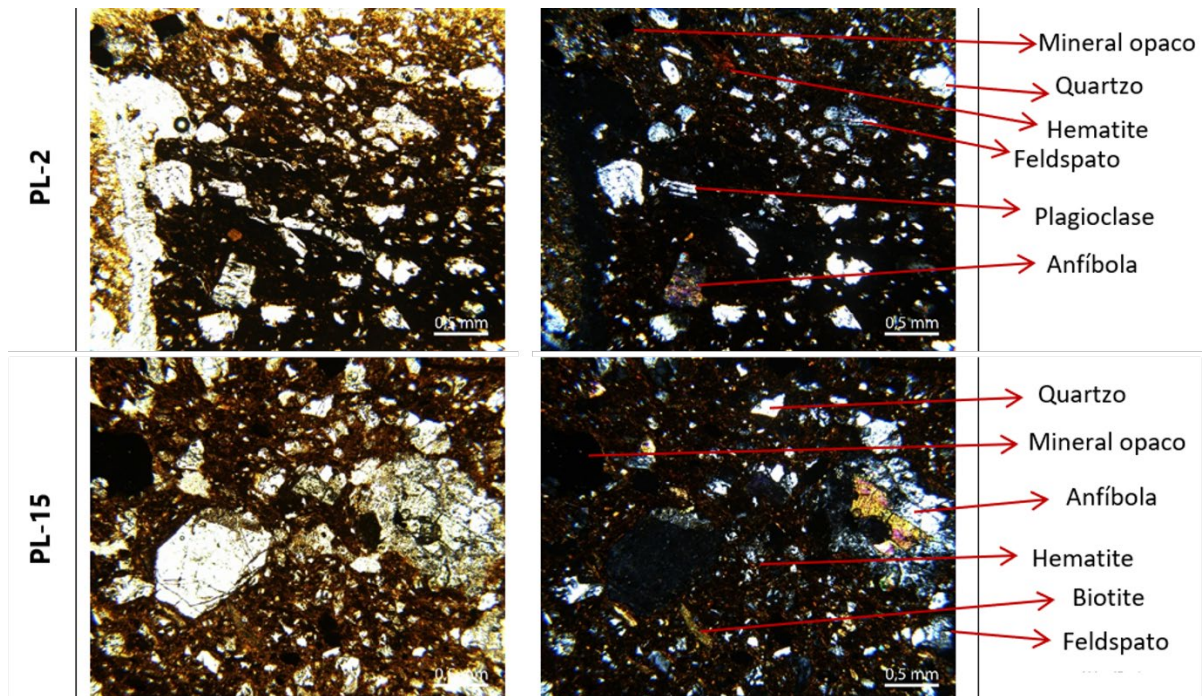


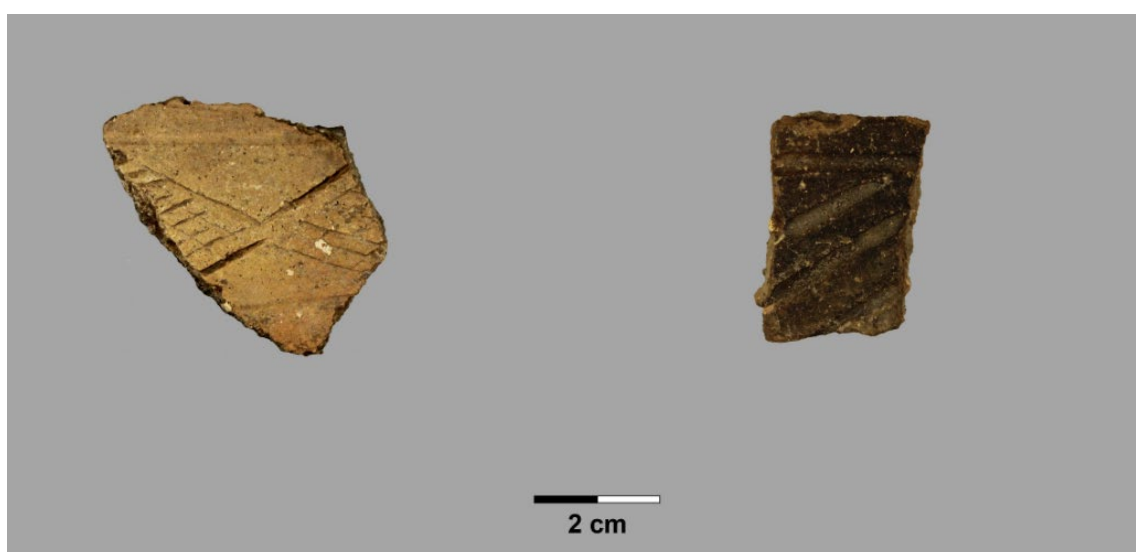
Figura 6.29: Lâminas delgadas das amostras PL-2 e PL-15, onde se observam grãos de anfíbola.

A nível textural, as amostras deste grupo apresentam o grão de tamanho maioritariamente pequeno (60 % das amostras) e de forma maioritariamente sub-rolada (53 % das amostras).

A percentagem de inclusões não-plásticas é de 24 %, estando esta enquadrada na média do total das amostras de PL (24 %). Por fim, quanto às cores das pastas, estas são na maioria castanhas (53 %), o que poderá ser indicador de uma atmosfera pouco redutora. A única pasta laranja presente em PL (PL-23), insere-se também neste grupo, podendo ser, mais uma vez, indicativa de uma atmosfera mais oxidante.

É ainda de relevância referir que as quatro cerâmicas do Calcolítico Inicial que se inserem neste grupo são todas de amostras que constituem copos canelados (PL-1, 2, 3 e 4), estando as taças caneladas restringidas ao grupo "E", como se verá de seguida.

**Grupo "E":** O segundo grupo, com 7 amostras (24 % do total das amostras de PL), está associado a maiores teores de silício e potássio. As pastas deste grupo caracterizam-se por teores médios de 61,6 % de SiO<sub>2</sub>; 21,4 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 6,1 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3,1 % de CaO; 2,3 % de K<sub>2</sub>O e 1,2 % de TiO<sub>2</sub>. Contrariamente, ao grupo "D", este parece privilegiar a cerâmica do Calcolítico Inicial (5 em 7 das amostras), sendo o grupo com mais cerâmicas deste período cronológico-cultural (42 % do total das cerâmicas deste período), tanto decorada (mas apenas taças caneladas) como lisa. Neste grupo encontramos apenas duas amostras do Calcolítico Pleno (PL-20 e 21), ambas com decoração não discriminante deste período cronológico, isto é, com outra decoração (Figura 6.30), as quais se destacam por possuir maiores teores de sílica e menores de cálcio e ferro, comparativamente às cerâmicas do Calcolítico Inicial.



*Figura 6.30: Os 2 fragmentos de cerâmica de PL do Calcolítico Pleno, de decoração não discriminante, que se integram no grupo "E". Da esquerda para a direita – PL- 20 e 21.*

A característica mineralógica mais marcante deste grupo é o facto de possuir maior quantidade de quartzo, que pode estar associada à sua presença na própria argila utilizada, como também poderá estar associada a utilização deste mineral enquanto têmpera, uma vez que é, também, por vezes encontrado sob forma de inclusões de maiores dimensões e em abundância (Figura 6.31). Foram ainda identificados, por vezes, feldspatos de maiores dimensões nas lâminas delgadas (Anexo C.1). São ainda identificadas piroxenas e anfíbulas que parecem resultar de uma presença natural na argila utilizada como matéria-prima, uma vez que são identificados principalmente através da análise por XRD e apenas sob a forma de grãos de muito pequenas dimensões (quase não distinguíveis) nas lâminas delgadas.



*Figura 6.31: PL-5 com inclusões roladas e sub-roladas de quartzo de grandes dimensões.*

A nível textural, as amostras apresentam o grão de tamanho maioritariamente fino (57 % das amostras) e de forma maioritariamente sub-rolada (71 % das amostras). A percentagem de inclusões não-plásticas é de 26 %, estando esta um pouco acima da média do total das amostras de PL. Por fim, quanto às cores das pastas, as amostras têm, na maioria, núcleo cinzento e as superfícies castanhas (71 %), o que pode indicar uma atmosfera de cozedura redutora e um arrefecimento mais oxidante.

**Grupo "F":** Por último, o grupo "F" engloba, à semelhança do grupo "E", também sete amostras (24 % do total das amostras de PL), embora encontremos, quase em equilíbrio,

cerâmicas dos dois períodos cronológicos, verificando-se, de imediato, que não se encontram nele amostras de cerâmica canelada (do Calcolítico Inicial), nem cerâmicas com outra decoração (do Calcolítico Pleno). Quimicamente está associado a concentrações mais elevadas de ferro e titânio, bem como de alguns elementos traço, designadamente manganês e crómio. As pastas aqui englobadas caracterizam-se por teores médios de 48,2 % de SiO<sub>2</sub>; 25,9 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 11,6 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 4,69 % de CaO; 1,61 % de K<sub>2</sub>O e 2,52 % de TiO<sub>2</sub>. Os teores que mais diferenciam as cerâmicas do Calcolítico Inicial (lisas) do Pleno (no caso também lisa e com outra decoração) são os teores mais baixos de alumínio e mais altos de sílica, no Calcolítico Inicial.

Mineralogicamente, este grupo associa-se a maiores quantidades de feldspato que é distinguível sob a forma de grãos angulares em algumas amostras (PL-8 e 13 no Anexo C.1), as quais, no entanto, têm menores quantidades de filossilicatos, facto que pode indicar uma temperatura de cozedura mais elevada destas cerâmicas. A quantidade de quartzo também é menor do que nos outros grupos. A nível textural, as amostras deste grupo apresentam um grão de tamanho maioritariamente fino (71 % das amostras) e forma maioritariamente sub-rolada (86 % das amostras). A percentagem de inclusões não-plásticas é de 22 %, estando esta um pouco abaixo da média para este sítio arqueológico. As cores das pastas são, na maioria, castanhas (57 %). Entre todas as amostras deste grupo, apenas se destaca o facto de PL-8 possuir uma pasta de cor diferente das restantes amostras, no caso com o núcleo e superfície externa castanhos e superfície interna cinzenta.

Como forma de se conhecer a possível proveniência das argilas usadas como matéria-prima na manufatura da cerâmica de PL, foram, como referido, amostrados e analisados possíveis depósitos argilosos locais. Os resultados da análise química e mineralógica encontram-se nas Tabelas 6.18 e 6.19, já apresentadas. Tal como se fez para VNSP, também aqui foi feita uma análise em componentes principais das composições químicas do conjunto formado pelas quatro amostras dos depósitos argilosos (Depósitos 7, 9, 10 e 11), e pelas 29 amostras de cerâmica de PL (Figura 6.32).

Observando a forma como as amostras de cerâmica e os depósitos argilosos se distribuem, percebe-se que as primeiras se tendem a agrupar independentemente da partição anterior (obtida sem as composições dos Depósitos), querendo isto dizer que as diferenças

composicionais que possuem passam a ter menos peso quando estas amostras de cerâmica são comparadas com outros materiais (no caso os depósitos argilosos). Percebe-se que, principalmente, a amostra de argila denominada Depósito-9, mas também a denominada Depósito-10, não parecem relacionar-se composicionalmente com as amostras de cerâmica de PL. Ainda assim, os outros dois depósitos, Depósitos-7 e 11, parecem encontrar semelhanças composicionais com algumas das amostras de cerâmica em estudo, mais precisamente com denominadas PL-7 e 10, duas amostras de cerâmica lisa, do Calcolítico Inicial.

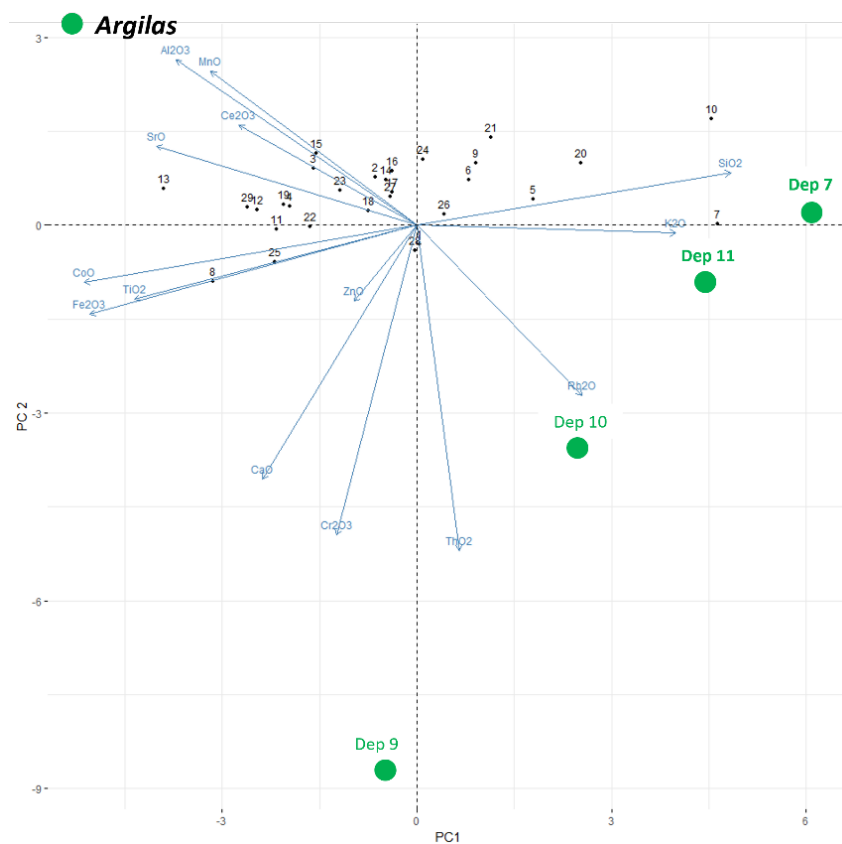
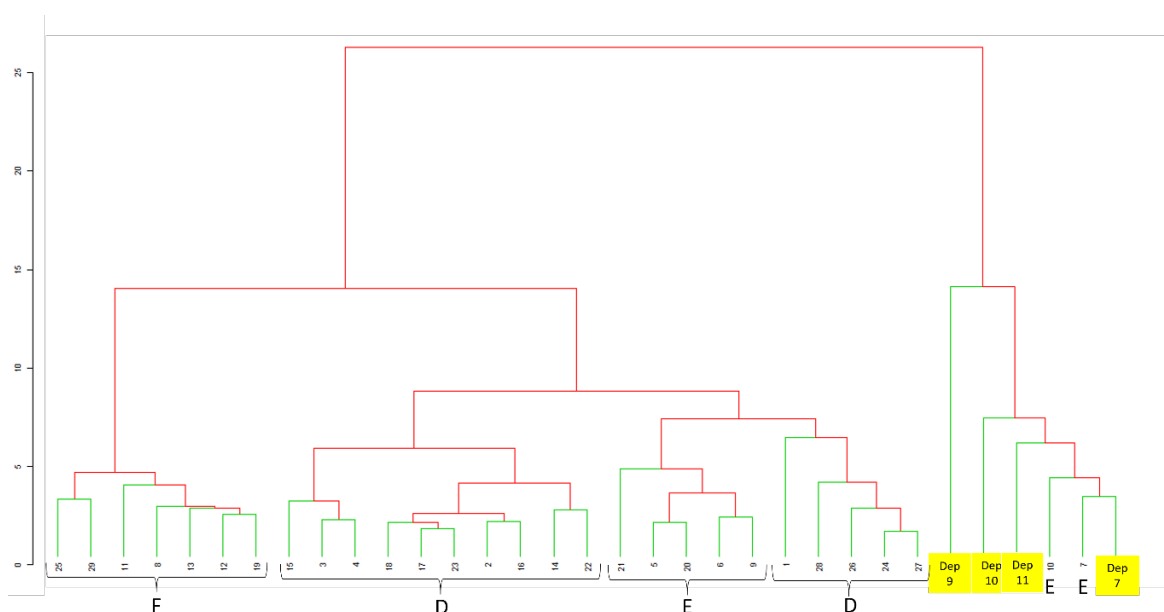


Figura 6.32: Diagrama resultante da análise em componentes principais da composição química do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila e das 29 amostras de cerâmica de PL.

Também a classificação hierárquica ascendente (Figura 6.33) dá conta do mesmo, tendo em conta que as amostras de cerâmica se agrupam num grande conjunto, independentemente do grupo formado, sendo, no entanto, exceções as amostras PL-7 e 10, que se vão agrupar com as amostras dos depósitos argilosos. Estas formam um grupo independente das restantes amostras de cerâmica e é possível perceber que as amostras PL-7 e 10 estão

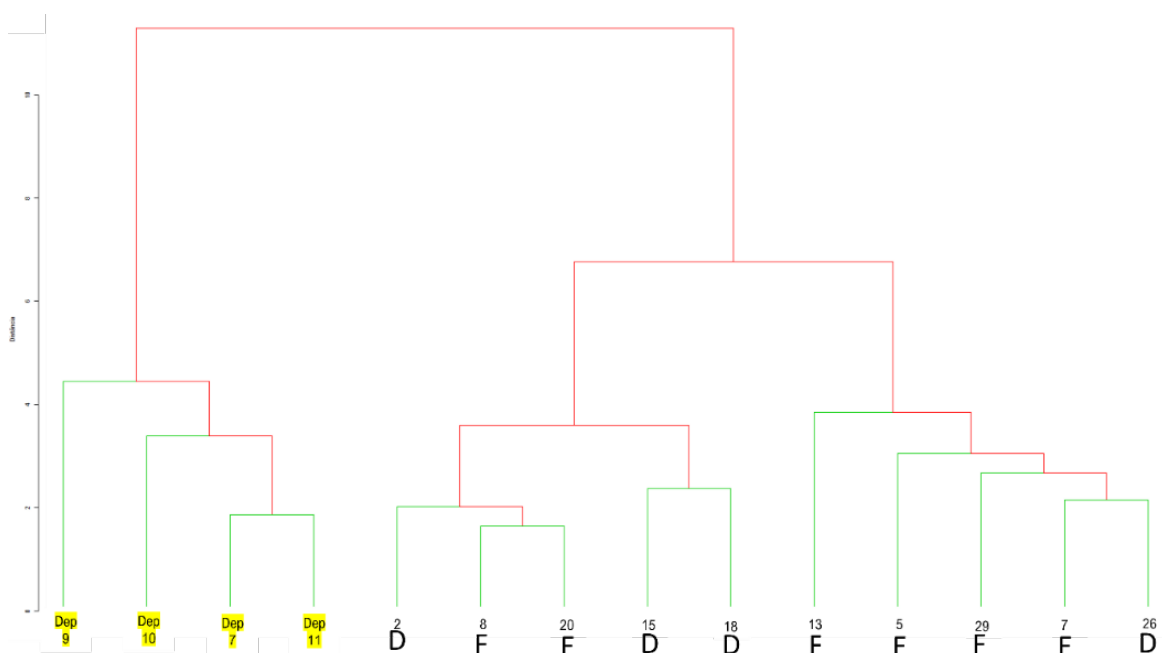
estritamente ligadas principalmente ao Depósito-7, mas também ao Depósito-11. Deste modo, existe a possibilidade de que estes depósitos tenham sido usados para fornecer as matérias-primas utilizadas, apenas para estas duas cerâmicas. A fonte mais provável, Depósito-7, é um material argiloso recolhido na zona de Igreja Nova (Mafra), a pouco mais de 5 km do sítio arqueológico, numa zona indicada como sendo de captação de argilas nos tempos correntes por oleiros da zona e que se caracteriza, geologicamente, por arenitos e argilas ("Grés superiores") (RAMALHO *et al.*, 1993). Por seu lado, a amostra Depósito-11, é um material argiloso recolhido junto ao rio Lizandro, numa zona de calcários e margas ("Belasiano") (RAMALHO *et al.*, 1993). Para as restantes amostras, não foram identificadas as matérias-primas que possam ter sido utilizadas uma vez que não têm correspondência em qualquer das argilas dos depósitos amostrados.



*Figura 6.33: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila (a amarelo) e das 29 amostras de cerâmica de PL.*

Procedeu-se ainda a uma análise estatística dos resultados da análise mineralógica, incluindo também a dos depósitos argilosos (Figura 6.34). Nesta análise observa-se que são formados também, à semelhança do que acontece na Figura 6.33, essencialmente dois grupos: um composto pelos depósitos argilosos (Depósito-7, 9, 10 e 11), e outro composto por todas as amostras de cerâmica. A nível mineralógico, estas amostras de cerâmica não se dividem especialmente pelos grupos formados pela análise química, facto que poderá ser explicado pela mais reduzida população de amostras envolvidas em PL comparativamente à população de amostras de VNSP, e do próprio menor número de variáveis com que a

análise mineralógica trabalha, em comparação com a análise química, questões que poderão fazer com que o significado estatístico dos resultados obtidos seja reduzido.



*Figura 6.34: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto de resultados da análise mineralógica de PL.*

Quanto à temperatura de cozedura, esta pode ser estimada tendo também em conta a análise mineralógica, além de que não se encontraram nas pastas vestígios de matéria orgânica, o que estabelece, desde logo, que a temperatura de cozedura terá sido superior a 650 °C. Quanto à temperatura máxima de cozedura, não foram encontradas evidências claras que a possam estimar com alguma precisão. No entanto, como referido anteriormente, a fraca identificação de filossilicatos nas análises efetuadas (e mesmo ausência, em alguns dos casos), pode estar relacionada com o facto de estes se terem decomposto durante a cozedura (decomposição completa aos 800 °C). Por exemplo a ilite, que não foi detetada, transforma-se em moscovite perto dos 200-250 °C. Por sua vez, alguns dos feldspatos potássicos presentes podem ter sido formados a partir da desidratação da moscovite que acontece a 700-750 °C e, dado que este mineral é encontrado em algumas das amostras, pensa-se que pelo menos essa temperatura possa ter sido atingida em algumas amostras. Também o facto de terem sido identificados teores de cálcio na ordem dos 4 ou 5 % (m/m) e na análise mineralógica não ser identificada a calcite pode significar que tenham sido atingidas temperaturas suficientemente altas para decompor este mineral, mas não tão altas para se chegarem a formar novas fases como a

gehlenite ou wollastonite/diópsido. Desta forma, é possível prever que a temperatura de cozedura das amostras em estudo não terá sido superior a 800 °C.

Assim, sintetizando, no sítio arqueológico de PL, tendo sido interpretados os resultados das análises efetuadas às 29 amostras de cerâmica calcolítica, parecem ter sido aplicadas as mesmas técnicas de fabrico ao longo do tempo. À semelhança do que acontece em VNSP, parece ter sido aplicada a técnica dos rolos para peças maiores e outra técnica mais modelar como a da bola para peças de menores dimensões. As diferenças texturais que se destacam derivam, muito provavelmente, das diferentes formas e funções dos próprios vasos cerâmicos amostrados. As peças terão sido cozidas a uma temperatura próxima, mas inferior aos 800 °C. A grande variabilidade de cores das superfícies e do núcleo da cerâmica indicia a ocorrência de grandes variações pontuais do ambiente de cozedura e da própria temperatura. Sobre as argilas utilizadas, os dados analisados sugerem que possam ter sido usadas várias fontes de matérias-primas. Entre eles, poderão ter sido identificados pelo menos dois dos depósitos argilosos usados para a manufatura de pelo menos duas das cerâmicas de PL, nomeadamente PL-7 e 10, ambas de cerâmica lisa do Calcolítico Inicial. Para a grande maioria da cerâmica do Calcolítico Pleno, os copos canelados e alguma lisa do Calcolítico Inicial, não foi possível identificar a fonte de matéria-prima, não lhes correspondendo nenhum dos depósitos argilosos amostrados. Por outro lado, ao serem observados os elementos não-plásticos presentes nas amostras, sugerem ter sido adicionados como têmpera principalmente quartzo, feldspatos e, possivelmente, anfíbolos.

## 6.3. Espargueira e Baútas

Por os sítios arqueológicos EPR (12 amostras - Neolítico Final/Calcolítico Inicial) e BAT (10 amostras - Calcolítico Pleno) distarem apenas cerca de 600 m entre si, pelas ocupações sequenciais dos mesmos e pela pequena amostra facultada para o presente estudo, os resultados obtidos das análises efetuadas são discutidos conjuntamente.

### 6.3.1. Resultados

#### 6.3.1.1. Análise textural

À semelhança do que foi feito para os outros sítios arqueológicos, a Figura 6.35 mostra imagens de secções transversais de algumas amostras, as quais se podem considerar como exemplo da variedade dos conjuntos de EPR e BAT. A totalidade das imagens, referentes a cada um dos fragmentos estudados, pode ser consultada no Anexo A.1. Por sua vez, no Anexo A.2, é possível encontrar os resultados referentes à análise textural macroscópica (acabamentos de superfície e cores das pastas). Um sumário dessa análise é apresentado na Tabela 6.27. Já na Tabela 6.28 encontram-se integralmente os resultados da análise textural microscópica. Alguns aspetos mais pormenorizados, no que toca ao tamanho e geometria dos grãos, podem ser consultados nos Anexos B.1 e B.2.

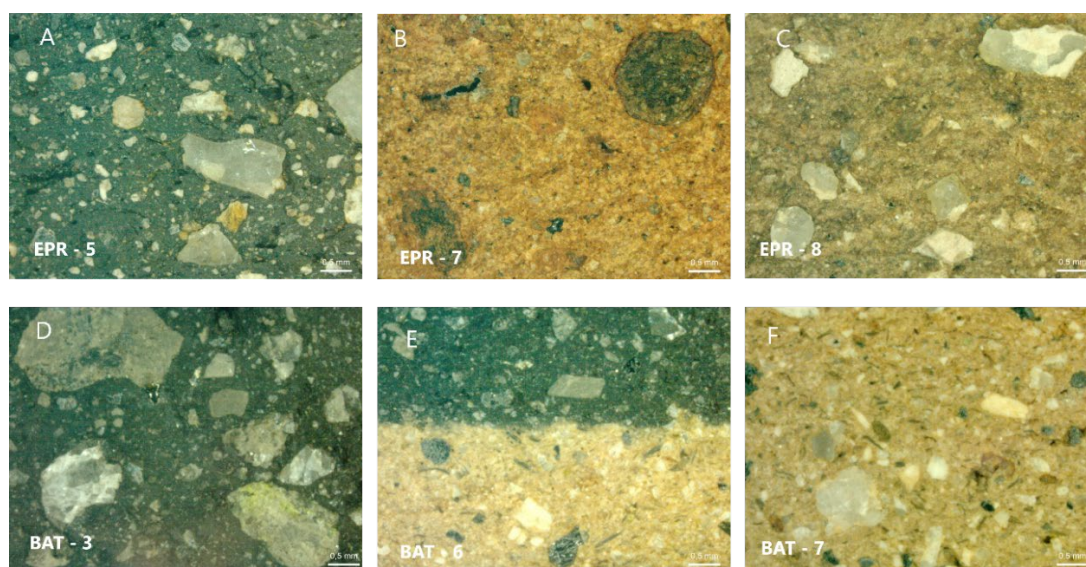


Figura 6.35: Secções transversais de algumas amostras de EPR e BAT: A, B e C – Taças carenadas lisas do Neolítico Final/Calcolítico Inicial (EPR); D, E e F – Cerâmica decorada com folha-de-acácia do Calcolítico Pleno (BAT).

Tabela 6.27: Sumário da caracterização morfológica da cerâmica de EPR e BAT.

| Período/<br>Tipologia  | Artefacto Cerâmico     |                                       |   |
|--|------------------------|---------------------------------------|---|
|  | Formas dos recipientes | Acabamentos de superfície             | Cor da pasta  |
| <b>EPR<br/>(Neolítico<br/>Final/Calcolítico<br/>Inicial – Taças<br/>carenadas)</b> | Taças troncocónicas    | Maioritariamente<br>alisada           | Maioritariamente uma gama<br>de castanhos                                     |
| <b>BAT<br/>(Calcolítico Pleno –<br/>Folha-de-acácia)</b>                           | Impercetível           | Maioritariamente<br>alisada (erodida) | Maioritariamente uma gama<br>de castanhos, por vezes com<br>o núcleo cinzento |

Tabela 6.28: Análise textural microscópica da cerâmica de EPR e BAT. Tamanho do grão: denso < 0,1 mm; grão fino 0,1 mm–0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm–1 mm; grão médio 1 mm–3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm–10 mm (RIEDERER, 2004, p.153). Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada – facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p.61)

|                              | Nº Inv. | Inclusões    |  |                              |      |
|------------------------------|---------|--------------|--|------------------------------|------|
|                              |         | Distribuição | Tamanho                                    | Geometria                    | %    |
| <b>EPR – Taças carenadas</b> | EPR-1   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |
|                              | EPR-2   | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 30 % |
|                              | EPR-3   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-angular | 23 % |
|                              | EPR-4   | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-angular | 18 % |
|                              | EPR-5   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-angular | 23 % |
|                              | EPR-6   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-rolado  | 24 % |
|                              | EPR-7   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente denso)     | Maioritariamente sub-rolado  | 18 % |
|                              | EPR-8   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-rolado  | 19 % |
|                              | EPR-9   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-angular | 23 % |
|                              | EPR-10  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-angular | 30 % |
|                              | EPR-11  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-angular | 35 % |
|                              | EPR-12  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-rolado  | 24 % |
| <b>BAT – Folha-de-acácia</b> | BAT-1   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-angular | 31 % |
|                              | BAT-2   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-angular | 33 % |
|                              | BAT-3   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-rolado  | 43 % |
|                              | BAT-4   | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente fino)    | Maioritariamente sub-rolado  | 26 % |
|                              | BAT-5   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-rolado  | 28 % |
|                              | BAT-6   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-angular | 18 % |
|                              | BAT-7   | Não uniforme | Denso a pequeno (maioritariamente pequeno) | Maioritariamente sub-rolado  | 27 % |
|                              | BAT-8   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-rolado  | 22 % |
|                              | BAT-9   | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente pequeno)   | Maioritariamente sub-angular | 30 % |
|                              | BAT-10  | Não uniforme | Denso a médio (maioritariamente fino)      | Maioritariamente sub-angular | 21 % |

### 6.3.1.2. Análise química

Na tabela 6.29 apresenta-se a composição química das cerâmicas de EPR e BAT, obtida por  $\mu$ -EDXRF, bem como os valores médios para cada sítio/grupo cronológico. As pastas de EPR caracterizam-se por teores médios de 51,8 % de SiO<sub>2</sub>; 18,9 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 8,8 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 3,9 % de CaO; 2,0 % de K<sub>2</sub>O e 1,7 % de TiO<sub>2</sub>, e as de BAT por teores médios de 44,8 % de SiO<sub>2</sub>; 21,8 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 10,3 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,3 % de CaO; 1,3 % de K<sub>2</sub>O e 2,2 % de TiO<sub>2</sub> por isso, ambos os conjuntos, dentro das designadas pastas não-calcárias.

Tabela 6.29: Composição química das cerâmicas de EPR e BAT obtida por  $\mu$ -EDXRF.

|   | % (m/m)                        |                  |                  |             |                  |                                | ppm                            |             |           |            |                   |            |                                |                  |
|---|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------|------------|-------------------|------------|--------------------------------|------------------|
|   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO         | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO         | CoO       | ZnO        | Rb <sub>2</sub> O | SrO        | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| <b>EPR (Neolítico Final/ Calcolítico Inicial) – Taças caneladas</b> |                                |                  |                  |             |                  |                                |                                |             |           |            |                   |            |                                |                  |
| EPR -1  | 18,2                           | 54,4             | 2,78             | 2,46        | 1,51             | 7,91                           | 83                             | 2057        | 20        | 203        | 58                | 98         | 310                            | 11               |
| σ   | 1,5                            | 2,3              | 0,16             | 0,34        | 0,06             | 1,13                           | 12                             | 319         | 3         | 35         | 12                | 19         | 44                             | 2                |
| EPR -2  | 17,6                           | 44,6             | 1,42             | 4,13        | 1,95             | 10,37                          | 107                            | 1100        | 26        | 190        | 54                | 213        | 273                            | 13               |
| σ   | 1,3                            | 1,6              | 0,12             | 0,12        | 0,14             | 0,29                           | 15                             | 115         | 1         | 10         | 6                 | 31         | 57                             | 2                |
| EPR -3  | 16,7                           | 48,3             | 1,70             | 3,95        | 2,20             | 10,01                          | 90                             | 863         | 26        | 223        | 52                | 243        | 273                            | 11               |
| σ   | 2,1                            | 5,5              | 0,24             | 0,46        | 0,91             | 0,42                           | 10                             | 685         | 2         | 31         | 8                 | 23         | 21                             | 1                |
| EPR -4  | 18,0                           | 56,0             | 2,13             | 3,77        | 1,99             | 9,85                           | 117                            | 747         | 23        | 213        | 49                | 141        | 297                            | 12               |
| σ   | 2,0                            | 3,9              | 0,48             | 0,49        | 0,54             | 1,62                           | 25                             | 650         | 4         | 21         | 10                | 29         | 92                             | 4                |
| EPR -5  | 21,8                           | 53,1             | 1,83             | 4,54        | 1,03             | 6,57                           | 53                             | 2800        | 17        | 157        | 38                | 144        | 530                            | 10               |
| σ   | 1,8                            | 6,1              | 0,38             | 0,54        | 0,06             | 0,34                           | 15                             | 2141        | 1         | 12         | 9                 | 34         | 125                            | 1                |
| EPR -6  | 21,0                           | 48,0             | 2,13             | 3,38        | 0,97             | 7,20                           | 70                             | 537         | 17        | 283        | 53                | 109        | 173                            | 11               |
| σ   | 1,2                            | 6,4              | 0,39             | 0,50        | 0,11             | 0,54                           | 0                              | 76          | 1         | 57         | 11                | 24         | 61                             | 2                |
| EPR -7  | 18,3                           | 47,8             | 1,99             | 4,74        | 2,72             | 10,84                          | 350                            | 700         | 27        | 173        | 48                | 191        | 223                            | 12               |
| σ   | 0,5                            | 0,4              | 0,09             | 0,90        | 0,28             | 1,09                           | 185                            | 526         | 3         | 59         | 5                 | 33         | 38                             | 3                |
| EPR -8  | 21,7                           | 52,2             | 2,16             | 2,89        | 1,20             | 7,04                           | 71                             | 533         | 17        | 207        | 37                | 144        | 207                            | 8                |
| σ   | 1,9                            | 7,0              | 0,27             | 0,38        | 0,38             | 0,74                           | 9                              | 186         | 2         | 12         | 7                 | 14         | 29                             | 2                |
| EPR -9  | 17,2                           | 52,0             | 1,97             | 6,28        | 1,82             | 7,79                           | 65                             | 993         | 19        | 147        | 50                | 230        | 380                            | 11               |
| σ   | 0,8                            | 7,1              | 0,55             | 2,84        | 0,76             | 2,09                           | 23                             | 170         | 5         | 40         | 6                 | 20         | 96                             | 4                |
| EPR -10   | 22,0                           | 48,6             | 2,02             | 4,98        | 1,70             | 10,63                          | 107                            | 1570        | 26        | 287        | 58                | 233        | 343                            | 14               |
| σ   | 0,3                            | 0,4              | 0,26             | 0,22        | 0,22             | 0,55                           | 12                             | 197         | 1         | 21         | 7                 | 32         | 64                             | 1                |
| EPR -11   | 16,6                           | 49,7             | 1,82             | 3,81        | 2,32             | 10,53                          | 125                            | 1570        | 27        | 205        | 69                | 205        | 290                            | 11               |
| σ   | 0,7                            | 5,2              | 0,16             | 0,05        | 0,16             | 0,95                           | 7                              | 255         | 2         | 21         | 6                 | 7          | 57                             | 1                |
| EPR -12   | 17,3                           | 66,7             | 1,89             | 2,02        | 0,47             | 6,23                           | 113                            | 233         | 15        | 163        | 54                | 58         | 230                            | 9                |
| σ   | 2,0                            | 6,3              | 0,34             | 0,33        | 0,16             | 1,08                           | 21                             | 32          | 3         | 32         | 4                 | 1          | 70                             | 2                |
| <b>Média</b>  | <b>18,9</b>                    | <b>51,8</b>      | <b>1,99</b>      | <b>3,91</b> | <b>1,66</b>      | <b>8,75</b>                    | <b>113</b>                     | <b>1142</b> | <b>22</b> | <b>204</b> | <b>52</b>         | <b>168</b> | <b>294</b>                     | <b>11</b>        |
| σ   | 2,1                            | 5,7              | 0,33             | 1,17        | 0,65             | 1,77                           | 78                             | 737         | 5         | 45         | 9                 | 60         | 94                             | 2                |
| <b>BAT (Calcolítico Pleno) – Folha-de-acácia</b>                    |                                |                  |                  |             |                  |                                |                                |             |           |            |                   |            |                                |                  |
| BAT -1  | 21,2                           | 40,3             | 1,18             | 5,71        | 1,56             | 9,4                            | 60                             | 700         | 23,5      | 180        | 50,5              | 360        | 335                            | 12               |
| σ   | 0,7                            | 1,5              | 0,05             | 0,18        | 0,23             | 1,1                            | 17                             | 29          | 1         | 3          | 8                 | 39         | 10                             | 1                |
| BAT -2  | 21,5                           | 42,0             | 1,52             | 4,20        | 2,32             | 10,3                           | 83                             | 1047        | 25        | 153        | 42                | 197        | 367                            | 11               |

|              |             |             |             |             |             |              |           |            |           |            |           |            |            |           |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| $\sigma$     | 0,6         | 1,3         | 0,17        | 0,32        | 1,06        | 1,1          | 6         | 446        | 3         | 15         | 1         | 38         | 21         | 1         |
| BAT -3       | 21,2        | 43,1        | 1,22        | 4,93        | 4,09        | 11,5         | 100       | 1420       | 29        | 173        | 71        | 287        | 480        | 15        |
| $\sigma$     | 1,0         | 2,2         | 0,19        | 0,59        | 2,99        | 1,4          | 20        | 615        | 2         | 21         | 2         | 21         | 44         | 3         |
| BAT -4       | 22,5        | 40,8        | 0,77        | 5,99        | 2,80        | 11,4         | 100       | 1260       | 28        | 170        | 38        | 270        | 253        | 13        |
| $\sigma$     | 0,9         | 0,6         | 0,11        | 0,48        | 0,52        | 2,2          | 30        | 46         | 5         | 30         | 1         | 0          | 60         | 3         |
| BAT -5       | 22,2        | 45,3        | 1,60        | 5,73        | 1,24        | 8,6          | 77        | 610        | 20        | 140        | 52        | 280        | 403        | 11        |
| $\sigma$     | 1,9         | 2,7         | 0,19        | 0,73        | 0,20        | 0,7          | 6         | 87         | 4         | 26         | 12        | 56         | 75         | 1         |
| BAT -6       | 21,4        | 46,5        | 1,51        | 6,30        | 1,60        | 7,3          | 58        | 907        | 18        | 123        | 44        | 340        | 313        | 10        |
| $\sigma$     | 1,5         | 7,8         | 0,23        | 0,48        | 0,71        | 1,3          | 4         | 293        | 4         | 22         | 7         | 46         | 47         | 1         |
| BAT -7       | 22,9        | 53,6        | 1,73        | 2,91        | 2,41        | 10,3         | 80        | 957        | 26        | 153        | 61        | 180        | 193        | 13        |
| $\sigma$     | 1,4         | 3,4         | 0,10        | 0,27        | 0,41        | 0,5          | 10        | 153        | 2         | 6          | 8         | 10         | 75         | 2         |
| BAT -8       | 22,3        | 47,0        | 1,14        | 6,89        | 2,80        | 14,3         | 110       | 1277       | 35        | 227        | 60        | 400        | 347        | 18        |
| $\sigma$     | 1,2         | 2,6         | 0,16        | 0,52        | 0,40        | 0,4          | 17        | 249        | 1         | 31         | 7         | 20         | 58         | 3         |
| BAT -9       | 21,2        | 49,5        | 1,02        | 4,84        | 1,20        | 9,0          | 83        | 550        | 22        | 153        | 48        | 172        | 237        | 10        |
| $\sigma$     | 2,4         | 7,2         | 0,10        | 0,96        | 0,03        | 1,2          | 6         | 46         | 3         | 6          | 10        | 31         | 81         | 1         |
| BAT -10      | 21,4        | 40,2        | 1,06        | 5,56        | 1,98        | 10,5         | 80        | 1010       | 27        | 170        | 50        | 307        | 337        | 14        |
| $\sigma$     | 1,7         | 4,5         | 0,11        | 0,62        | 0,42        | 1,7          | 10        | 272        | 4         | 44         | 12        | 55         | 23         | 3         |
| <b>Média</b> | <b>21,8</b> | <b>44,8</b> | <b>1,27</b> | <b>5,31</b> | <b>2,20</b> | <b>10,27</b> | <b>83</b> | <b>974</b> | <b>25</b> | <b>164</b> | <b>51</b> | <b>279</b> | <b>327</b> | <b>13</b> |
| $\sigma$     | 0,6         | 4,4         | 0,30        | 1,14        | 0,89        | 1,92         | 17        | 293        | 5         | 28         | 10        | 77         | 84         | 2         |

À semelhança dos outros sítios arqueológicos estudados, os resultados determinados para a composição química foram objeto de análise estatística multivariada, apresentando-se na Figura 6.36 o diagrama resultante da análise em componentes principais. Mais uma vez, nos eixos azuis pode ver-se a distribuição e correlação que existe entre os óxidos identificados. Sobre esta distribuição estão projetadas as 22 amostras em estudo, onde se pode denotar uma aparente formação de três grupos principais. Tendo em conta esta distribuição, no grupo "G", a vermelho (aquele que comporta mais amostras), encontramos concentrações mais altas de alumínio, cálcio, cério e estrôncio e menores de silício e potássio. O grupo "H", a verde, está associado a maiores teores de ferro e titânio, mas também de elementos vestigiais como rubídio, crómio, zinco, cobalto. O grupo "I", a azul, está associado a concentrações mais altas de silício e potássio.

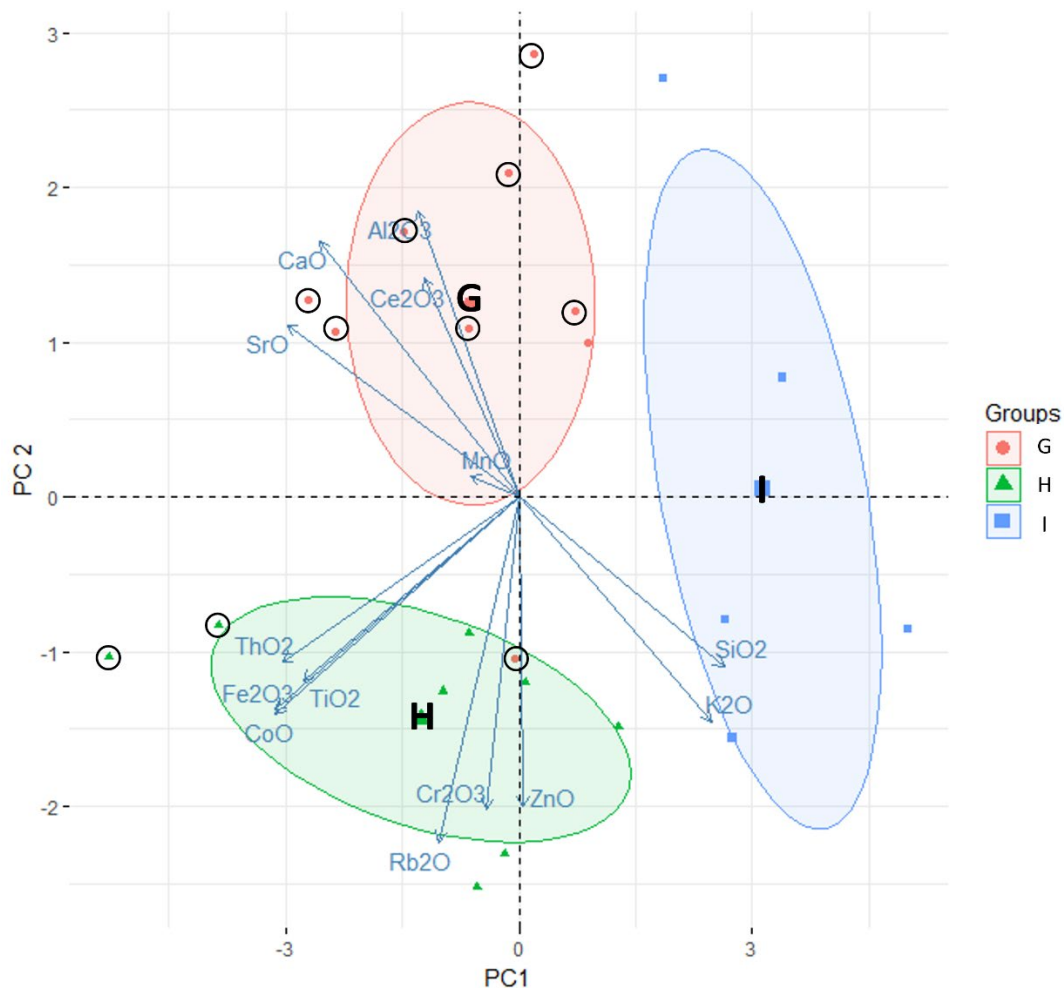


Figura 6.36: Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química das diversas amostras de cerâmica de EPR e BAT analisadas (PC1/PC2). Com um círculo preto estão assinaladas as amostras pertencentes a BAT, para serem distinguidas das de EPR.

Através do dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente (Figura 6.37), pode afirmar-se que, composicionalmente, os grupos "G" e "H" se assemelham mais um com o outro, do que com o grupo "I". A Figura 6.38, procura de uma forma simplificada, tal como se fez para VNSP e PL, apresentar os resultados da análise multivariada levada a cabo de forma a estes serem ainda mais facilmente visualizados e interpretados.

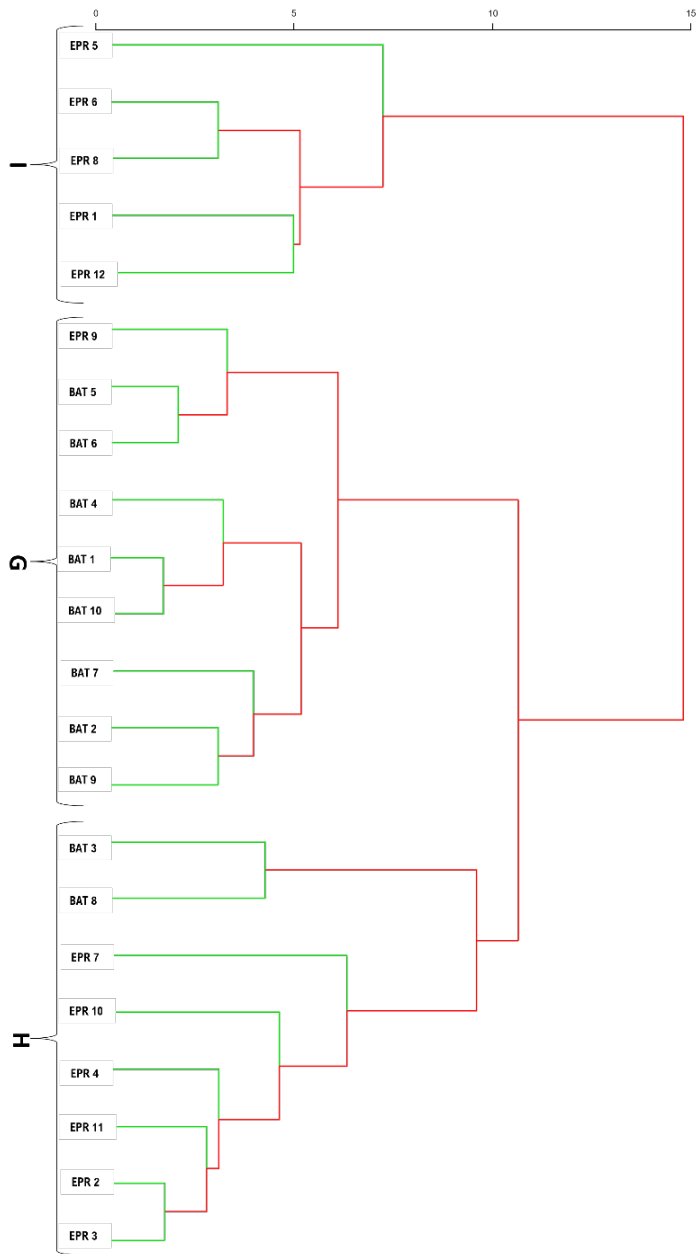


Figura 6.37: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do mesmo conjunto de resultados de EPR e BAT, constante da Figura 6.36.

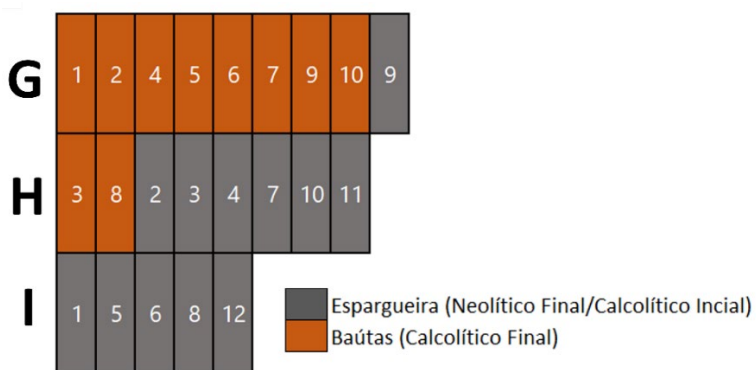


Figura 6.38: Grupos formados pela análise multivariada da composição química das cerâmicas de EPR e BAT (ver Figuras 6.36 e 6.37).

### **6.3.1.3. Análise mineralógica**

Por sua vez, a análise mineralógica foi efetuada a três amostras de EPR e duas de BAT. Estas amostras foram selecionadas tendo em conta, essencialmente, as diferentes composições químicas dos diferentes grupos determinados pela análise estatística multivariada, bem como as grandes marcas texturais tais como a diferente cor das pastas e/ou a diferença das formas ou tamanhos das inclusões. Foram identificadas como fases mineralógicas principais o quartzo, seguindo-se os feldspatos (tanto potássicos como calcossódicos) e filossilicatos. À semelhança de PL, não é possível encontrar em nenhuma das amostras analisadas vestígios de calcite, mas em todas se encontram oxi-hidróxidos de ferro, sendo que, na maioria delas, se observam também minerais máficos (piroxenas e anfíbulas). A Figura 6.39 apresenta uma sobreposição de todos os difractogramas resultantes da análise das pastas por XRD, permitindo fazer a uma rápida comparação entre a composição mineralógica das mesmas.

Já com a análise petrográfica em lâmina delgada foi possível identificar os elementos não plásticos e, com isso, tentar determinar que minerais poderão ter sido adicionados enquanto têmpera. Foram identificados como principais elementos não-plásticos quartzo, feldspatos (potássicos e calcossódicos), biotite, anfíbulas e minerais opacos, sendo os primeiros os mais prováveis de poderem ter sido adicionados como têmpera tendo em conta o tamanho/geometria que apresentam. Exemplos representativos de lâminas delgadas são dados na Figura 6.37 e a análise integral das lâminas pode ser consultada no Anexo C.1. A microespectroscopia Raman, também utilizada, foi uma ferramenta para identificar os minerais opacos nas amostras que, no caso em apreço, permitiu, apenas, identificar a magnetite (Figura 6.41). Na Tabela 6.30 são apresentados os resultados combinados da análise mineralógica efetuada.

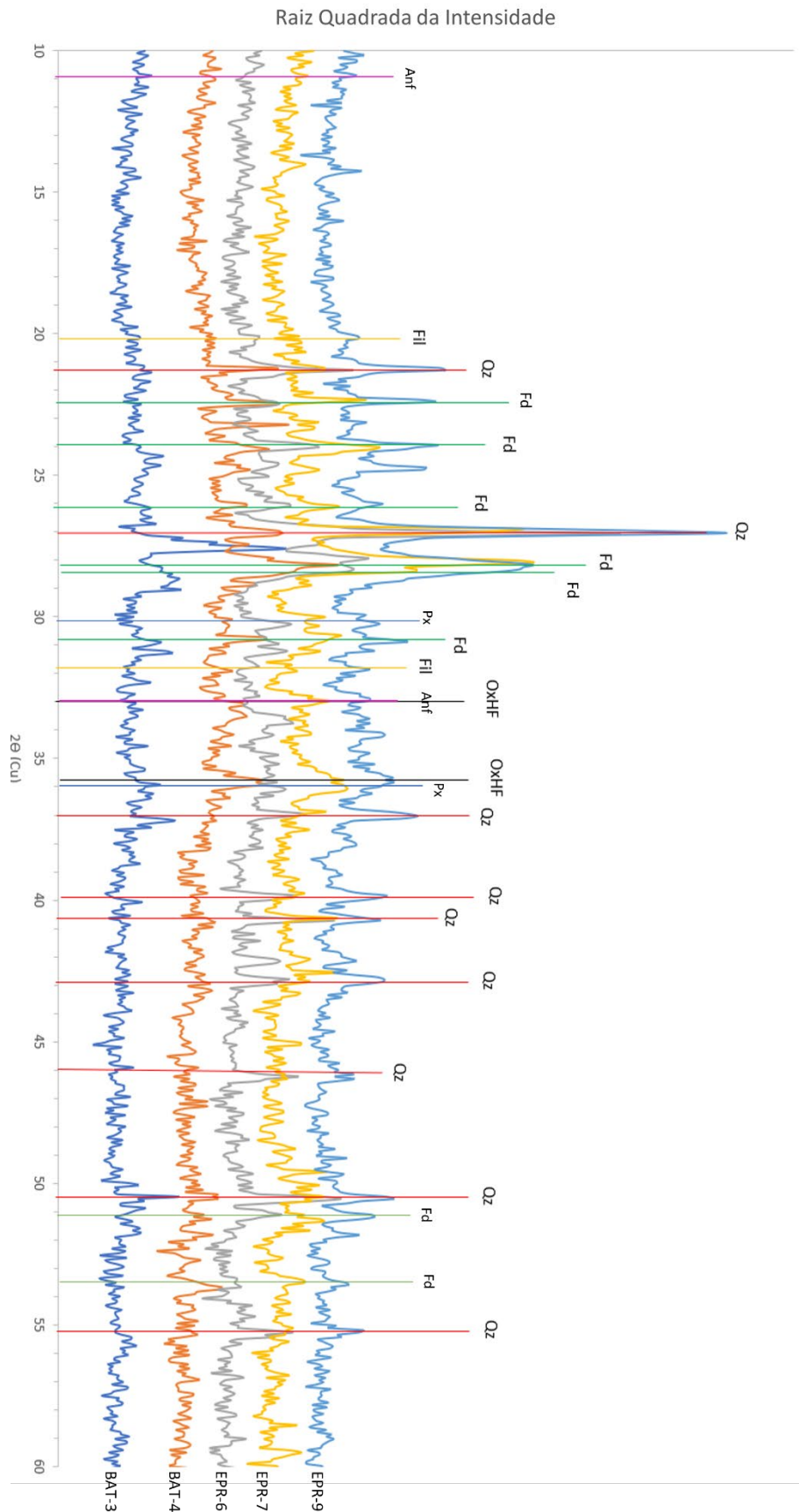


Figura 6.39: Sobreposição dos difractogramas adquiridos por XRD para as amostras selecionadas de EPR e BAT. Anf – Anfíbola; Fd – Feldspatos; Fil – Filossilicatos; OxHF – Oxi-hidróxidos de Ferro; Px – Piroxena; Qz – Quartzo.

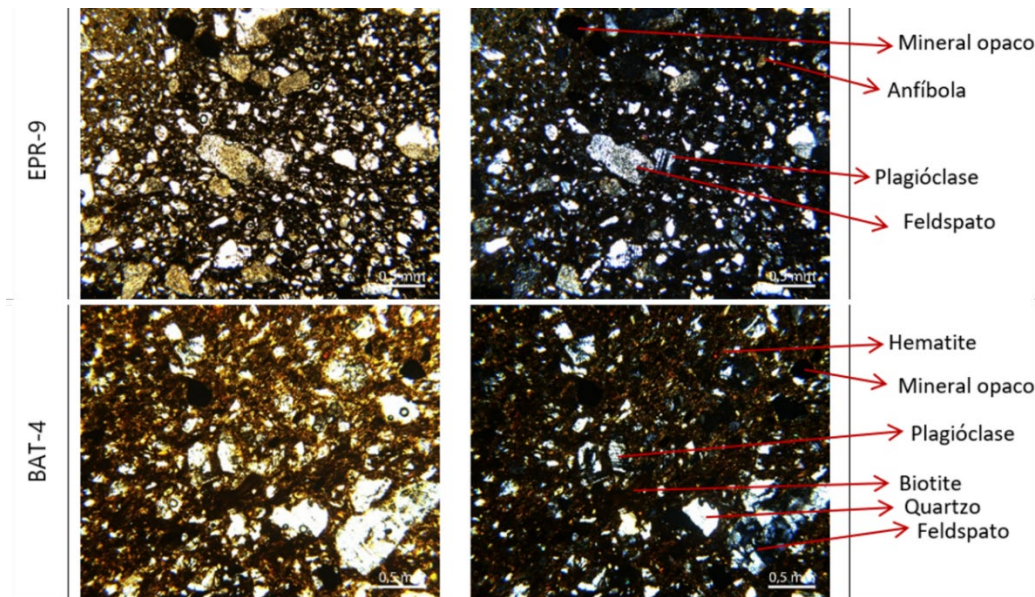


Figura 6.40: Exemplo de duas lâminas delgadas de cerâmica de EPR e BAT, observadas ao microscópio petrográfico, com nicóis paralelos (esquerda) e nicóis cruzados (direita).

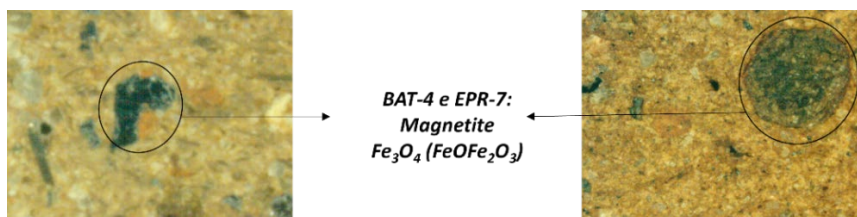


Figura 6.41: Magnetite identificada pela microespectroscopia Raman em amostras de EPR e BAT.

Tabela 6.30: Análise mineralógica de 5 amostras de EPR e BAT (Ab – Albite; Act - Actinolite; An – Anortite; And – Andesina; Anf – Anfíbola; Ant - Anatase; Aug – Augite; Bt - Biotite; Cal – Calcite; Clo - Clorite; Epd - Epidoto; Fil - Filossilicatos; Fld - Feldspatos; Hem – Hematite; Ilm - Ilmenite; K - Feldspatos Potássicos; Mag – Magnetite; Mc – Microclina; Ms – Moscovite; Op - Minerais Opacos; Or – Ortoclase; OxHF - Oxi-Hidróxidos de Ferro; Plg - Plagioclases; Px - Piroxenas; Qz – Quartzo; Rch - Richterite; San - Sanidina; Tr - Tremolite. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parênteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); “-” - não detetado.)

|       | Semi-quantificação realizada através da difração de raios X |            |                |         |                         |           |           | Estruturas cristalinas identificadas por XRD, mic. petrográfico e mic. Raman |
|-------|---|------------|----------------|---------|-------------------------|-----------|-----------|--|
|       | Quartzo   | Feldspatos | Filossilicatos | Calcite | Oxi-hidroxidos de Ferro | Piroxenas | Anfíbolas |  |
| EPR-6 | XX  | X          | X              | -       | X                       | X         | -         | Epd, Fil(Bt), Fld(Ab, An), OxHF(Mag), Px(Aug), Qz                            |
| EPR-7 | X   | XX         | X              | -       | X                       | X         | X         | Anf, Fil(Bt), Fld(Ab, An, K), Op, OxHF(Hem, Mag), Px, Qz                     |
| EPR-9 | XXX   | XX         | X              | -       | X                       | X         | X         | Anf, Fil, Fld(Ab, Or), Op, OxHF(Hem), Px (Aug), Qz                           |
| BAT-3 | XXX   | XXX        | X              | -       | V                       | V         | -         | Fil, Fld(Ab, And), Op, OxHF(Hem), Px, Qz                                     |
| BAT-4 | XXX   | XX         | X              | -       | V                       | X         | X         | Anf, Fil(Clo), Fld(Ab, An, K), OxHF(Mag), Px, Qz                             |

### 6.3.1.4. Análise dos depósitos argilosos de EPR e BAT

Na Tabela 6.31 apresenta-se a composição química das amostras dos possíveis depósitos argilosos identificados e amostrados na zona de influência dos sítios arqueológicos de EPR e BAT (ver Figura 3.11), obtida por  $\mu$ -EDXRF.

*Tabela 6.31: Composição química, obtida por  $\mu$ -EDXRF, das amostras de depósitos sedimentares considerados a priori como argilosos na área de EPR e BAT, obtida por  $\mu$ -EDXRF.*

|             | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm                            |      |     |     |                   |      |                                |                  |
|-------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-------------------|------|--------------------------------|------------------|
|             | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO  | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| Depósito 12 | 24,0                           | 57,0             | 3,85             | 4,75 | 0,75             | 5,40                           | 115                            | 360  | 13  | 225 | 165               | 106  | 155                            | 9                |
| $\sigma$    | 0,0                            | 1,4              | 0,49             | 1,63 | 0,00             | 0,42                           | 7                              | 99   | 0   | 7   | 7                 | 13   | 21                             | 1                |
| Depósito 13 | 8,40                           | 25,0             | 2,30             | 34,5 | 0,30             | 3,65                           | 60                             | 825  | 8   | 73  | 102               | 1125 | 92                             | 14               |
| $\sigma$    | 0,8                            | 1,4              | 0,00             | 3,54 | 0,01             | 0,35                           | 14                             | 106  | 1   | 14  | 6                 | 106  | 5                              | 0                |
| Depósito 14 | 29,5                           | 47,0             | 0,67             | 1,07 | 1,25             | 13,3                           | 275                            | 350  | 36  | 110 | 73                | 60   | 99                             | 19               |
| $\sigma$    | 0,7                            | 1,4              | 0,02             | 0,04 | 0,07             | 0,64                           | 7                              | 71   | 0   | 5   | 1                 | 5    | 2                              | 3                |
| Depósito 15 | 19,5                           | 63,5             | 3,30             | 0,78 | 0,73             | 5,25                           | 75                             | 1550 | 13  | 155 | 142               | 180  | 115                            | 7                |
| $\sigma$    | 0,7                            | 2,1              | 0,14             | 0,28 | 0,01             | 0,49                           | 7                              | 71   | 1   | 7   | 6                 | 14   | 21                             | 1                |
| Depósito 16 | 20,5                           | 59,0             | 3,55             | 9,10 | 0,65             | 6,75                           | 110                            | 465  | 17  | 295 | 175               | 235  | 106                            | 9                |
| $\sigma$    | 0,7                            | 2,8              | 0,35             | 3,54 | 0,01             | 0,07                           | 14                             | 7    | 1   | 7   | 21                | 7    | 20                             | 1                |
| Depósito 17 | 9,50                           | 26,0             | 2,25             | 12,0 | 0,30             | 2,79                           | 48                             | 465  | 6   | 55  | 67                | 145  | 58                             | 5                |
| $\sigma$    | 6,1                            | 15,6             | 1,77             | 4,95 | 0,26             | 2,71                           | 45                             | 417  | 6   | 49  | 61                | 135  | 37                             | 3                |
| Depósito 18 | 8,60                           | 23,0             | 2,45             | 61,5 | 0,34             | 4,50                           | 50                             | 1300 | 11  | 125 | 125               | 255  | 110                            | 17               |
| $\sigma$    | 1,4                            | 1,4              | 0,21             | 3,54 | 0,01             | 0,28                           | 0                              | 0    | 0   | 7   | 8                 | 21   | 1                              | 2                |
| Depósito 19 | 18,3                           | 54,5             | 4,60             | 8,40 | 0,67             | 4,40                           | 88                             | 420  | 11  | 108 | 165               | 101  | 105                            | 9                |
| $\sigma$    | 2,4                            | 6,4              | 0,57             | 1,98 | 0,19             | 1,27                           | 17                             | 57   | 2   | 17  | 21                | 17   | 21                             | 0                |

Nos resultados desta análise é possível observar quais das amostras são ou não argilas, a partir do teor de cálcio presente em cada amostra. Verificou-se assim que a amostra Depósito-18 se trata de um calcário degradado e não de uma argila por possuir teores de cálcio acima dos 60 %, e a amostra Depósito-13 de um calcário margoso ou uma argila calcária (15 % < CaO < 60 %), com concentrações de cálcio muito superiores a qualquer amostra de cerâmica em estudo nestes dois sítios arqueológicos. Desta forma foram descartadas da discussão. Consequentemente, os Depósitos-12, 14, 15, 16, 17 e 19 seguiram para análise mineralógica, sendo os resultados apresentados na Tabela 6.32, cujos difractogramas podem ser consultados no Anexo C.2. O quartzo é a fase principal em todas as amostras, sendo que todas apresentam também filossilicatos, feldspatos (tanto potássicos como calcossódicos) e minerais máficos (piroxenas e anfíbolos). Em quatro delas (Depósito-12, 16, 17 e 19) observa-se a presença de calcite. E à exceção do Depósito-12, todos possuem oxi-hidróxidos de ferro. Destaca-se especialmente entre as amostras a Depósito-14, por possuir grande quantidade desta fase mineralógica, indo ao encontro do facto de se

tratar de terra rossa, de cor vermelha muito carregada, recolhida na zona do Moinho do Filipino.

*Tabela 6.32: Análise mineralógica das amostras dos depósitos 12, 14, 15, 16, 17 e 19. (A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parenteses): xxxx - muitíssimo abundante (>3000); xxx - muito abundante (1000 a 3000); xx - abundante (500 a 1000); x - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); "-" - não detetado.)*

| Argilas            | Quartzo | Filossilicatos | Calcite | Feldspatos | Oxi-Hidroxi-<br>de Ferro | Piroxenas | Anfíbolos |
|--------------------|---------|----------------|---------|------------|--------------------------|-----------|-----------|
| <b>Depósito-12</b> | xxx     | x              | v       | x          | -                        | x         | x         |
| <b>Depósito-14</b> | xxx     | x              | -       | v          | xxx                      | x         | x         |
| <b>Depósito-15</b> | xxx     | x              | -       | x          | v                        | x         | x         |
| <b>Depósito-16</b> | xx      | x              | x       | x          | v                        | x         | v         |
| <b>Depósito-17</b> | xx      | x              | x       | x          | x                        | x         | x         |
| <b>Depósito-19</b> | xxx     | x              | x       | x          | x                        | x         | xx        |

### 6.3.2. Discussão dos dados

Pode perceber-se que todos os 22 fragmentos de cerâmica analisados estão, de forma geral, em bom estado de conservação, e com pastas coesas. Algumas superfícies estão erodidas, mas não houve nenhum fragmento difícil de manusear ou preparar para análise. A análise textural macroscópica, apresentada no Anexo A.2 encontra-se, em conjunto com outros detalhes (como as formas mais frequentes em cada tipologia), resumida na Tabela 6.27. Esta análise mostra que, no que se refere a EPR, os acabamentos de superfície consistem apenas em alisamento num total de 10 fragmentos, perfazendo 83 % do total dos fragmentos (Tabela 6.33). Conseguimos distinguir a superfície espatulada em dois dos fragmentos (EPR-4 e 12). Quanto à cerâmica de BAT, encontram-se também sobretudo superfícies que parecem apenas alisadas, em todos os 10 fragmentos analisados.

*Tabela 6.33: Tipos de acabamentos de superfície dos fragmentos de EPR e BAT.*

|              |                                      | Alisada   | Polida   | Espatulada | Aguada   | Pasta branca | Total     |
|--------------|--------------------------------------|-----------|----------|------------|----------|--------------|-----------|
| <b>EPR</b>   | <b>Neo. Final/<br/>Calc. Inicial</b> | 10        | -        | 2          | -        | -            | 12        |
| <b>BAT</b>   | <b>Calc. Pleno</b>                   | 10        | -        | -          | -        | -            | 10        |
| <b>Total</b> |                                      | <b>20</b> | <b>0</b> | <b>2</b>   | <b>0</b> | <b>0</b>     | <b>22</b> |

As pastas apresentam uma grande gama de cores (Figura 6.35), que em EPR se apresenta maioritariamente acastanhada e em BAT uma gama de castanhos, por vezes com o núcleo cinzento, revelando a grande variação do ambiente de cozedura. Na Tabela 6.34, é avaliada a relação entre os vários grupos de cor (apresentados no Capítulo 5) e as amostras de cada sítio arqueológico. Nem em EPR, nem em BAT encontramos, no conjunto em análise, amostras do grupo 5.

*Tabela 6.34: Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras de EPR e BAT em estudo.*

|                 | Grupo 1                   | Grupo 2                  | Grupo 3                   | Grupo 4                  | Grupo 5                  | Total                       |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>EPR</b>      | 7                         | 0                        | 4                         | 1                        | 0                        | 12                          |
| <b>BAT</b>      | 3                         | 2                        | 5                         | 0                        | 0                        | 10                          |
| <b>Subtotal</b> | <b>9</b><br><b>(41 %)</b> | <b>2</b><br><b>(9 %)</b> | <b>9</b><br><b>(41 %)</b> | <b>1</b><br><b>(5 %)</b> | <b>0</b><br><b>(0 %)</b> | <b>22</b><br><b>(100 %)</b> |

Com a análise textural microscópica, apresentada na Tabela 6.28 e resumida abaixo na Tabela 6.35, verifica-se que a distribuição do grão é de forma geral não uniforme em ambos os períodos cronológicos, uma vez que se observam aglomerados maiores de inclusões em algumas zonas, sugerindo uma não muito cuidada homogeneização da argila com os elementos não-plásticos, sejam eles provenientes da matéria-prima ou de tempera adicionada.

*Tabela 6.35: Sumário da caracterização textural microscópica da cerâmica de EPR e BAT. (Tamanho do grão: denso < 0,1 mm; grão fino 0,1 mm–0,33 mm; grão pequeno 0,33 mm–1 mm; grão médio 1 mm–3,3 mm; grão grosseiro 3,3 mm–10 mm (RIEDERER, 2004, p.153). Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada – facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p.61)).*

| Período/<br>Tipologia                             | Inclusões    |                                     |   |             |
|---|--------------|-------------------------------------|---|-------------|
|   | Distribuição | Geometria                           | Tamanho                                       | Percentagem |
| <b>EPR</b><br><b>(Taças</b><br><b>carenadas)</b>  | Não uniforme | 50 % sub-angular<br>50 % sub-rolado | Maioritariamente<br>pequeno<br>(50 % pequeno) | 24 %        |
| <b>BAT</b><br><b>(Folha-de-</b><br><b>acácia)</b> | Não uniforme | 50 % sub-angular<br>50 % sub-rolado | Maioritariamente<br>fino<br>(70 % fino)       | 28 %        |

Nas cerâmicas de ambos os sítios arqueológicos encontram-se, em certos fragmentos, uma “tendência de orientação” seguida pelas inclusões e pelos próprios poros (Tabela 6.36 e Figura 6.42), o que, tal como se tem referido nos pontos anteriores, indiciam a utilização por estes oleiros pré-históricos da técnica dos rolos na manufatura dos vasos cerâmicos.

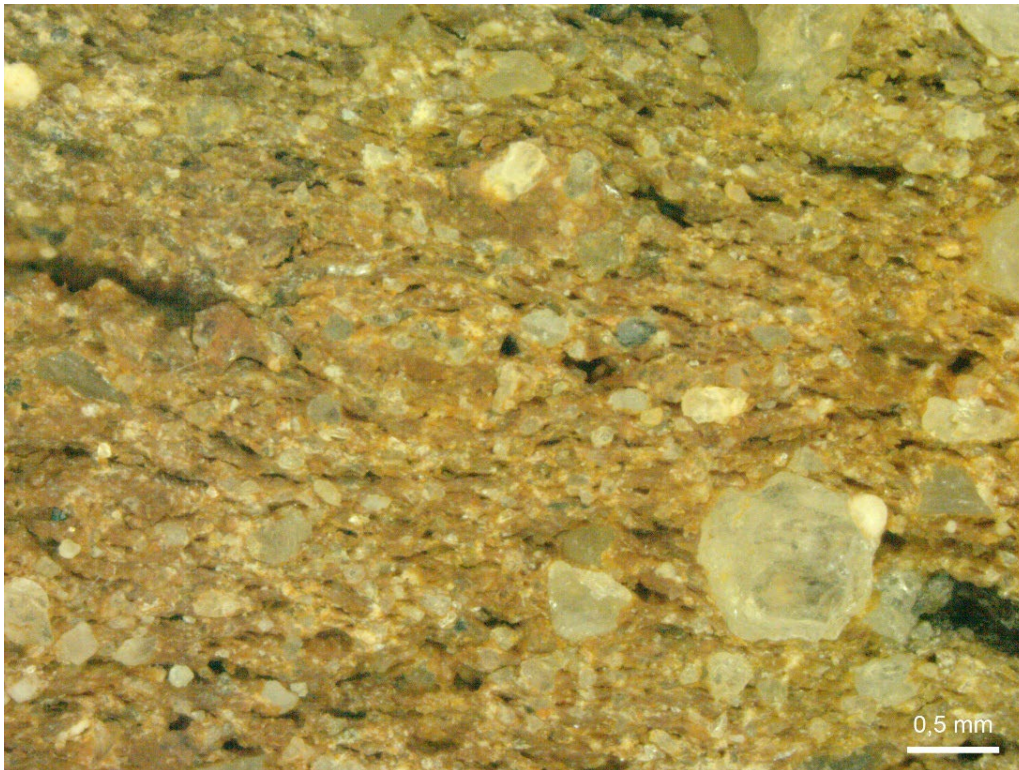


Figura 6.42: Secção transversal do fragmento EPR-12, onde se observa a orientação com tendência horizontal e paralela nas inclusões e poros, podendo indicar que foi utilizada a técnica dos rolos.

Tabela 6.36: Percentagem de amostras em cada sítio arqueológico (EPR e BAT) onde é perceptível algum tipo de orientação na distribuição das inclusões.

| Tipologia                 | Percentagem de amostras com inclusões orientadas |
|---------------------------|--|
| EPR (Calcolítico Inicial) | 67 % (8/12)                                      |
| BAT (Calcolítico Pleno)   | 70 % (7/10)                                      |

As geometrias das inclusões que encontramos nas amostras de EPR e BAT não diferem muito entre si, encontrando-se a grande maioria entre “sub-rolada” e “sub-angular”. Entre as amostras estudadas, as inclusões mais angulares não são muito comuns, estando ausentes em EPR (Neolítico Final/Calcolítico Inicial), havendo, no entanto, três amostras de BAT (Calcolítico Pleno) com inclusões com esta geometria (BAT-5, 8 e 9), que poderá estar associada à inclusão de têmperas. É ainda possível ver, em cinco amostras de EPR e em quatro de BAT, a presença de grãos alongados de cor escura, tendo estes sido identificados como biotite (ver lâminas delgadas apresentadas na Figura 6.40).

No que diz respeito ao tamanho do grão, este é maioritariamente pequeno nas cerâmicas de EPR e maioritariamente fino nas cerâmicas de BAT, podendo ser indicativo da utilização de pastas mais grosseiras para a manufatura das taças carenadas. Todas as amostras possuem grãos com tamanho a partir do denso (inferior a 0,1 mm), passando pelo fino e pelo pequeno, sendo que, à exceção de EPR-2, EPR-4, BAT-4 e BAT-7 (que têm só grão até ao tamanho pequeno (entre 0,33 mm e 1 mm)), todas possuem grão com tamanho até ao grão médio (entre 1 mm e 3,3 mm). Nas amostras facultadas de ambos os sítios arqueológicos, nenhuma apresentava grãos grosseiros (entre 3,3 mm e 10 mm).

Já quando olhamos para a percentagem geral destes elementos não-plásticos, percebemos que é em BAT (Calcolítico Pleno), que encontramos maiores concentrações. No entanto, o facto de estas inclusões serem em média mais angulares (ver Anexo B.1.), pode indicar que tenham sido adicionadas, enquanto que os elementos não-plásticos presentes nas cerâmicas de EPR (mais antigas), podem ser simplesmente provenientes de uma argila mais grosseira, como referido anteriormente. Note-se que, para além disso, as únicas amostras de entre as 22 aqui estudadas que possuem, de facto, grão angular são as já referidas BAT-5, 8 e 9, conseqüentemente do Calcolítico Pleno, onde é comum encontrarmos peças mais robustas, pelo que estas inclusões poderão ter realmente sido adicionadas.

Assim, a análise textural aponta, de forma geral, para que tenham sido aplicadas as mesmas técnicas de conformação nos dois sítios arqueológicos e, por conseguinte, nos dois períodos cronológicos em causa. As diferenças observadas parecem resultar principalmente das diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos integrados nas tipologias decorativas em causa. Prece haver, no entanto, uma maior intencionalidade na inclusão de elementos não-plásticos durante o Calcolítico Pleno (BAT), podendo constituir indício de uma mais especializada preparação das matérias-primas.

Tendo sido realizada a análise estatística multivariada dos resultados obtidos para a composição química das amostras cerâmicas (Figuras 6.36, 6.37 e 6.38), resultam dessa análise três grupos que, por sua vez, poderão sugerir o uso de três fontes de matéria-prima para a manufatura das cerâmicas de EPR e BAT. Uma das fontes de matéria-prima terá sido usada principalmente para a conformação de cerâmica de BAT e as outras duas principalmente para a cerâmica de EPR.

Para cada um dos três grupos e correspondentes subgrupos formados, são apresentadas, na Tabela 6.37, as concentrações médias dos óxidos, de maneira a serem mais eficazmente comparadas. A Tabela 6.30 foi reorganizada consoante os grupos resultantes da análise estatística efetuada (com base nos resultados da análise química), e na Tabela 6.38 podem verificar-se as principais diferenças a nível mineralógico entre eles. Já na Tabela 6.39, são apresentadas as principais características morfológicas e texturais de cada um desses grupos.

Tabela 6.37: Sumário da análise química das amostras cerâmicas de EPR e BAT por grupos e subgrupos revelados pela análise estatística.

|                | Média (% (m/m))                |                  |                  |      |                  |                                | Média (ppm)                    |      |     |     |                   |     |                                |                  |
|----------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----|-------------------|-----|--------------------------------|------------------|
|                | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | CoO | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ThO <sub>2</sub> |
| <b>G EPR</b>   | 17,2                           | 52,0             | 1,97             | 6,28 | 1,82             | 7,79                           | 65                             | 993  | 19  | 147 | 50                | 230 | 380                            | 11               |
| <b>G BAT</b>   | 21,8                           | 44,8             | 1,30             | 5,16 | 1,89             | 9,60                           | 78                             | 880  | 24  | 155 | 48                | 263 | 305                            | 12               |
| <b>Grupo G</b> | 21,3                           | 45,6             | 1,37             | 5,28 | 1,88             | 9,40                           | 76                             | 893  | 23  | 154 | 48                | 260 | 313                            | 12               |
| <b>H EPR</b>   | 18,2                           | 49,2             | 1,85             | 4,23 | 2,15             | 10,37                          | 149                            | 1092 | 26  | 215 | 55                | 204 | 283                            | 12               |
| <b>H BAT</b>   | 21,8                           | 45,1             | 1,18             | 5,91 | 3,45             | 12,92                          | 105                            | 1348 | 32  | 200 | 65                | 343 | 413                            | 17               |
| <b>Grupo H</b> | 19,1                           | 48,1             | 1,68             | 4,65 | 2,47             | 11,01                          | 138                            | 1156 | 27  | 211 | 57                | 239 | 316                            | 13               |
| <b>I EPR</b>   | 20,0                           | 54,9             | 2,16             | 3,06 | 1,04             | 6,99                           | 78                             | 1232 | 17  | 203 | 48                | 111 | 290                            | 10               |

Tabela 6.38: Resultados obtidos pela combinação das três técnicas da análise mineralógica, organizada consoante os grupos e subgrupos resultantes da análise estatística de EPR e BAT. (Ab – Albite; Act - Actinolite; An – Anortite; And – Andesina; Anf – Anfíbola; Ant - Anatase; Aug – Augite; Bt - Biotite; Cal – Calcite; Clo - Clorite; Epd - Epidoto; Fil - Filossilicatos; Fld - Feldspatos; Hem – Hematite; Ilm - Ilmenite; K - Feldspatos Potássicos; Mag – Magnetite; Mc – Microclina; Ms – Moscovite; Op - Minerais Opacos; Or – Ortoclase; OxHF - Oxi-hidróxidos de Ferro; Plg - Plagioclase; Px - Piroxena; Qz – Quartzo; Rch - Richterite; San - Sanidina; Tr - Tremolite. A semi-quantificação teve em conta a intensidade dos picos nos difractogramas (em unidades arbitrárias apresentadas adiante entre parenteses): xxx - muitíssimo abundante (>3000); xx - muito abundante (1000 a 3000); x - abundante (500 a 1000); - - presente (100 a 500); v - vestígios (< 100); “-” - não detetado).

|                | Semi-quantificação realizada através da difração de raios X |            |                |         |                         |           |           | Estruturas cristalinas identificadas por XRD, mic. petrográfico e mic. Raman |
|----------------|---|------------|----------------|---------|-------------------------|-----------|-----------|--|
|                | Quartzo   | Feldspatos | Filossilicatos | Calcite | Oxi-hidroxidos de Ferro | Piroxenas | Anfíbolos |  |
| <b>G EPR-9</b> | xxx   | xx         | x              | -       | x                       | x         | x         | Anf, Fil, Fld(Ab, Or), OxHF(Hem), Px (Aug), Qz                               |
| <b>G BAT-4</b> | xxx   | xx         | x              | -       | v                       | x         | x         | Anf, Fil(Clo), Fld(Ab, An, K), OxHF(Mag), Px, Qz                             |
| <b>H EPR-7</b> | x   | xx         | x              | -       | x                       | x         | x         | Anf, Fil(Bt), Fld(Ab, An, K), Op, OxHF(Hem, Mag), Px, Qz                     |
| <b>H BAT-3</b> | xxx   | xxx        | x              | -       | v                       | v         | -         | Fil, Fld(Ab, And), Op, OxHF(Hem), Px, Qz                                     |
| <b>I EPR-6</b> | xx  | x          | x              | -       | v                       | x         | -         | Epd, Fil(Bt), Fld(Ab, An), OxHF(Mag), Px, Qz                                 |

Tabela 6.39: Sumário da análise textural das amostras cerâmicas de EPR e BAT, por grupos estatísticos.

|                     | Distribuição do grão | Tamanho do grão          | Geometria do grão            | % de grãos | Cor das pastas e superfícies  |
|---------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|------------|---|
| <b>G</b> <b>EPR</b> | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-angular | 23 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>G</b> <b>BAT</b> | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-angular | 27 %       | Maioritariamente com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas      |
| <b>H</b> <b>EPR</b> | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-angular | 26 %       | Maioritariamente castanhas  |
| <b>H</b> <b>BAT</b> | Não uniforme         | Maioritariamente fino    | Maioritariamente sub-rolada  | 33 %       | Tanto cinzentas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |
| <b>I</b> <b>EPR</b> | Não uniforme         | Maioritariamente pequeno | Maioritariamente sub-rolada  | 22 %       | Tanto cinzentas, como com o núcleo cinzento e as superfícies (ou uma das superfícies) castanhas |

Cada grupo é caracterizado da seguinte forma:

**Grupo "G":** No primeiro grupo, o maior dos três grupos, com 9 amostras (41 % do total das amostras aqui estudadas), encontramos concentrações mais altas de alumínio, cálcio e estrôncio, e menores de silício e potássio. As pastas caracterizam-se por teores médios de 45,6 % de SiO<sub>2</sub>; 21,3 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 9,4 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 5,3 % de CaO; 1,4 % de K<sub>2</sub>O e 1,9 % de TiO<sub>2</sub>. Este grupo consiste principalmente em cerâmicas de BAT (80 % das amostras de BAT) que, como sabemos, são todas do Calcolítico Pleno. Apenas uma cerâmica de EPR, no caso EPR-9 (Figura 6.43), faz parte deste grupo.

Mineralogicamente, a característica mais marcante é a presença abundante de quartzo que pode, por um lado, estar apenas associada à sua presença natural na argila, ou pode ser também indicativo de que este mineral possa ter sido adicionado enquanto têmpera, uma vez que se identificaram grãos de dimensões relativamente grandes, tendo em conta as dimensões maioritárias das inclusões, os quais, por vezes, com geometrias subangulares (Figura 6.44). Outro aspeto marcante em relação à mineralogia deste grupo é a maior presença de minerais máficos que derivam de rochas magmáticas, algumas das quais podem ser encontradas na área de influência de EPR e BAT, por estes sítios se inserirem na área do Complexo Vulcânico de Lisboa, sendo que o mais provável é fazerem naturalmente parte da própria argila. A nível textural, e em ambos os subgrupos, as amostras apresentam

o grão de tamanho maioritariamente fino (78 % das amostras) e de forma quase tanto sub-rolada como sub-angular (56 % sub-rolada). A percentagem de inclusões não-plásticas é de 25 %, estando esta enquadrada na média do total das amostras de EPR e BAT (26 %). Por fim, quanto às cores das pastas, estas têm na maioria um núcleo cinzento e as superfícies castanhas (56 %), o que poderá ser indicativo de um cozimento redutor, com um arrefecimento não tão redutor.



*Figura 6.43: EPR-9, única amostra de EPR no grupo "G".*



*Figura 6.44: BAT-5, exemplo de uma amostra com inclusões de quartzo.*

**Grupo "H":** O segundo grupo aqui identificado, com 8 amostras (36 % do total das amostras), está associado a maiores teores de ferro e titânio, mas também a concentrações mais elevadas de alguns elementos vestigiais como o rubídio, crómio, zinco e cobalto. As pastas caracterizam-se por teores médios de 48,1 % de  $\text{SiO}_2$ ; 19,1 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 11,1 % de

$\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 4,7 % de  $\text{CaO}$ ; 1,7 % de  $\text{K}_2\text{O}$  e 2,47 % de  $\text{TiO}_2$ . Este grupo, a par do grupo "I", como veremos adiante, privilegia a cerâmica do Calcolítico Inicial (6 de 8 amostras deste grupo são de EPR, ou seja 75 %). O grupo engloba apenas duas amostras de BAT (BAT-3 e 8 - Figura 6.45), que se destacam por possuírem teores ligeiramente maiores de alumínio e ferro e menores de silício.

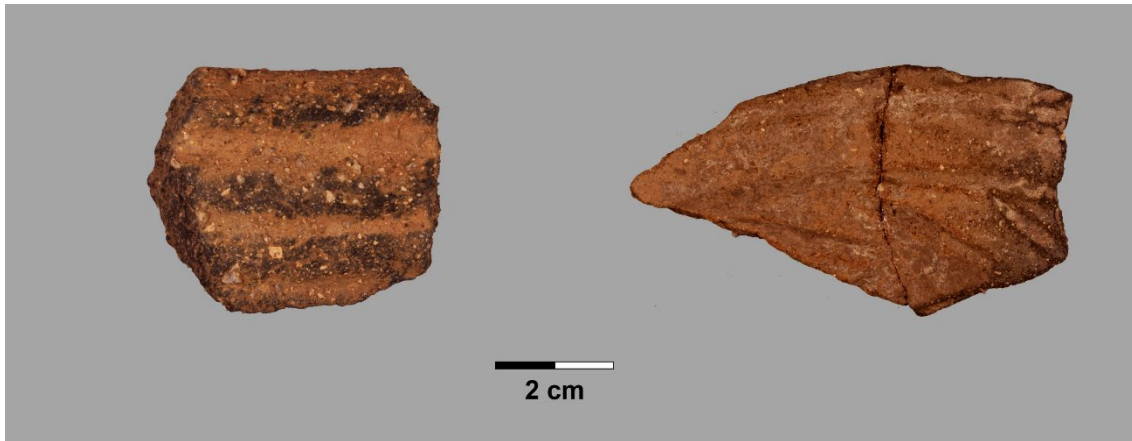


Figura 6.45: BAT-3 e BAT-8, as duas únicas amostras de BAT no grupo "H".

A característica mineralógica mais marcante em relação ao grupo "H" é o facto de possuir ligeiramente maior quantidade de feldspatos que os outros grupos. Através da observação das lâminas delgadas, foi possível perceber que as pastas deste grupo possuem poucos grãos de quartzo. Na amostra EPR-7 foi ainda detetado um grão de piroxena (Figura 6.46), o maior em todo o conjunto das lâminas delgadas analisadas, para além de um agregado (tipo chamote) de minerais opacos com feldspato.

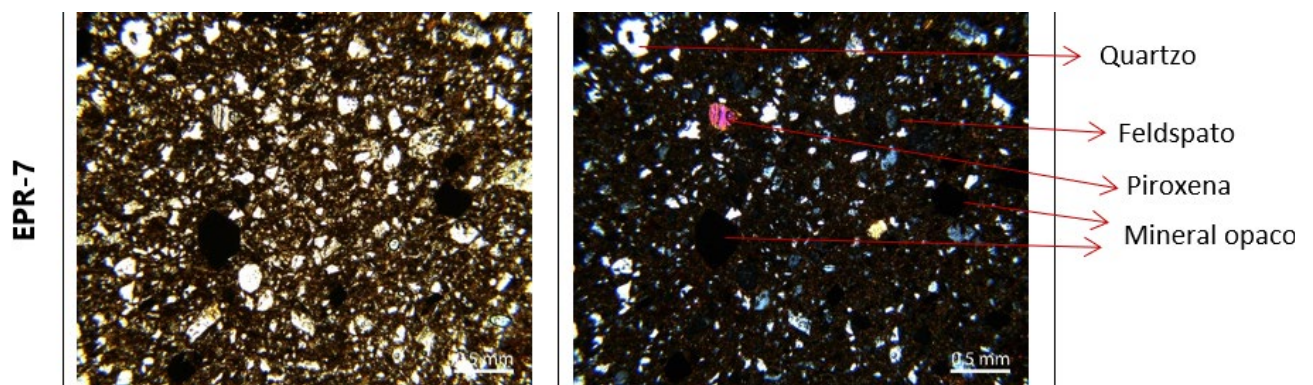


Figura 6.46: Lâminas delgadas da amostra EPR-7, onde se observa um grão de piroxena.

A nível textural, as amostras apresentam o grão de tamanho maioritariamente fino (63 % das amostras) e de forma tanto sub-angular, como sub-rolada. A percentagem de inclusões não-plásticas é de 27 %, estando esta ligeiramente acima da média do total das amostras estudadas destes dois sítios. Por fim, quanto às cores das pastas, estas são na maioria castanhas (63 %).

**Grupo "I":** Por último, o grupo "I", engloba apenas 5 amostras (23 % do total das amostras estudadas nestes dois sítios arqueológicos da Amadora), no entanto todas elas de EPR (42 % do total das amostras de EPR) e, como tal, do Neolítico Final/Calcolítico Inicial. Quimicamente o grupo "I" está associado a concentrações mais altas de silício e potássio. As pastas caracterizam-se por teores médios de 54,9 % de  $\text{SiO}_2$ ; 20,0 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 7,0 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 5,3 % de  $\text{CaO}$ ; 3,1 % de  $\text{K}_2\text{O}$  e 2,2 % de  $\text{TiO}_2$ .

Mineralogicamente destaca-se a ausência de anfíbulas na amostra analisada e a nível textural, as amostras deste grupo apresentam um grão de tamanho pequeno (80 % das amostras) e forma maioritariamente sub-rolada (também 80 % das amostras). A percentagem de inclusões não-plásticas é de 22,4 %, estando esta um pouco abaixo da média para as amostras dos dois sítios da Amadora. Já as cores das pastas são tanto castanhas como com um núcleo cinzento e superfícies castanhas.

Para qualquer avaliação da dispersão das amostras na análise de componentes principais (neste caso reflexo da variação de concentrações e a própria pequena amostragem destes dois sítios arqueológicos que, naturalmente, fazem com que se evidenciem mais as diferenças entre as amostras) e para que haja uma análise mais robusta do conjunto, é pertinente recorrer a mais componentes principais, percebendo o peso que estas terão na análise. No caso de EPR/BAT, esta terceira PC (PC3) mostrou-se especialmente relevante, comparativamente com a mesma avaliação feita nos outros sítios arqueológicos. A Figura 6.47 apresenta a correlação existente entre as variáveis de partida (os óxidos analisados pela análise química) e as componentes principais, e nela podemos perceber que a PC3 é importante para explicar principalmente como o Mn e o Ce se relacionam com os demais elementos, visto que não tinham tanta expressão em PC1 e PC2.

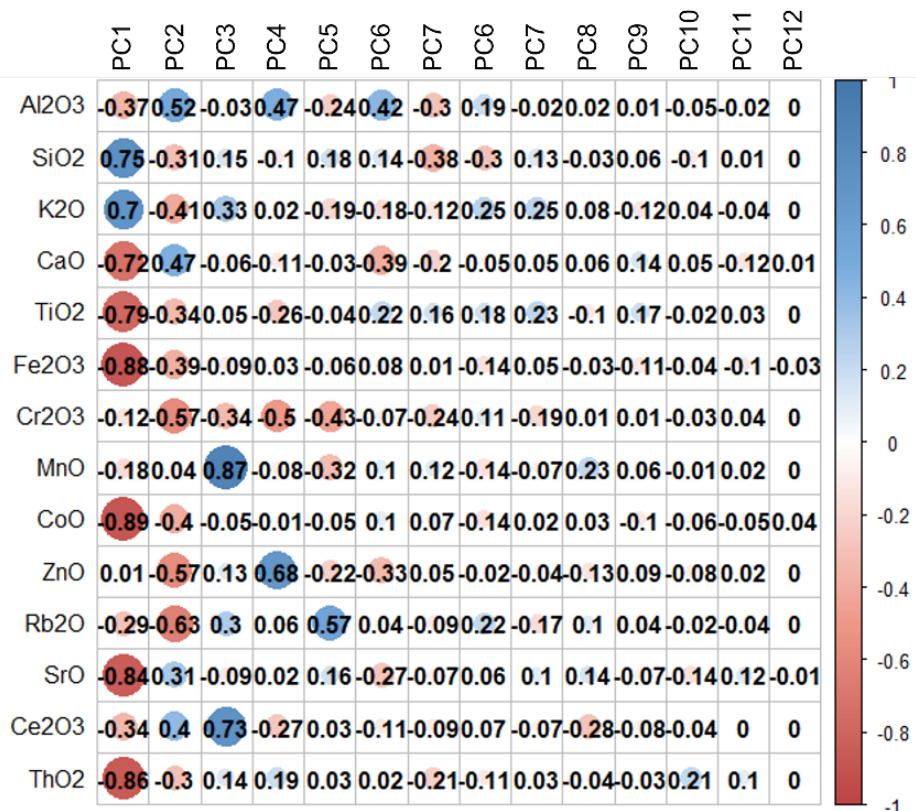


Figura 6.47: Correlação entre cada uma das variáveis de partida (óxidos) e as componentes principais (PC's).

Com o novo diagrama resultante desta análise (Figura 6.48), conseguimos perceber a importância que estes dois elementos têm na conformação dos grupos "G" (a vermelho) e "H" (a verde) e que fazem com que os dois estejam praticamente sobrepostos, podendo estes constituir, na verdade, um único grupo e, porventura e conseqüentemente, a matéria-prima provir de uma única fonte. Este aspeto também é enfatizado no dendograma adquirido sobre o mesmo conjunto de amostras (o já observado na Figura 6.36), uma vez que nele encontramos um grupo bem distinto dos demais, o grupo "I", e dois grupos com uma mesma raiz, o "G" e o "H". Tal facto aponta para que poderão, então, ter sido usadas duas fontes principais de matéria-prima na conformação das cerâmicas de EPR e BAT em estudo. Uma tanto para cerâmica do Calcolítico Pleno como do Calcolítico Inicial, e outra, apenas para cerâmica do Calcolítico Inicial, como sugere a Figura 6.49. No entanto, o facto de as amostras que englobam o grupo "I" estarem tão dispersas em ambos os gráficos (PC1/PC2 e PC1/PC3), pode significar que possamos estar neste caso, isto é, no referente ao grupo I perante uma maior panóplia de fontes de matéria-prima (ver Figuras 6.36 e 6.48).

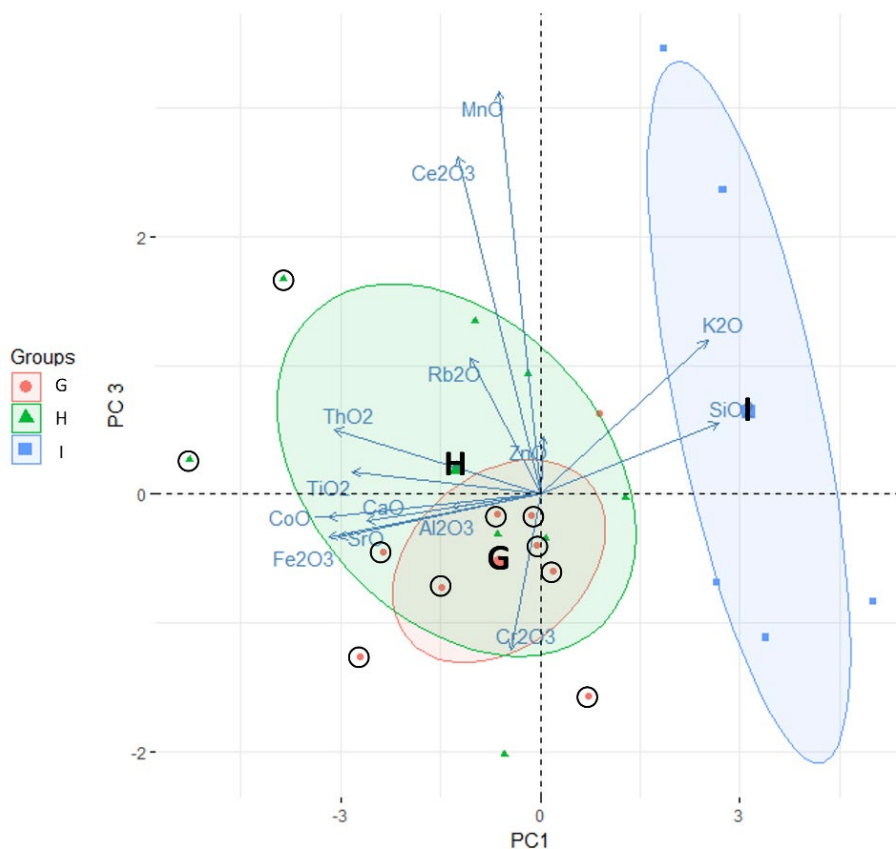


Figura 6.48: Gráficos obtidos a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química elemental das diversas amostras de cerâmica de EPR e BAT analisadas (PC1/PC3). Com um círculo preto estão assinaladas as amostras pertencentes a BAT, para serem facilmente distinguidas das de EPR.

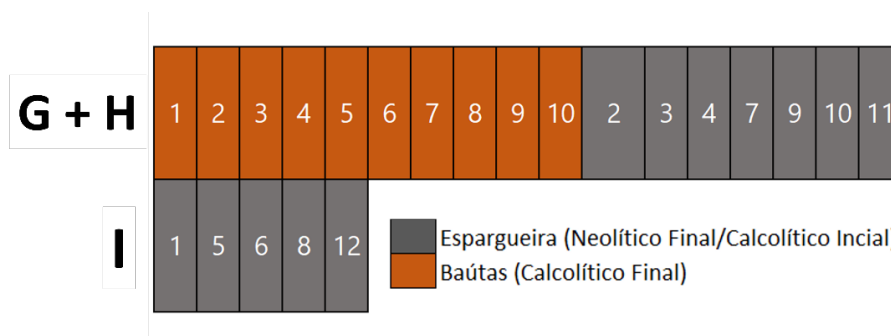


Figura 6.49: Grupos formados pela análise de componentes principais utilizando (PC1/PC3) de EPR e BAT (ver Figura 6.48).

Como forma de se conhecer a possível proveniência das argilas usadas como matéria-prima na manufatura da cerâmica de EPR e BAT, foram amostrados e analisados possíveis depósitos argilosos locais, cujos resultados se apresentaram já nas Tabelas 6.31 e 6.32. Ao ser feita uma classificação hierárquica ascendente do conjunto formado pelas seis amostras dos depósitos argilosos (Depósitos 12, 14, 15, 16, 17 e 19) juntamente com as 22 amostras de cerâmica de EPR e BAT (Figura 6.50), procurou-se perceber melhor a relação existente entre

as amostras, designadamente a eventual utilização da argila dos depósitos amostrados na cerâmica em estudo.

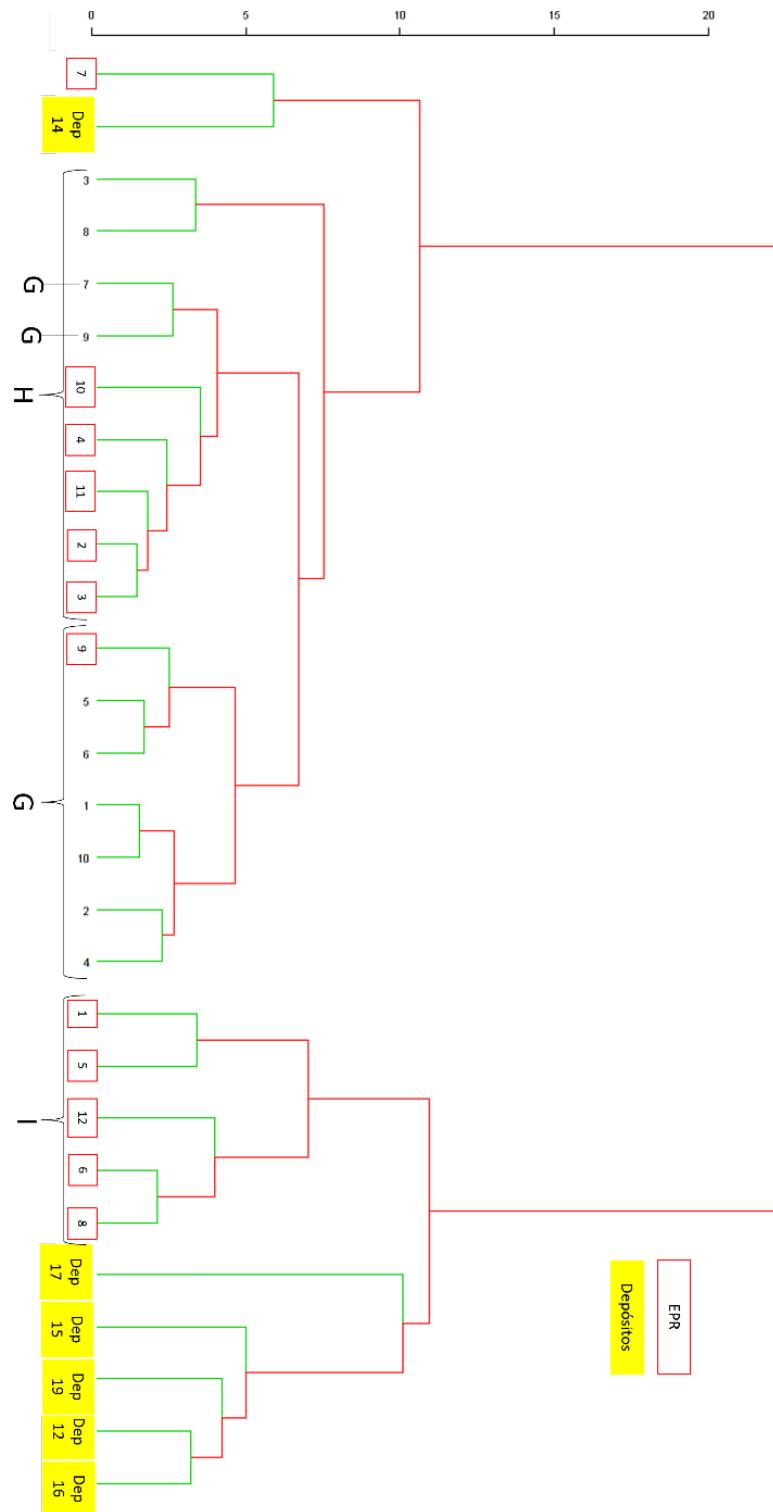
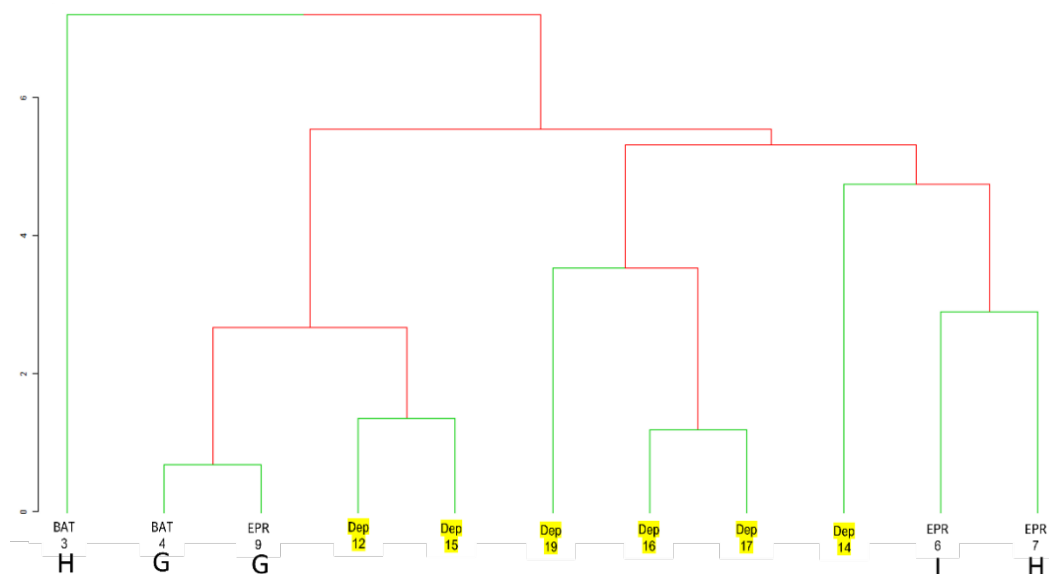


Figura 6.50: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto formado pelas amostras dos depósitos de argila (a amarelo) e das 22 amostras de cerâmica de EPR e BAT.

Ao observar o dendograma da Figura 6.50, é possível denotar a formação de dois grupos principais. Um deles, mais à esquerda, é composto pela grande maioria das amostras, mais precisamente todas as que compõem o grupo "G+H", bem como a amostra do Depósito-14, que se mostra especialmente semelhante à amostra EPR-7. Outro grupo é formado à direita, contendo todas as restantes amostras de depósitos argilosos em conjunto com o grupo "I" (apenas cerâmica de EPR e por isso do Neolítico Final/Calcolítico Inicial). Com esta análise é possível supor que a amostra EPR-7 possa ter sido fabricada com matéria-prima proveniente do Depósito-14, uma vez que estas duas amostras compõem um subgrupo muito claro. É possível que para algumas das amostras integrantes do grupo "G+H" tenha sido também usada matéria-prima deste depósito argiloso, dada a relação de proximidade existente. Este Depósito-14 é de uma terra rossa existente na zona do Moinho do Filipino, zona essa que se caracteriza geologicamente por calcários e margas do "Belasiano". Quanto aos restantes depósitos, que se enquadram no grupo mais à direita do dendograma, estes parecem constituir um subgrupo entre si, estando as amostras de cerâmica (grupo "I"), englobadas num outro subgrupo. Tal conformação pode significar que os vários depósitos argilosos recolhidos na mesma área geológica (calcários e margas do "Belasiano"), possam ter sido usados para a obtenção da matéria-prima usada nas várias cerâmicas. Tal suposição vai de novo ao encontro ao que se suspeitou sobre o grupo "I" que, por as amostras se apresentarem tão dispersas nos diagramas PC1/PC2 e PC1/PC3, se possa estar perante um maior leque de fontes de matéria-prima.

Procedeu-se ainda a uma análise estatística dos resultados da análise mineralógica, incluindo também a dos depósitos argilosos (Figura 6.51). Aqui, de forma diferente da anterior, as amostras dividem-se em 3 grupos principais - um formado por uma única amostra muito distante das demais, a BAT-3, que pertence ao grupo "H" (e que se destaca pela fraca presença de oxi-hidróxidos de ferro e minerais máficos); outro grupo formado pelos Depósitos-12 e 15 juntamente com as amostras do grupo "G" (BAT-4 e EPR-9); e um terceiro grupo, formado pelos restantes depósitos e as amostras EPR-6 (grupo "I") e EPR-7 (grupo "H"). Esta diferença, que é encontrada entre a classificação hierárquica ascendente tendo por base a análise química (Figura 6.50) e esta que tem por base a análise mineralógica (Figura 6.51), poderá ser explicada pela muito reduzida população de amostras envolvidas. O mesmo acontece em PL, comparativamente à população de amostras de

VNSP, o que faz com que as diferenças entre amostras fiquem mais acentuadas. Além disso, o próprio número de variáveis com que a análise mineralógica trabalha, em comparação com a análise química, também é um fator que faz acentuar as diferenças, refletindo-se igualmente num significado estatístico menos robusto. Não deixa de ser importante notar que a amostra do Depósito-14 e a amostra EPR-7, estão novamente associadas, reforçando a possibilidade de se ter descoberto a fonte de matéria-prima que está na origem deste recipiente.



*Figura 6.51: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente do conjunto de resultados da análise mineralógica de EPR e BAT.*

Todas estas questões relacionadas com a dificuldade de se encontrar uma fonte de matéria-prima utilizada em determinado período, enfatiza a possibilidade de, nesta época, a profissão de oleiro poder não estar estabelecida. Pode indicar que, pelo contrário, as famílias produziam os seus recipientes cerâmicos consoante as suas próprias necessidades, recolhendo a matéria-prima de depósitos argilosos diferentes nas redondezas do local de habitação, de forma algo "aleatória". Isto é, podendo significar que não iriam a um local específico, mas sim que utilizariam uma vez um local, outra vez outro ou, então, certo indivíduo/família tinha preferência por um depósito argiloso e outro por outro, etc.

A partir dos resultados da análise mineralógica é, mais uma vez, possível estimar a temperatura de cozedura das amostras em estudo e, como sabido, o facto de não encontrarmos nas pastas vestígios de matéria orgânica, estabelece desde logo que a temperatura mínima de cozedura estaria nos 650 °C. À semelhança do que acontece em PL,

também nas amostras de EPR e BAT não foram encontradas evidências claras que possam estimar com alguma precisão a temperatura máxima de cozedura atingida. No entanto, o facto de terem sido quantificados teores de cálcio na ordem dos 4 ou 5 % (m/m) mas, na análise mineralógica, não ser identificada a calcite, principalmente numa zona geológica que apresenta calcários, pode, mais uma vez, significar que tenham sido atingidas temperaturas suficientemente altas para decompor este mineral, mas não suficientemente altas para se formarem novas fases como a gehlenite ou a wollastonite/diópsido, que começam a aparecer só depois dos 750-800° C. Tal facto torna possível prever que a temperatura de cozedura destas amostras não terá sido superior a 800 °C.

Em jeito de resumo, na Amadora, mais precisamente nos sítios arqueológicos de EPR e BAT, tendo sido analisadas 22 amostras de cerâmica do Neolítico Final/Calcolítico Inicial e do Calcolítico Pleno e interpretados os resultados, estes sugerem, mais uma vez, terem sido aplicadas as mesmas técnicas de fabrico ao longo do tempo, possivelmente com uma gradual melhor preparação das pastas. À semelhança do que acontece em VNSP e PL, parece ter sido aplicada a técnica dos rolos para peças maiores e outra técnica mais modelar como a da bola para peças de menores dimensões. As diferenças texturais que se destacam derivam, muito provavelmente, das diferentes formas e funções dos próprios vasos cerâmicos que foram amostrados. As peças terão sido cozidas a uma temperatura próxima dos 800 °C. Por seu lado, a grande variabilidade de cores das superfícies e do núcleo da cerâmica aponta para a ocorrência de grandes variações pontuais do ambiente e da temperatura de cozedura. No que diz respeito aos materiais usados para a manufatura das peças, parece ter sido usado como têmpera principalmente quartzo. Sobre as argilas utilizadas, foram identificadas pelo menos duas fontes de matéria-prima, que estarão por detrás das pastas dos grupos estatísticos resultantes da análise da componente química ("G+H" e "I"). No entanto, foi possível fazer corresponder, com alguma segurança, apenas um depósito argiloso (Depósito-14) a uma cerâmica de EPR (EPR-7), estando os outros depósitos associados principalmente ao grupo "I", de cerâmica do Neolítico Final/Calcolítico Inicial (taças carenadas). Tal dificuldade em encontrar correspondências exatas entre um grupo de cerâmicas e uma fonte de matéria-prima pode ter a ver com a possibilidade de nos estarmos a deparar com uma grande variedade das mesmas e não apenas com um ou dois barreiros a serem utilizados.



# CAPÍTULO 7

## DISCUSSÃO GLOBAL DOS RESULTADOS.

Tendo sido apresentadas no capítulo 6 as características texturais, mineralógicas e químicas de cada conjunto de cerâmicas calcólicas de cada um dos sítios arqueológicos em estudo, bem como levantadas e discutidas inferências, incluindo as referentes às amostras de possíveis depósitos argilosos, pretende-se proceder, agora, à caracterização global do conjunto e a uma comparação entre os resultados para cada um dos sítios. Nesta comparação há que ter em conta que, em cada um dos sítios, se registam diferentes períodos cronológico-culturais (Tabela 7.1), distinguíveis, entre outros indicadores, pelas tipologias da decoração cerâmica, aspeto que serviu de base à amostragem da cerâmica para este estudo. Como se pode perceber através desta tabela, foi possível ter representação de fragmentos cerâmicos de todos os períodos e, para o mesmo período, amostras, quase sempre, provenientes de mais do que um sítio arqueológico. Assim, do conjunto amostrado fazem parte exemplares do Calcólico Inicial de VNSP, PL e EPR; do Calcólico Pleno de VNSP, PL e BAT (sendo este o período mais bem representado, isto é, com maior número de fragmentos em diferentes sítios arqueológicos) e do Calcólico Final, apenas de VNSP.

*Tabela 7.1: Períodos de ocupação cronológico-culturais em cada um dos sítios arqueológicos.*

|             | <b>Neolítico Final</b> | <b>Calcólico Inicial</b> | <b>Calcólico Pleno</b> | <b>Calcólico Final</b> |
|-------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>VNSP</b> |                        |                          |                        |                        |
| <b>PL</b>   |                        |                          |                        |                        |
| <b>EPR</b>  |                        |                          |                        |                        |
| <b>BAT</b>  |                        |                          |                        |                        |

Comparando as cerâmicas dos vários sítios, a partir dos atributos de classificação tradicionais, verifica-se que, em todos eles, é possível encontrar, a nível macroscópico, acabamentos de superfície, cores de pastas e de superfícies, bem como coesão de pastas,

bastante semelhantes. Os fragmentos e respectivas pastas estão, em geral, em bom estado de conservação e coesas, apesar dos milhares de anos que passaram enterrados. Apenas algumas superfícies se encontram algo corroídas e desgastadas, provavelmente tanto pelo tempo de enterramento, como pelo próprio uso dado aos objetos.

Em todos os sítios (e períodos cronológico-culturais) denotam-se, sobretudo, superfícies apenas alisadas, abrangendo 87 % do total dos fragmentos. Contudo, alguns destes fragmentos aparentemente alisados podem ter apresentado outrora brunidos ou polimentos, mas que agora se apresentam desgastados quer, porventura, pelas condições/composições dos solos e pelo tempo em que estiveram enterrados, quer pela utilização que os vasos, aos quais pertenciam, terão tido. Ainda assim, é possível distinguir perfeitamente o polimento em 7 % dos fragmentos, embora nenhum em EPR e BAT. Para além destes acabamentos de superfície mais marcantes, aparecem ainda esporádicos fragmentos espatulados – dois deles fragmentos sem decoração (lisos) de VNSP, que foram associados ao grupo do Calcolítico Inicial através da análise estatística multivariada e, outros dois, também sem decoração, de EPR (Neolítico Final/Calcolítico Inicial), por isso sendo qualquer deles associado aos contextos amostrados mais antigos. Através da microespectroscopia Raman foi identificada, num fragmento de PL (PL-28), a presença de CaO na superfície que se encontrava esbranquiçada, comparativamente com o corpo cerâmico. Tal presença pode estar relacionada com a aplicação de uma aguada; no entanto, não pode ser descartada a hipótese de se tratar de precipitação de carbonato de cálcio que tenha ocorrido durante o tempo de enterramento da peça. Igualmente se verificou a aplicação de uma substância branca nas impressões constituintes da decoração de um fragmento de VNSP, a qual também foi identificada por microespectroscopia Raman. Trata-se de uma pasta manufacturada à base de osso, a qual tem sido identificada como participante em técnicas decorativas específicas em cerâmicas com esta cronologia (ODRIOZOLA *et al.*, 2012). Em todos os sítios arqueológicos e em todos os períodos cronológico-culturais, aparece uma grande variedade de cores das pastas e superfícies (Tabela 7.2). Esta variação da coloração, para além, claro, dos próprios componentes das pastas (como explicado no ponto 5.2.1.1), tem muito a ver com o processo de cozedura destas cerâmicas, que parece ser comum para contextos arqueológicos calcolíticos. Esta cozedura seria realizada em fogueiras a céu aberto, onde seriam colocadas as peças e

tapadas com ramos e outros fragmentos de madeira ou até com descartes de outra cerâmica. Como é de calcular, em condições como estas, as cerâmicas estariam sujeitas a grandes flutuações, tanto de atmosfera, como da temperatura de cozedura, do início ao fim do ciclo de cozimento, resultando, conseqüentemente, numa grande variação da coloração dos vasos. Em muitos casos, é possível mesmo encontrar várias colorações no mesmo vaso, podendo este apresentar manchas mais escuras e outras mais claras (Figura 7.1) por consequência da grande heterogeneidade da atmosfera de cozedura, bem como da localização da peça cerâmica na "soenga" (relativamente aos fragmentos de madeira sob combustão, etc.).



*Figura 7.1: Alguns fragmentos, de todos os sítios arqueológicos em estudo, com manchas resultantes das condições de cozedura.*

Assim, as pastas e superfícies variam principalmente entre a cor castanha (que será reflexo de uma atmosfera menos redutora) e pastas com núcleos cinzento-escuros e uma ou as duas superfícies castanhas (resultantes de um cozimento mais redutor, seguido de um arrefecimento menos redutor, possivelmente num momento em que a maior parte da madeira já teria sido consumida pelo fogo e as cerâmicas ficado, conseqüentemente, mais expostas ao oxigénio). Olhando para o total das amostras analisadas, estas últimas (as dos núcleos mais escuros) são ligeiramente mais comuns. São ainda detetados alguns casos (7 fragmentos) de pastas laranjas em todos os sítios à exceção de BAT, as quais serão resultantes de atmosferas de cozedura oxidantes. Desta maneira, não são encontradas cores específicas correspondentes aos diferentes períodos cronológico-culturais, nem variações de sítio arqueológico para sítio arqueológico, mostrando, por isso, que os processos de cozedura seriam muito semelhantes entre si ao longo dos tempos.

Tabela 7.2: Grupos de cores encontrados nas pastas das amostras em estudo (ver definições na tabela 5.2 no capítulo 5).

|              |                             | Grupo 1               | Grupo 2               | Grupo 3               | Grupo 4             | Grupo 5               | Total                 |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| VNSP         | Calc. Inicial               | 10                    | 5                     | 9                     | 2                   | -                     | 26                    |
|              | Calc. Pleno                 | 6                     | 9                     | 6                     | 1                   | -                     | 22                    |
|              | Calc. Final                 | 2                     | 4                     | 15                    | 1                   | 4                     | 26                    |
|              | Lisa                        | 3                     | 3                     | 4                     | 1                   | 2                     | 13                    |
|              | Outra dec.                  | 2                     | -                     | 5                     | -                   | 4                     | 11                    |
|              | Subtotal                    | <b>23</b><br>(23,5 %) | <b>21</b><br>(21,4 %) | <b>39</b><br>(39,8 %) | <b>5</b><br>(5,1 %) | <b>10</b><br>(10,2 %) | <b>98</b><br>(100 %)  |
| PL           | Calc. Inicial               | 5                     | 3                     | 3                     | -                   | 1                     | 12                    |
|              | Calc. Pleno                 | 8                     | 2                     | 5                     | 1                   | 1                     | 17                    |
|              | Subtotal                    | <b>13</b><br>(44,8 %) | <b>5</b><br>(17,2 %)  | <b>8</b><br>(27,6 %)  | <b>1</b><br>(3,4 %) | <b>2</b><br>(6,9 %)   | <b>29</b><br>(100 %)  |
| EPR          | Neo.Final/<br>Calc. Inicial | 7                     | -                     | 4                     | 1                   | -                     | 12                    |
| BAT          | Calc. Pleno                 | 3                     | 2                     | 5                     | -                   | -                     | 10                    |
| <b>TOTAL</b> |                             | <b>44</b><br>(29,5 %) | <b>28</b><br>(18,8 %) | <b>47</b><br>(31,5 %) | <b>7</b><br>(4,7 %) | <b>9</b><br>(6,0 %)   | <b>149</b><br>(100 %) |

A nível textural, no que toca aos aspetos microscópicos como a distribuição, tamanho, geometria e percentagem dos grãos, existem também semelhanças entre todos os sítios considerados neste estudo. As ligeiras diferenças encontradas estão relacionadas sobretudo com as diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos amostrados. A Figura 7.2 é apresentada enquanto sumarização da descrição comparativa que se segue.

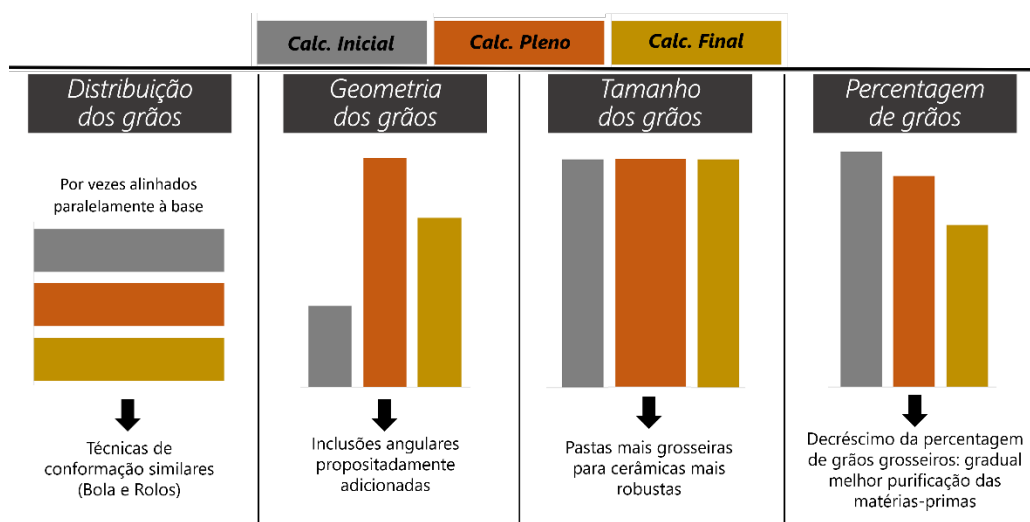
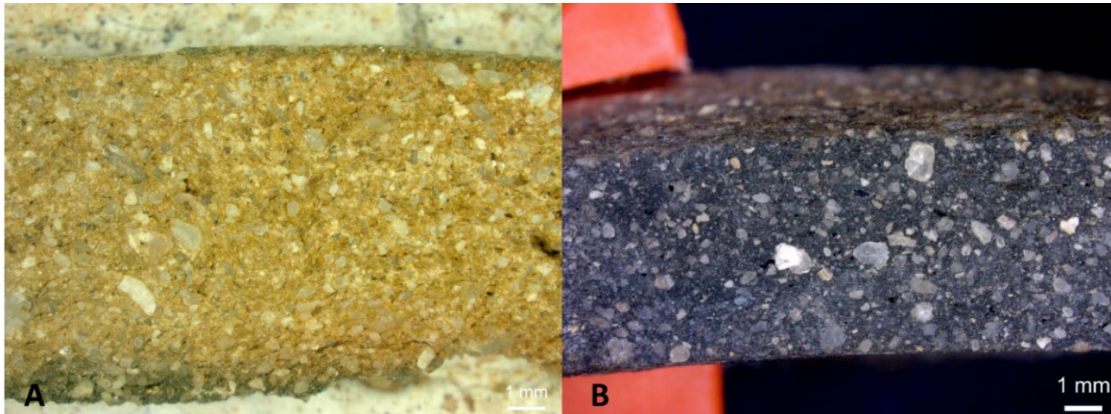


Figura 7.2: Sumarização geral e panorama visual da análise microscópica textural.

Verifica-se que, em todos os sítios arqueológicos, a distribuição dos grãos é não uniforme, que, como referido ao longo do capítulo 6, será indicativo de um tratamento deficiente de preparação da pasta, sejam estes grãos naturais da argila utilizada ou adicionados enquanto têmpera. Tal facto poderá ser indicativo de que não seria uma mão-de-obra “especializada”

a que fazia essa preparação, mas sim gente comum, que talvez produzisse os vasos cerâmicos consoante a necessidade do agregado (familiar, clã) a que pertenciam, como será debatido adiante. Entretanto, em todos os períodos de todos os sítios arqueológicos, é possível observar, em certos fragmentos (35 % deles), aquilo a que podemos chamar uma “tendência de orientação” seguida pelas inclusões e pelos próprios poros, estando aquelas e estes alinhados paralelamente à base, facto que parece indiciar a manufatura das peças através da designada técnica dos rolos. Para peças mais pequenas, essa orientação não é observada, pelo que se julga que poderá ter sido usada a técnica da bola, uma técnica mais modelar e indicada para estas cerâmicas de menores dimensões (AMARO & ANUNCIÇÃO, 2013). Quando o foco recai sobre a geometria dos grãos, não deixa de ser interessante perceber que há, em todos os sítios arqueológicos, uma tendência a que estes sejam mais rolados no Calcolítico Inicial e mais angulares (sub-angulares) no Calcolítico Pleno. Em VNSP, o único sítio com fragmentos do Calcolítico Final, as inclusões tornam-se de novo um pouco mais roladas neste período cultural. Tal facto parece acompanhar a lógica de ter sido usada mais têmpera especialmente preparada e adicionada para sustentar a robustez dos grandes contentores com decoração em folha-de-acácia do Calcolítico Pleno. Com o aparecimento dos vasos campaniformes, novamente mais pequenos e de manufatura mais fina e cuidada, têmperas mais grosseiras e/ou angulares e, porventura, em quantidade apreciável, como acontece nos grandes vasos do Calcolítico Pleno, deixam de ser necessárias. Por outro lado, as taças carenadas de EPR (Neolítico Final/Calcolítico Inicial), possuem pastas um pouco mais grosseiras do que as dos copos canelados, o que já seria expectável, uma vez que estes últimos são reconhecidos pela boa qualidade das suas pastas para aquela época pré-histórica (FERREIRA, 2003). No que toca à percentagem de grão no seio da matriz cerâmica, encontramos grande variação em todas as tipologias. Mas, em geral, parece haver ao longo do tempo um recorrente decréscimo da percentagem de grãos de tamanhos maiores (>1 mm) no meio da matriz. Tal facto pode sugerir uma gradual melhor preparação e depuração das pastas aos longo dos séculos. Acontece, também, que as pastas do Calcolítico Inicial (embora com menos grãos de maiores dimensões dispersos numa matriz fina), têm uma maior percentagem de grão mensurável, nomeadamente com a granulometria das areias (Figura 7.3), isto é, esta observação sugere que a própria argila utilizada na olaria deste período teria mais inclusões naturalmente presentes do que na dos períodos subsequentes. No Calcolítico Pleno as pastas já não são tão arenosas, mas

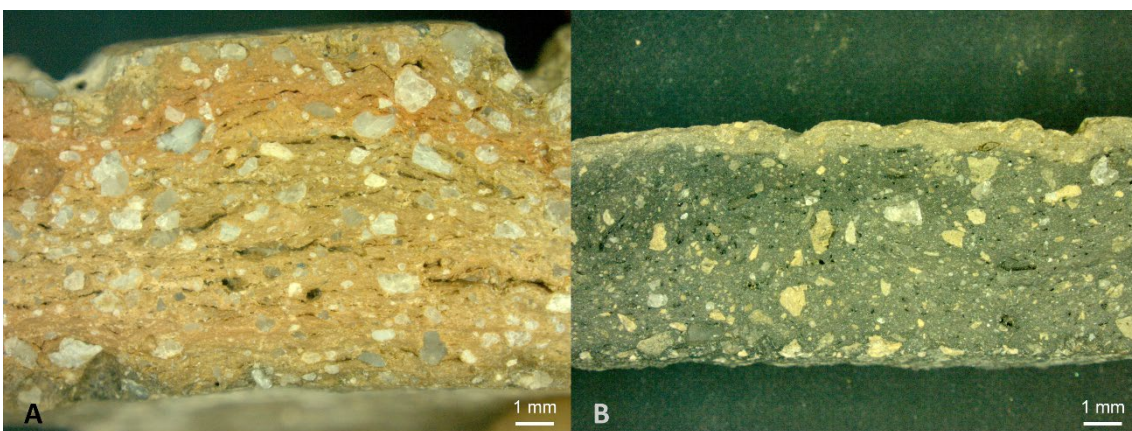
apresentam grandes inclusões, designadamente nas cerâmicas decoradas com folha-de-acácia, que poderão, algumas delas, como se viu, terem sido incluídas propositadamente (Figura 7.4). No Calcolítico Final é possível, então, denotar, outra vez, uma matriz também mais fina, acompanhada por uma diminuição do tamanho e da percentagem das inclusões ali dispersas (Figura 7.5).



*Figura 7.3: Exemplos de secções transversais polidas do Calcolítico Inicial (cerâmica canelada), onde é perceptível uma argila com numerosas inclusões dispersas na matriz sendo, no entanto, poucas com grandes dimensões. A) VNSP-25; B) PL-5.*



*Figura 7.4: Exemplos de secções transversais polidas do Calcolítico Pleno (cerâmica folha-de-acácia), onde é perceptível uma argila com menos inclusões, mas inclusões maiores dispersas na matriz. A) VNSP-36; B) PL-14; C) BAT-5.*



*Figura 7.5: Exemplos de secções transversais polidas do Calcolítico Final (cerâmica campaniforme), onde é perceptível uma argila com menos inclusões e com inclusões mais pequenas do que as que encontramos no Calcolítico Pleno, dispersas na matriz. A) VNSP-63; B) VNSP-71*

É ainda de interesse perceber o comportamento em PL, o único sítio que permite uma comparação entre as cerâmicas decoradas com significado cronológico e as cerâmicas lisas (e ainda cerâmicas com outra decoração), no que diz respeito aos aspetos texturais. No Calcolítico Inicial, que apresenta apenas cerâmica canelada e cerâmica lisa, verificamos muita semelhança entre os dois grupos. No Calcolítico Pleno, verifica-se que a percentagem de grãos presentes nas amostras é também muito similar de grupo para grupo; no entanto, observamos ligeiras diferenças no que toca à geometria e tamanho de grão. É nas cerâmicas com decoração em folha-de-acácia que se encontram mais amostras com inclusões angulares (71 % das amostras), comparativamente com a cerâmica com outra decoração (50 % das amostras) e com a cerâmica lisa, que apresenta a grande maioria das amostras com inclusões sub-roladas (83 %). Ao nível do tamanho do grão, a cerâmica lisa deste período mostra uma tendência a apresentar grãos mais finos do que a cerâmica decorada (seja esta discriminante ou não). Esta cerâmica comum do Calcolítico Pleno de PL é, em muitos aspetos, mais semelhante às demais cerâmicas comuns (no caso a cerâmica lisa de VNSP e a lisa de PL do Calcolítico Inicial) e até mesmo mais semelhante à cerâmica canelada em geral (Calcolítico Inicial), do que semelhante à cerâmica com decoração em folha-de-acácia, do mesmo período cronológico e sítio arqueológico.

Na caracterização das cerâmicas, para além da classificação dos atributos tradicionais, importa deveras a classificação dos atributos relacionados com a sua natureza química, pois uma sua grande vantagem *"é o facto de os seus estados [concentrações dos elementos constituintes] serem, em regra, independentes das condições de cozedura assim como das condições do meio ambiente em que se encontravam as cerâmicas, o que não acontece com a cor, a dureza, a densidade e a porosidade. Exceptuam-se alguns elementos voláteis como, por exemplo, o cloro e o mercúrio."* (CABRAL, 1981).

Na tabela 7.3 são apresentados os valores médios, mínimos e máximos para cada um dos sítios, bem como as médias para cada uma das tipologias decorativas, tornando possível uma rápida comparação. Através dos dados gerais podemos perceber que as pastas se enquadram sobretudo nas pastas ditas não-calcárias. Os valores apresentados de SiO<sub>2</sub> propõem ainda que, quanto à acidez, as rochas que estiveram na origem das argilas utilizadas possam ser principalmente intermédias (65-52 % SiO<sub>2</sub>) a tender para básicas (52-45 % SiO<sub>2</sub>), tendo ainda em conta que os valores mais altos de SiO<sub>2</sub> podem estar, por vezes,

influenciados pela adição de quartzo enquanto têmpera. Existem, no entanto, exceções claras e os valores maiores e menores para cada um destes óxidos podem também ser consultados na Tabela 7.3. Como se pode denotar, existe uma grande variação na composição química das pastas cerâmicas, sobretudo no que concerne aos teores de CaO de VNSP, mas também de SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, para qualquer dos sítios em estudo.

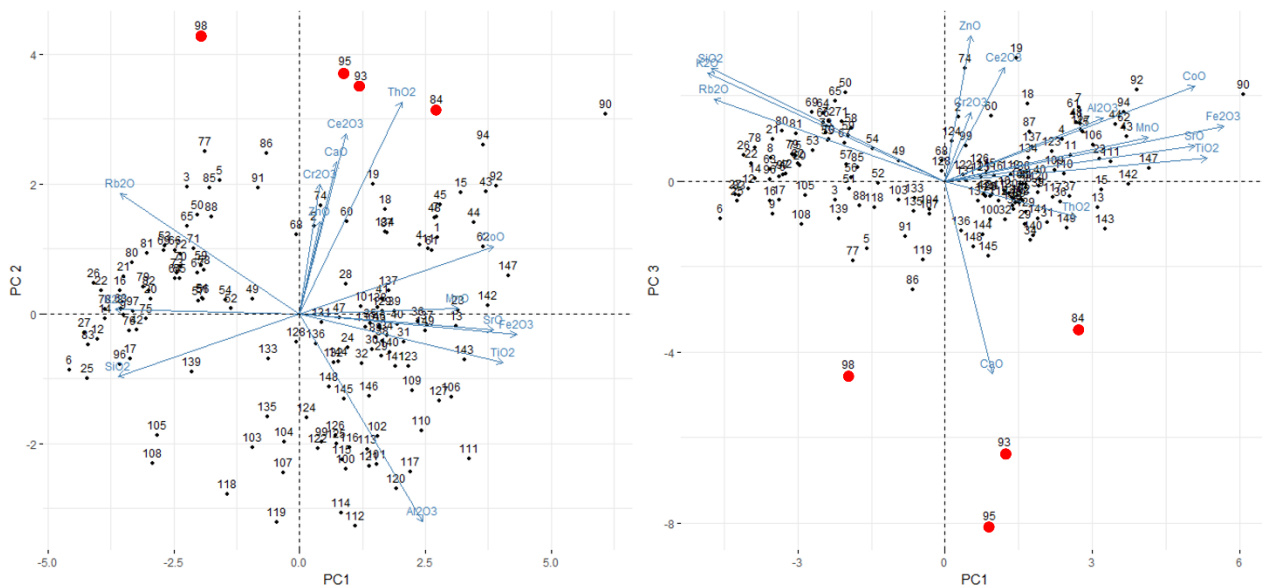
Tabela 7.3: Sumário da composição química das cerâmicas da região de Lisboa em estudo, obtida por  $\mu$ -EDXRF.

|  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO          | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|--|--------------------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|--------------------------------|
| <b>VNSP</b>                              |                                |                  |                  |              |                  |                                |
| Calc. Inicial (canelada)                 | 16,5                           | 57,7             | 2,31             | 4,54         | 1,15             | 6,65                           |
| Calc. Pleno (folha-de-acácia)            | 19,8                           | 48,8             | 1,69             | 4,66         | 1,71             | 9,74                           |
| Calc. Final (campaniforme)               | 18,4                           | 60,6             | 2,53             | 2,55         | 0,97             | 6,86                           |
| Lisa                                     | 15,3                           | 59,9             | 2,53             | 7,66         | 0,78             | 6,09                           |
| Outra decoração                          | 15,2                           | 44,3             | 1,78             | 15,89        | 1,33             | 7,68                           |
| <b>Média</b>                             | <b>17,5</b>                    | <b>55,3</b>      | <b>2,20</b>      | <b>5,73</b>  | <b>1,20</b>      | <b>7,44</b>                    |
| <b><math>\sigma</math></b>               | <b>3,3</b>                     | <b>11,7</b>      | <b>0,73</b>      | <b>7,74</b>  | <b>0,66</b>      | <b>2,86</b>                    |
| <b>Máximo</b>                            | <b>24,1</b>                    | <b>76,0</b>      | <b>3,69</b>      | <b>49,13</b> | <b>2,90</b>      | <b>14,53</b>                   |
| <b>Mínimo</b>                            | <b>7,7</b>                     | <b>24,8</b>      | <b>0,27</b>      | <b>1,07</b>  | <b>0,33</b>      | <b>3,00</b>                    |
| <b>PL</b>                                |                                |                  |                  |              |                  |                                |
| Calc. Inicial (canelada)                 | 24,9                           | 52,8             | 1,95             | 4,60         | 1,71             | 8,70                           |
| Calc. Inicial (lisa)                     | 21,5                           | 58,7             | 1,99             | 3,67         | 1,93             | 8,12                           |
| Calc. Pleno (folha-de-acácia)            | 29,3                           | 50,3             | 1,73             | 4,19         | 1,94             | 10,2                           |
| Calc. Pleno (outra dec.)                 | 26,5                           | 53,8             | 1,85             | 3,93         | 1,60             | 8,38                           |
| Calc. Pleno (lisa)                       | 25,6                           | 52,3             | 2,31             | 4,27         | 1,75             | 10,2                           |
| <b>Média</b>                             | <b>25,6</b>                    | <b>53,4</b>      | <b>2,00</b>      | <b>4,1</b>   | <b>1,8</b>       | <b>9,2</b>                     |
| <b><math>\sigma</math></b>               | <b>3,7</b>                     | <b>4,2</b>       | <b>0,5</b>       | <b>0,6</b>   | <b>0,4</b>       | <b>2,0</b>                     |
| <b>Máximo</b>                            | <b>32,8</b>                    | <b>71,9</b>      | <b>3,0</b>       | <b>6,9</b>   | <b>3,0</b>       | <b>13,1</b>                    |
| <b>Mínimo</b>                            | <b>16,1</b>                    | <b>40,8</b>      | <b>1,5</b>       | <b>1,6</b>   | <b>0,8</b>       | <b>3,5</b>                     |
| <b>EPR e BAT</b>                         |                                |                  |                  |              |                  |                                |
| Neo. Final/Calc. Inicial (EPR: carenada) | 18,9                           | 51,8             | 1,99             | 3,91         | 1,66             | 8,75                           |
| Calc. Pleno (BAT: folha-de-acácia)       | 21,8                           | 44,8             | 1,27             | 5,31         | 2,20             | 10,27                          |
| <b>Média</b>                             | <b>20,2</b>                    | <b>48,6</b>      | <b>1,66</b>      | <b>4,55</b>  | <b>1,90</b>      | <b>9,44</b>                    |
| <b>19,5</b>                              | <b>53,9</b>                    | <b>2,07</b>      | <b>5,25</b>      | <b>1,42</b>  | <b>8,08</b>      | <b>1,95</b>                    |
| <b>Máximo</b>                            | <b>22,9</b>                    | <b>66,7</b>      | <b>2,78</b>      | <b>6,89</b>  | <b>4,09</b>      | <b>14,30</b>                   |
| <b>Mínimo</b>                            | <b>16,6</b>                    | <b>40,2</b>      | <b>0,77</b>      | <b>2,02</b>  | <b>0,47</b>      | <b>6,23</b>                    |

Esta dispersão pode dar algumas informações importantes. Por um lado, sugere que as matérias-primas, em cada um dos sítios arqueológicos, sejam de diversos barreiros e não apenas de um, como já vimos no Capítulo anterior. Por outro, a grande dispersão de valores de SiO<sub>2</sub> e CaO pode indicar que, em cada grupo, para além dos teores naturalmente presentes na pasta, as inclusões de quartzo e de calcite presentes tenham muito provavelmente sido adicionadas enquanto têmpera em algumas das cerâmicas. Já quando os teores são mais semelhantes, isso pode indicar que provenham da matéria-prima do mesmo barreiro (FABBRI *et al.*; 2014), dentro de cada um dos sítios arqueológicos.

Como indica João Peixoto Cabral, é ainda preciso ter em atenção que *“as características de composição química das cerâmicas poderão diferir consideravelmente das que apresentam as argilas nos barreiros, sobretudo no que respeita aos elementos maiores, caso as argilas sejam submetidas a lavagens ou a elas se juntem desengordurantes (têmpera) e outros materiais. É evidente que estas operações tornam também os estudos de proveniência mais complicados; elas não determinam, porém, a sua invalidade.”* (CABRAL, 1981).

De maneira a fazer uma comparação ainda mais profunda do conjunto e de forma a ser possível o cruzamento dos vários fatores em consideração, pode ainda recorrer-se, à análise estatística multivariada do conjunto das 149 amostras de cerâmica do Calcolítico (Figura 7.6). A nuvem resultante da análise em componentes principais (PCA) mostra-nos, logo à partida, que não existem separações muito severas entre os grupos.



*Figura 7.6: Diagrama obtido a partir da análise em componentes principais do conjunto de resultados determinados para a composição química elementar de todos os 149 fragmentos de cerâmica calcolítica da região de Lisboa. A vermelho encontram-se assinaladas as amostras VNSP-84, 93, 95 e 98, que compõem o grupo “C” entre as amostras de VNSP.*

No entanto, observando um pouco mais atentamente o gráfico PC1/PC2 damos conta da existência de apenas uma divisão - um grupo à esquerda com maiores concentrações de silício, potássio e rubídio e outro, à direita, com maiores concentrações de alumínio, ferro e titânio, para além de outros elementos minoritários e traço. As concentrações dos óxidos nestes dois grupos são inversamente proporcionais. Através do gráfico PC1/PC3 podemos

distinguir, mais uma vez, que as amostras de VNSP, 84, 93, 95 e 98 (a vermelho), são novamente as que mais se distanciam de todo o grupo, como aconteceu quando foram analisadas apenas com as restantes amostras de VNSP. Isto devido às suas diferentes composições, que se evidenciam através da presença elevada de cálcio, e que foram indicadas como sendo possivelmente “não-locais”, à exceção de VNSP-98, cujo barreiro foi localizado na proximidade imediata do sítio arqueológico em questão.

Através do dendograma resultante da classificação hierárquica ascendente (Figura 7.7), podemos perceber a relação entre cada grupo e as distâncias euclidianas entre os mesmos. Assim, é viável uma comparação, passando a ser possível perceber as distâncias que existem entre os grupos formados dentro de cada sítio arqueológico. Verifica-se que, por exemplo, a distância entre os grupos “A” e “B” de VNSP é muito maior do que a distância que existe entre os vários grupos de PL.

Por outro lado, no dendograma (Figura 7.7) é possível observar que o grupo mais distinto dos restantes e que se mostra menos variável em todas as aproximações estatísticas realizadas é o grupo “B” de VNSP, com uma grande distância euclidiana entre este e as restantes amostras. Este grupo, o único que não possui minerais máficos (a par das amostras VNSP-84, 93 e 95, consideradas “não-locais”) é, de entre todos, o que engloba mais amostras e a matéria-prima por detrás dele terá sido usada sobretudo para cerâmica campaniforme (Calcolítico Final), mas também para alguma cerâmica com decoração canelada (Calcolítico Inicial), para além da grande maioria da cerâmica lisa que estava descontextualizada cronologicamente e que, através da análise efetuada (como discutido já no ponto 6.1, sobre o sítio de VNSP), se propôs estar associada ao Calcolítico Inicial. A este grupo “B” foram associados dois depósitos argilosos localizados na zona de influência de VNSP (Depósito-5 e 6), como também já apresentado no ponto 6.1.

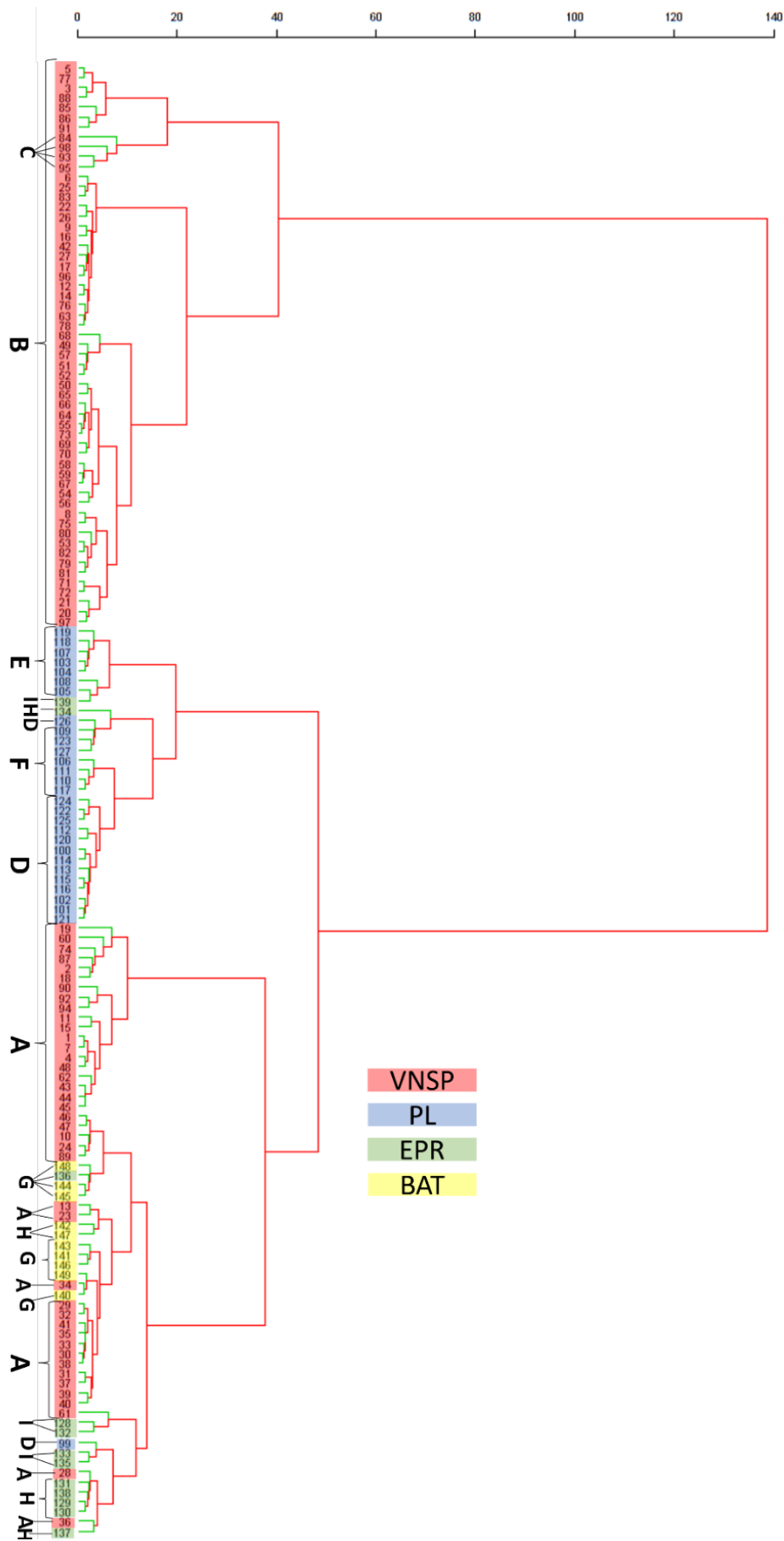


Figura 7.7: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente sobre a análise química realizada às 149 cerâmicas calcólicas em estudo.

As amostras do grupo "A" mostram-se mais semelhantes às amostras dos sítios que se implantam no Complexo Vulcânico de Lisboa, mais precisamente às cerâmicas de EPR e BAT, com as quais se encontram misturadas. Se, por um lado, é verdade que para o grupo "A" não foram identificadas fontes de matéria-prima de entre as amostras de argila recolhidas na zona de influência de VNSP, sabemos também que esta aproximação com as cerâmicas de EPR e BAT tem por base principalmente as maiores concentrações de ferro que as amostras do grupo "A" apresentam, comparativamente às dos grupos "B" e "C", sendo também o único grupo deste sítio arqueológico (VNSP) com a presença de minerais máficos (anfíbolos e piroxenas, além de biotite). Os teores de SiO<sub>2</sub> parecem também indicar uma origem em rochas mais básicas. Este grupo "A" é, em muitos aspetos, semelhante principalmente aos grupos "G" e "H" (ou "G+H") de EPR e BAT e, não deixa de ser interessante que, em todos eles, encontramos, sobretudo, cerâmica do Calcolítico Inicial e do Calcolítico Pleno. Tendo em conta a distância entre estes sítios arqueológicos (cerca de 60 km), e que a grande maioria das argilas encontradas em Portugal são argilas secundárias, este agrupamento poderá ser encarado meramente como estatístico e não como um sinal de que as amostras tenham uma mesma proveniência, admitindo como válida a hipótese de a matéria-prima ser obtida a menos de 5 km do sítio. Contudo, se se admitir que também depósitos a maior distância podem ter sido utilizados, então poderá existir uma hipótese (talvez remota) que EPR, BAT e VNSP (A) tenham utilizado o mesmo barreiro, ou que tenham existido rotas comerciais de cerâmica entre estes sítios arqueológicos. Olhando em particular para as amostras do grupo "C", (nomeadamente VNSP-84, 93 e 95) que foram avaliadas como "não-locais", estas parecem também não provir de nenhum depósito de matéria-prima que tivesse sido utilizado para a cerâmica analisada de PL, EPR e BAT, continuando a sua proveniência desconhecida. No que diz respeito às cerâmicas de PL, os grupos anteriormente formados, revelam-se aqui muito semelhantes e coesos entre si e apenas a amostra PL-1 aparece deslocada do grupo, incorporando-se com a maioria das amostras de EPR.

Ainda dentro da análise química, é importante referir a importância dos elementos vestigiais (ou traço, ou ainda oligoelementos) nos estudos de proveniência, tendo em conta que não são tão suscetíveis de flutuações na análise de materiais semelhantes, fazendo com que as suas baixas concentrações funcionem como uma "impressão digital" e pequenas variações

podem dar indicações de diferentes fontes de matéria-prima. Por isso, a nível da análise estatística multivariada, foram comparados ainda especificamente estes elementos (vestigiais), de cada um dos sítios arqueológicos, de forma a averiguar se existiam diferenças entre os grupos formados inicialmente, que teve por base a composição geral (elementos maioritários, minoritários e traço). Neste âmbito, e como Peixoto Cabral refere, *"daí, a importância de em estudos de proveniência de cerâmicas, ser necessário utilizar certos métodos de análise química capazes de determinar as concentrações de todos esses elementos. Os mais importantes são o método de análise por activação neutrónica [o qual permite a obtenção da concentração de 28 elementos, na maioria elementos traço (DIAS et al., 2007)] e o da espectrometria de fluorescência de raios X."* (CABRAL, 1981). No presente caso foi utilizada a espectrometria de fluorescência de raios X, principalmente a  $\mu$ -EDXRF (que analisou 8 elementos vestigiais). Ao ser realizada a análise multivariada dos elementos traço (Figuras 7.8), os grupos mantiveram, de forma geral, a mesma estrutura em todos os sítios arqueológicos, sendo verificadas apenas muito ligeiras diferenças em algumas amostras que mudaram de grupo. É o caso da amostra VNSP-98, antes do grupo "C" e agora bem integrada no grupo "B", apoiando a tese de que esta se trata de uma peça local, no entanto de um barreiro diferente; as restantes amostras do grupo "C" (VNSP-84, 93 e 95), que se aproximam agora ao grupo "A"; e as amostras VNSP-68, 85, 86 e 91, antes do grupo "B", agora do grupo "A". Em PL, apenas duas amostras mudam de grupo, trata-se de PL-1, antes do grupo "D" e agora do "E", e PL-19, antes do "F" e agora integrado no "D". Em EPR e BAT também apenas duas amostras mudam de grupo, EPR-1, antes do grupo "I" e agora do grupo "H", e EPR-5, antes também do "I" e agora do "G".

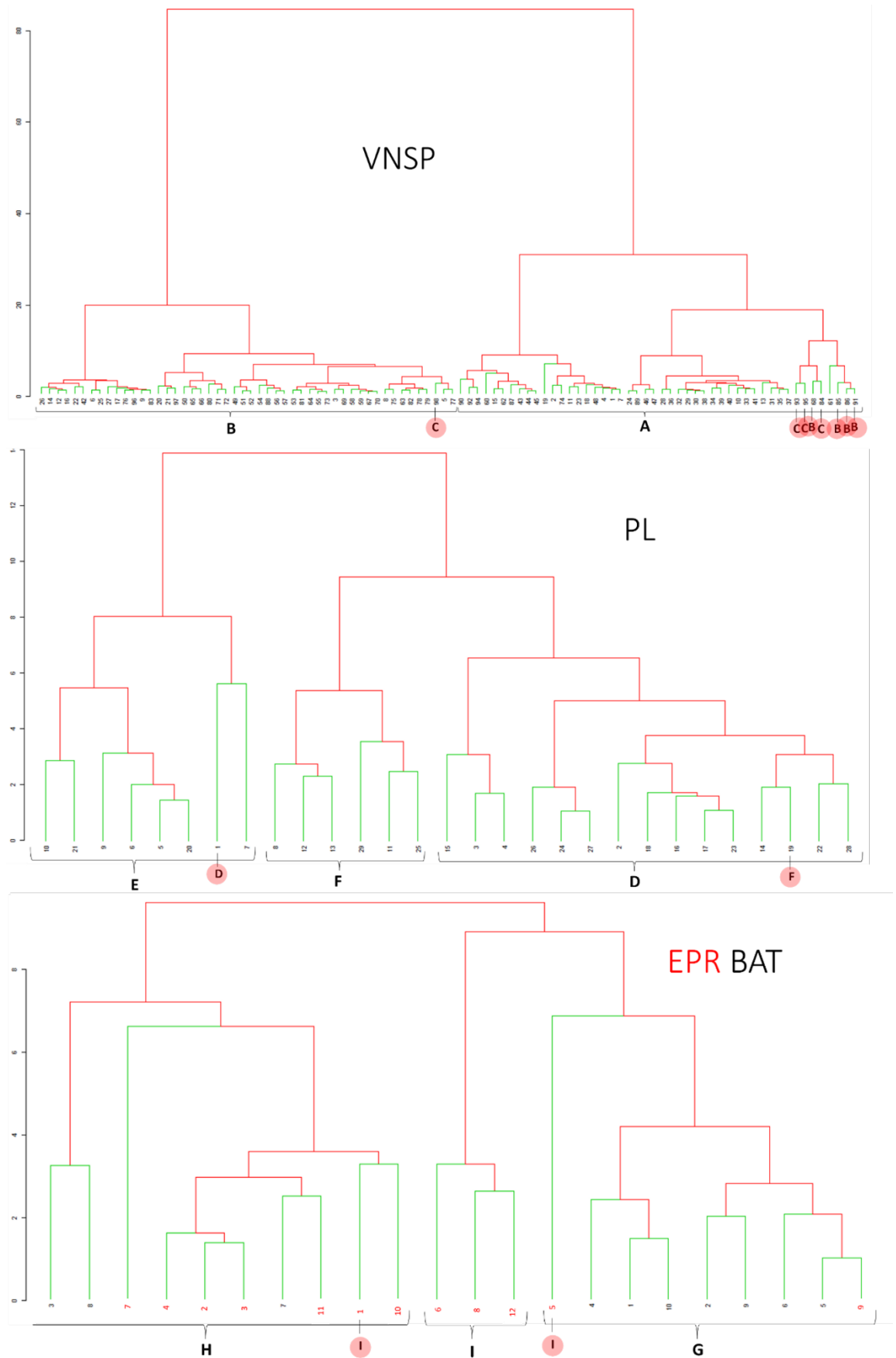


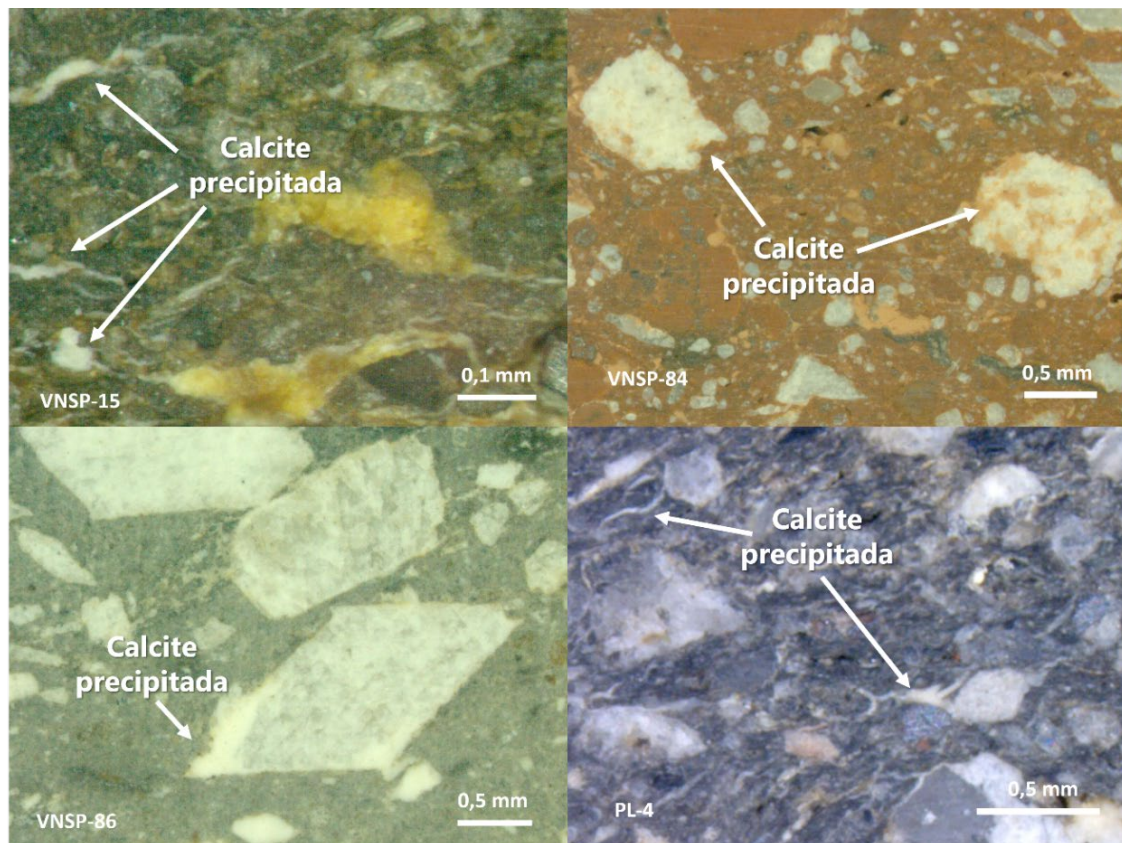
Figura 7.8: Dendrogramas resultantes da classificação hierárquica ascendente realizada sobre os teores de elementos vestigiais adquiridos através da análise química por  $\mu$ -EDXRF. Com um círculo vermelho estão assinaladas as amostras que mudaram de grupo em relação à mesma análise efetuada com todos os elementos (maioritários, minoritários e vestigiais).

Outro elemento muito importante da análise arqueométrica de cerâmica é a classificação dos atributos relacionados com a sua natureza mineralógica. No que diz respeito a esta análise, de forma geral realizada através de XRD, foi possível identificar, em todos os sítios arqueológicos, como fases principais o quartzo, feldspatos (tanto potássicos como calcossódicos), filossilicatos e oxi-hidróxidos de ferro. Neste contexto, é importante referir que as cerâmicas arqueológicas estão entre os sistemas cerâmicos mais complexos de estudar. Aqui estão vários fatores relacionados, a iniciar pela própria composição mineralógica complexa, baseada numa mistura de materiais que, como já referido, pode ser uma combinação de material proveniente da argila (parte plástica) e inclusões (parte não-plástica), as quais podem ser originais da matéria-prima ou adicionadas posteriormente, enquanto têmpera. Os minerais presentes no corpo cerâmico sofrem um conjunto complexo de modificações químicas e estruturais que pode acontecer não só durante o tempo em que as cerâmicas estiveram enterradas, mas principalmente durante a cozedura, que acabam por determinar as propriedades finais destes produtos. Constitui, por isso, um grande desafio prever as mudanças de fase neste tipo de materiais não só porque existem relações complexas entre estas propriedades químicas e estruturais, mas também porque as modificações são influenciadas por fatores variáveis como a temperatura máxima atingida, a duração da queima e a atmosfera de cozedura (oxidante ou redutora). Além disso, constitui um desafio acrescido prever as mudanças de fase em cozeduras abaixo de 950°C, por não produzirem modificações mineralógicas muito significativas e/ou fáceis de identificar. Isto porque, os minerais das matérias-primas podem decompor-se apenas parcialmente, ou formar novas fases consoante não ultrapassam ou ultrapassam os seus próprios limites de estabilidade durante a cozedura. Torna-se, desta forma, intricado distinguir quais possam ser minerais originais, isto é, pré-queima, ou minerais que resultem já da cozedura, havendo, conseqüentemente, a formação de óxidos diferentes, observando-se, naturalmente, variação de fragmento para fragmento (RIEDERER, 2004; OUAHABI, 2015).

Assim, também a identificação específica de alguns dos minerais dentro da sua família torna-se ainda mais difícil, tendo em conta que para além de os espectros serem bastante semelhantes e existirem misturas de fases, as cerâmicas estudadas são antigas pelo que surgem fases hidratadas e hidroxiladas, resultantes do tempo em que as cerâmicas estiveram enterradas, nomeadamente no que toca aos oxi-hidroxidos de ferro. No que a

estes se refere, à superfície da Terra, a hematite é comumente um mineral de alteração da magnetite, bem como de outros minerais ricos em ferro. Quando, durante a cozedura, a cerâmica está sujeita a um ambiente pobre em oxigênio, pode ocorrer uma redução pontual de hematite existente na matéria-prima, gerando, desta forma, magnetite. No entanto, a existência da magnetite pode também estar simplesmente relacionada com a sua presença na própria matéria-prima da argila de origem.

A anfíbola e a piroxena (minerais máficos) foram identificadas em todos os sítios arqueológicos, mas não em todos os grupos criados pela análise química (excluem-se os grupos "B" e "C" de VNSP, como já referido). Apenas em VNSP foi identificada, através da análise XRD, a calcite, na sua maioria, calcite primária, que ocorre em cerâmica cozida a baixas temperaturas (<800 °C), temperatura a partir da qual é identificada a presença de fases como a gehlenite ou dióxido, o que não acontece no presente estudo. No entanto, outro tipo de calcite poderá estar presente, a qual se pode identificar, por observação à lupa binocular. Trata-se da calcite precipitada, um tipo de calcite secundária, que se revela através da ocorrência de agregados informes (Figura 7.9) que ocorrem quando, já num contexto de enterramento, existe a infiltração de soluções de carbonato provenientes do solo, que originam a precipitação do carbonato de cálcio nos poros e fissuras existentes nas pastas cerâmicas, através da reação  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  (FABBRI *et al.*, 2014). Desta forma, foram identificadas 6 amostras em VNSP e duas em PL que indiciam a presença de calcite precipitada (Figura 7.9). Em todas estas amostras encontramos teores de CaO acima da média para o sítio arqueológico ou grupo cronológico-cultural respectivo. Em VNSP-15 e PL-4 (Figura 7.9) é encontrada a calcite a preencher fissuras existentes na pasta. Em VNSP-86, a calcite precipitada aparece junto aos grãos de calcite adicionada (têmpera angular). Já em VNSP-84, numa das amostras que se pensa não ser local, é interessante verificar que as inclusões de calcite, compostas de agregados informes, têm uma forma rodada, pelo que deverão fazer parte da própria matéria-prima de origem, que nos é desconhecida.



*Figura 7.9: Calcite precipitada identificada através da formação de agregados informes em algumas das amostras estudadas.*

Através da análise por microscopia petrográfica em lâminas delgadas e microespectroscopia Raman, foi possível identificar os principais elementos não-plásticos. No que se refere aos grãos de maiores dimensões verificou-se que:

- O quartzo surge em todo os sítios, grupos cronológicos e grupos estatísticos, se bem que se verifique uma clara predominância deste mineral nas matrizes cerâmicas de VNSP, comparadas com as de PL e EPR/BAT, que apresentam poucas e menores inclusões não-plásticas deste mineral.
- Feldspatos potássicos, entre eles a microclina, comum em granitos, associada principalmente ao grupo "B", de VNSP.
- Plagioclase, associada a todos sítios e grupos mas, em VNSP, com mais enfase no grupo "A";
- Calcite, em poucas amostras, todas elas de VNSP, mas nenhuma do grupo "A";
- Biotite, que foi encontrada em 38 amostras, sobretudo do grupo "A" de VNSP, do grupo "G+H" de EPR/BAT e do grupo D de PL, como é visível na Tabela 7.4,

estando, por isso, estreitamente associada à presença de piroxena e anfíbola (e, conseqüentemente, a teores mais elevados de ferro).

*Tabela 7.4: Amostras onde foi identificada a presença de grãos alongados de biotite.*

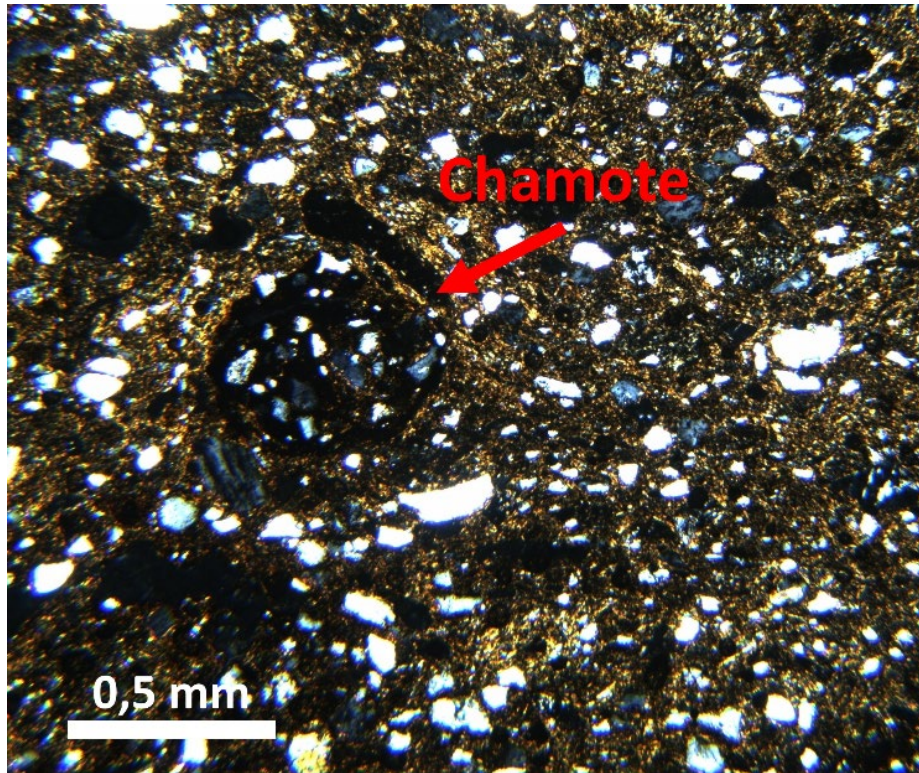
| Sítio                | VNSP |   |   | PL |   |   | EPR/BAT |   | Total |
|----------------------|------|---|---|----|---|---|---------|---|-------|
| Grupo                | A    | B | C | D  | E | F | G+H     | I |       |
| Amostras com biotite | 16   | 3 | - | 7  | 1 | 2 | 8       | 1 | 38    |

Quanto aos grãos de menores dimensões (provavelmente de origem natural na argila), foram distinguíveis oxi-hidróxidos de ferro, entre eles a hematite e a magnetite (mineral opaco), piroxenas (sobretudo augite) e anfíbolas (actinolite e tremolite). De forma esporádica, foram ainda identificados os seguintes minerais:

- Mica branca, muito provavelmente moscovite (presente principalmente em rochas ácidas como os granitos), em 10 das amostras analisadas ao microscópio petrográfico, sobretudo do grupo "B", de VNSP.
- Epidoto, um mineral de alteração associado à plagioclase, piroxena, anfíbola e biotite, em 8 das amostras (maioritariamente do grupo "A" de VNSP e do "D", de PL).
- Clorite, um mineral de alteração da biotite ou ainda de alteração da piroxena ou anfíbola. Amplamente associado ao epidoto. Este foi observado em 7 amostras, também maioritariamente do grupo "A" de VNSP e do "D", de PL.

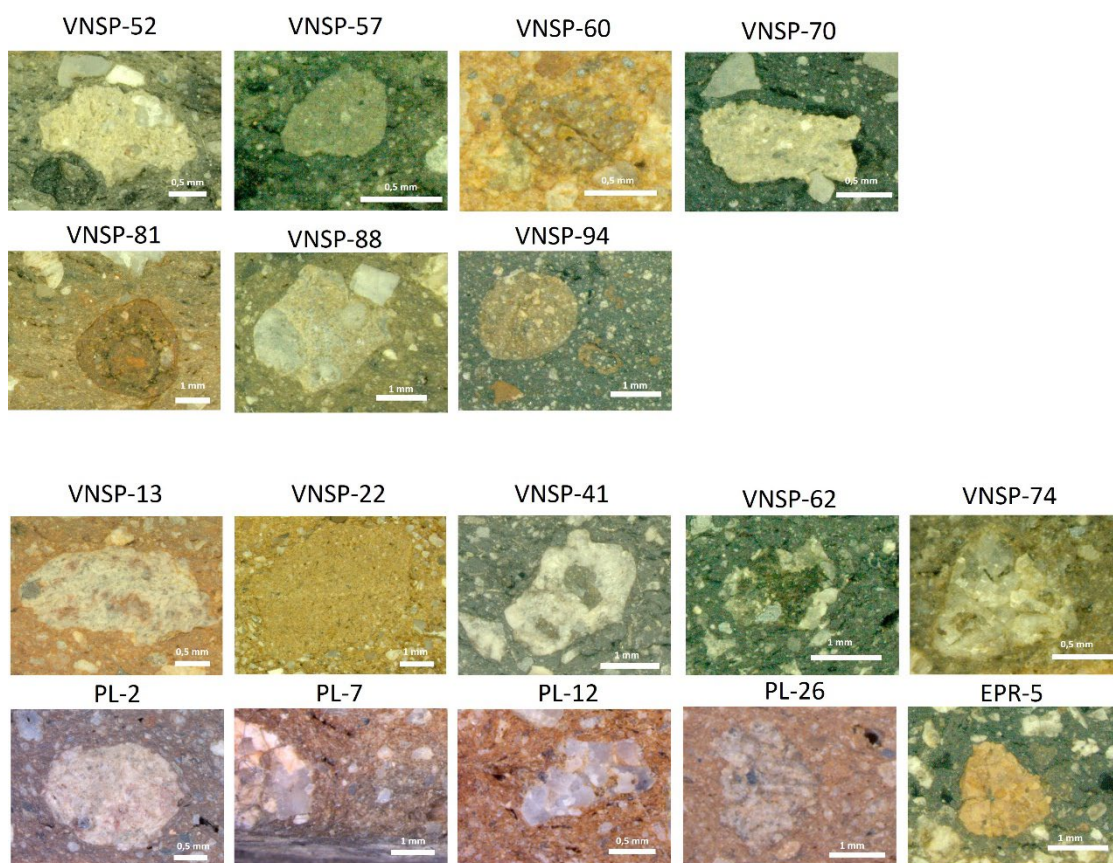
Estes dois últimos minerais (epidoto e clorite) são encontrados em todos os sítios e quase sempre associada à biotite. Existe ainda um conjunto de amostras que se distingue através destas análises mineralógicas pontuais: VNSP-62, do grupo "A", que parece provir de um gabro ou diorito por apresentar muitos grãos de plagioclase e biotite e poucos ou nenhuns grãos de quartzo (a fraca presença de quartzo afasta a hipótese de provir de um granito); VNSP-63, do grupo "B", onde foi identificado um agregado de quartzo que poderá provir de um quartzito; VNSP-98 e PL-20 com a presença de pertite (plagioclase no meio de feldspato potássico); também PL-20 (grupo "E") e VNSP-37 (grupo "A"), onde foram identificados fragmentos de granito. Foram também identificados por microscopia petrográfica algumas amostras com agregados com aspeto de chamote, (isto é, um

agregado com minerais dispersos numa matriz, onde as paredes dos mesmos não se tocam) nomeadamente VNSP-65 (Calcolítico Final), cuja imagem (a mais típica destes agregados) se mostra na Figura 7.10, EPR-9 e EPR-7 (ambas Neolítico Final/Calcolítico Inicial).



*Figura 7.10: Amostra VNSP-65, com a presença de uma inclusão de chamote.*

Através da observação à lupa binocular foram ainda detetadas outras amostras com agregados (Figura 7.11), umas parecendo pedaços de rocha, outras também com aspeto de chamote, principalmente VNSP-52, 57, 60, 70, 81, 88 e 94. Esta documentação é importante tendo em conta que a presença de chamote na região de Lisboa é pouco documentada e, quando documentada é sobretudo associada ao campaniforme (Calcolítico Final), para além de serem raros os estudos de cerâmicas pré-campaniformes em geral e de o chamote não ser de fácil identificação podendo, muitas vezes, ser confundido com oxi-hidróxidos de ferro (CONVERTINI & CARDOSO, 2022).



*Figura 7.11: Amostras com a presença de agregados. No primeiro grupo, amostras com inclusões com aparência de chamote. No segundo grupo (por baixo), amostras com inclusões de rocha ou outras indefinidas.*

Tendo sido também realizada a classificação hierárquica ascendente aos dados da análise mineralógica (Figura 7.12), foi possível denotar que se verifica uma divisão de grupos semelhante ao da Figura 7.7. Aqui encontramos um grande grupo principal (à direita), composto por cerâmicas de VNSP do grupo "B", caracterizado então por possuir como fase principal o quartzo em abundância, feldspatos potássicos, em algumas das amostras a presença de calcite e mica branca, para além de uma completa ausência de piroxenas e anfíbulas e menores quantidades de biotite e plagioclases. É formado um outro grupo, à esquerda, este muito heterogéneo, característica que se faz notar desde logo pela quantidade de múltiplos subgrupos formados, estando representados todos os sítios arqueológicos em estudo, bem como toda a variedade de grupos (aqueles formados pela análise estatística dos dados químicos, à exceção do grupo "B" e "C"). Este grupo é marcado pela presença de minerais máficos (piroxena, anfíbola e biotite), plagioclases, epídoto e clorite e menores quantidades de quartzo, feldspatos potássicos, além da ausência de calcite.

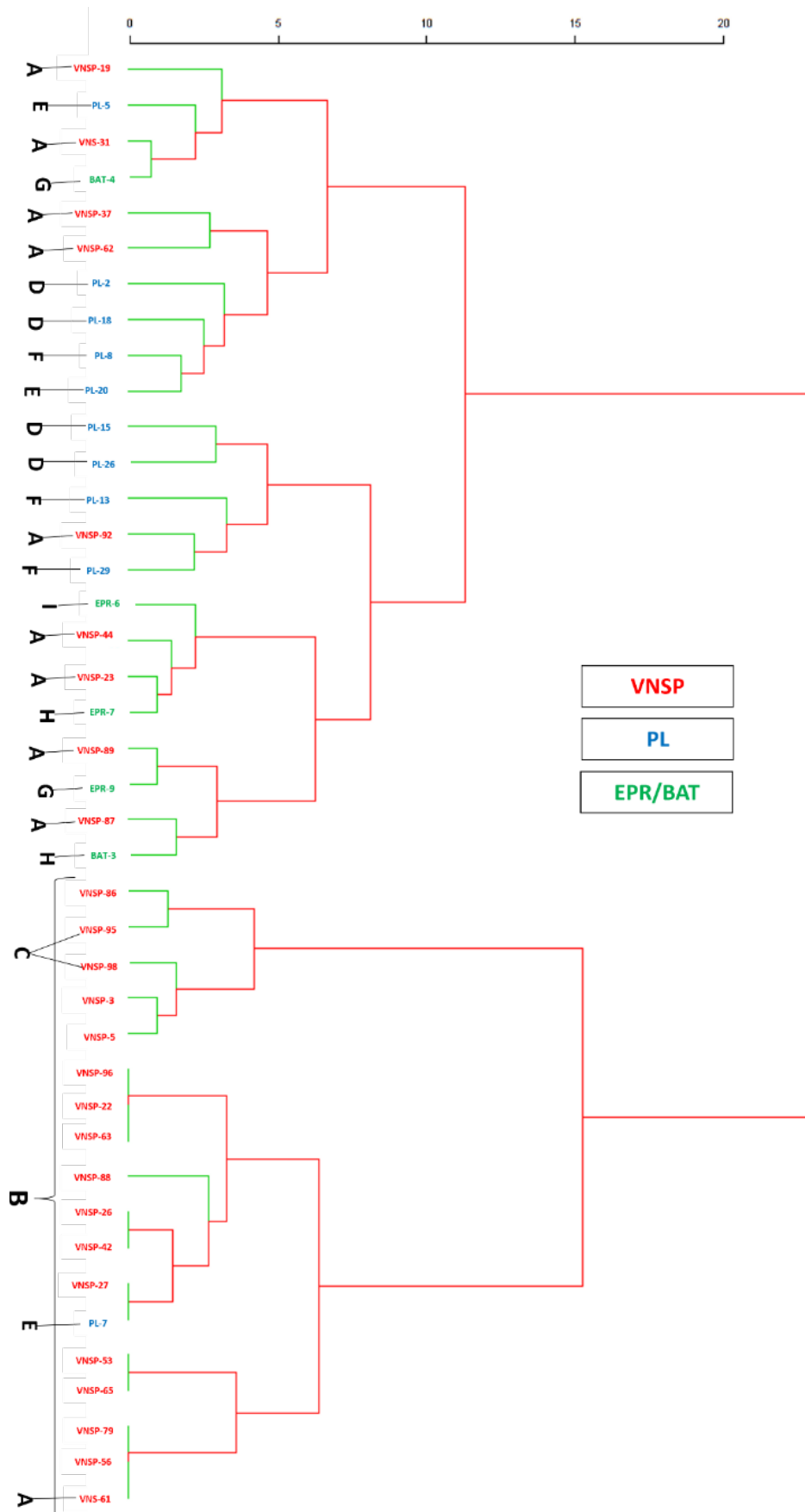


Figura 7.12: Dendrograma resultante da classificação hierárquica ascendente sobre a análise mineralógica realizada às 41 cerâmicas calcolíticas em estudo.

Tendo em conta os resultados obtidos, é possível indicar que rochas poderão ter estado na origem das matérias-primas utilizadas, mais precisamente nas argilas usadas na manufatura dos materiais cerâmicos. Como já referido, a argila é composta por silicatos de alumínio hidratados resultantes da degradação de diferentes tipos de rochas que contenham na sua composição feldspatos ou outros minerais aluminossilicatados. Desta forma são destacados três grupos principais de argilas:

- Um grupo de argilas com minerais máficos, que terá provável origem na degradação de rochas vulcânicas como o basalto (ou gabro) ou o diorito (ou andesito) entre outras rochas comuns do Complexo Vulcânico de Lisboa (Figura 7.13). Corresponde às matérias-primas utilizadas na maior parte dos materiais aqui estudados, isto é, das cerâmicas dos grupos "A", "D", "E", "F", "G", "H" e "I". Embora a cerâmica do grupo "A" não pareça ser proveniente de uma zona integrante do CVL, tal facto não impede que a sua matéria-prima advenha de uma argila com origem em degradação de rochas vulcânicas dessa zona (as argilas mais comuns em Portugal são argilas secundárias)

| %                              | Basaltos | Doleritos | Traquibasaltos | Traquitos | Riolitos | Gabros |
|--------------------------------|----------|-----------|----------------|-----------|----------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 43,57    | 45,16     | 54,04          | 61,17     | 69,80    | 44,17  |
| TiO <sub>2</sub>               | 3,48     | 3,16      | 1,80           | 0,99      | 0,38     | 3,42   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,62    | 16,59     | 18,34          | 17,80     | 16,87    | 17,17  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13,14    | 12,21     | 8,21           | 5,52      | 1,10     | 11,70  |
| MnO                            | 0,17     | 0,14      | 0,13           | 0,13      | 0,03     | 0,18   |
| MgO                            | 9,03     | 8,15      | 3,93           | 1,64      | 0,38     | 7,53   |
| CaO                            | 11,00    | 9,77      | 5,76           | 3,56      | 0,62     | 10,84  |
| Na <sub>2</sub> O              | 3,50     | 3,01      | 4,68           | 4,84      | 4,61     | 3,32   |
| K <sub>2</sub> O               | 1,50     | 1,82      | 3,12           | 4,33      | 6,22     | 1,68   |
| ppm                            |          |           |                |           |          |        |
| Sc                             | 26       | 21        | 11             | 6         | 1,7      | –      |
| V                              | 280      | 237       | 118            | 29        | 3        | 286    |
| Cr                             | 260      | 93        | 19             | 8         | 8        | –      |
| Ni                             | 98       | 38        | 17             | 4         | 6        | 77     |
| Cu                             | 53       | 36        | 17             | 6         | 3        | 76     |
| Zn                             | 98       | 93        | 88             | 79        | 64       | 91     |
| Rb                             | 29       | 41        | 88             | 116       | 168      | 41     |
| Sr                             | 1075     | 1029      | 682            | 638       | 34       | 936    |
| Y                              | 29       | 26        | 31             | 36        | 34       | 27     |
| Zr                             | 271      | 215       | 328            | 387       | 479      | 243    |
| Nb                             | 71       | 58        | 67             | 84        | 118      | 64     |
| Ba                             | 591      | 489       | 734            | 889       | 389      | 586    |
| Hf                             | 8        | 7         | 10             | 14        | 17       | –      |
| Ta                             | 4        | 3         | 4              | 6         | 7        | –      |
| Th                             | 6        | 3         | 9              | 12        | 23       | 5      |
| La                             | 50       | 52        | 57             | 85        | 88       | –      |
| Ce                             | 99       | 98        | 105            | 156       | 153      | –      |
| Nd                             | 46       | 45        | 46             | 62        | 54       | –      |
| Sm                             | 9        | 8,4       | 8,3            | 11,3      | 8,4      | –      |
| Eu                             | 2,7      | 2,5       | 2,5            | 3,1       | 1,5      | –      |
| Tb                             | 1        | 1         | 1              | 1,3       | 1        | –      |
| Dy                             | 5,7      | 5,9       | 6,1            | 7,7       | 6        | –      |
| Yb                             | 1,9      | 1,9       | 2,5            | 2,9       | 3,4      | –      |
| Lu                             | 0,3      | 0,3       | 0,4            | 0,4       | 0,5      | –      |

Figura 7.13: Composições químicas médias das rochas do Complexo vulcânico de Lisboa (RAMALHO et al., 1993).

- Outro tipo de argilas com maior presença de quartzo (grupo "B"), que poderá ter origem na degradação de rochas mais ácidas ou intermédias como o granito (ou riólito) e o sienito (ou traquito);
- E um último tipo de argila, que estará na origem da matéria-prima utilizada para a cerâmica do grupo "C", com alta contaminação de rochas carbonatadas.

Quanto aos elementos não-plásticos, pode-se ainda suspeitar quais tenham ou não sido adicionados propositadamente à argila como forma de conferir maior resistência, tenacidade e melhores propriedades térmicas. No entanto, os elementos propositadamente adicionados são, por vezes, muito difíceis de diferenciar de elementos que ocorrem naturalmente nas argilas, estando vários fatores na causa nessa dificuldade. Por exemplo, a dimensão das inclusões não parece ser um critério capaz de discriminar entre inclusões naturais e adicionadas. Poder-se-ia pensar, em primeira instância, que inclusões maiores seriam adicionadas propositadamente. Ora, em tempos pré-históricos, a depuração das argilas não seria um processo muito rigoroso (e, por vezes, nem existente), pelo que muitas inclusões permaneceriam naturalmente na matéria-prima. Estudos de caracterização de cerâmica da Pré-história Recente indicam mesmo que existe uma clara predominância de inclusões de ocorrência natural (CLOP *et al.*, 2014). Outro facto comum de discriminação entre inclusões de ocorrência natural e têmpera adicionada é a angularidade da mesma. Quando a têmpera é angular, este facto sugere que esta tenha sido obtida fragmentando propositadamente um material pétreo. No entanto, a têmpera também pode ser recolhida já sob a forma de grãos, por exemplo num rio, sejam estes mais ou menos rolados consoante a distância percorrida arrastados pela água. O uso de têmpera adicionada é verificado em diferentes regiões do Mediterrâneo desde o início da produção de cerâmica, ainda que seja identificada, por norma, apenas em parte do conjunto analisado (não em todas as amostras) sendo muito difícil determinar porque é que a algumas cerâmicas é adicionada têmpera e a outras não (CLOP *et al.*, 2014). Embora a têmpera possa surgir sob várias formas: minerais ou rochas, como calcite, talco, sílex; material orgânico como matéria vegetal, fragmentos de ossos, conchas, ou, ainda, material "antropogénico", como o chamote, Clop (2014) sugere que a primeira têmpera adicionada possa ter sido o chamote e que este tenha sido progressivamente substituído por calcite partida. Tendo todos os fatores em conta, nas cerâmicas estudadas no presente trabalho, parece que o mais comum

é não ter sido adicionada qualquer têmpera, podendo, no entanto, em alguns casos, ter sido adicionado principalmente a calcite e/ou o quartzo ou, ainda, chamote. O quartzo, por meramente se apresentar, por vezes, sob a forma de grãos de maiores dimensões no meio de uma matriz claramente mais fina; a calcite, por se apresentar sobretudo sob a forma de inclusões angulares. Destacam-se, de seguida, as amostras que possuem inclusões angulares, tendo sido apuradas em 13 fragmentos, através das secções transversais polidas. Em VNSP, a amostra 3 e 5 do Calcólítico Inicial (caneladas), que se sabe serem de calcite (através da análise petrográfica) e VNSP-77, 84, 85 e 86 (Lisas) e VNSP-91 e 93 (outra decoração), que têm associados altos valores de CaO comparativamente a média geral (valores entre os 13 e os 37 % de CaO). Em PL é possível verificar grãos angulares em apenas duas amostras, do Calcólítico Pleno, PL-20 (uma amostra que apresenta decoração não discriminante, da qual se sabe que as inclusões são de plagioclase, através da análise petrográfica) e PL-24 (uma amostra sem decoração, com grãos que poderão ser tanto de quartzo como de feldspato, tendo em conta a aparência, através das secções transversais polidas, em conjunto com a composição química). Em BAT, são apuradas as amostras BAT-5, 8 e 9 do Calcólítico Pleno (folha-de-acácia), que também poderão ser de quartzo ou feldspato, pelas mesmas razões anteriormente apresentadas. Em EPR (Neolítico Final/Calcólítico Inicial) não foram apuradas inclusões angulares.

Por outro lado, foram apuradas 22 amostras com inclusões consideradas grandes (de tamanhos próximos de 1 mm ou superiores, isto é todas as de grão médio e grosseiro)) e de geometria rolada ou subrolada no meio de uma matriz mais fina, associadas a altos teores de SiO<sub>2</sub> (>60 %), levando a crer que estas possam ter sido incluídas como têmpera: de VNSP, VNSP-6, 8, 9, 12, 16, 26 (Calcólítico Inicial-canelada); VNSP-27 do Calcólítico Pleno (folha-de-acácia); VNSP-49, 57, 59, 63, 67 (Calcólítico Final - campaniforme); VNSP-75, 76, 78, 79, 80, 81 e 82 (Lisa); de PL, as amostras 5, 10 (Calcólítico Inicial - canelada) e PL-20 (Calcólítico Pleno – outra decoração). Em EPR e BAT, não foram encontradas amostras com estes tipo de inclusões associadas a altos teores de SiO<sub>2</sub>. No entanto, foram também observadas, tanto nestes dois últimos sítios, como em VNSP e PL, amostras com inclusões grandes (>1 mm) e roladas/subroladas no meio de uma matriz mais fina, mas sem estarem associadas a altos teores de SiO<sub>2</sub>, podendo estas ser de quartzo ou de feldspatos, não sendo, no entanto possível de prever se terão ou não sido incluídas como têmpera, sendo

que o mais provável é fazerem parte da própria argila: 19 amostras em VNSP, 14 em PL, 11 em EPR e 8 em BAT. Tendo também em conta as já referidas 8 amostras que parecem ter chamote, suspeita-se que em 40 das 149 amostras possa, assim, ter sido adicionado algum tipo de têmpera (27 % das amostras), principalmente no grupo "B" de VNSP, que engloba quase toda a totalidade das amostras campaniformes e lisas, e cerca de metade das caneladas.

Por fim, como se pode verificar na análise já realizada para cada um dos sítios arqueológicos (capítulo 6), as cerâmicas em estudo parecem ter sido cozidas a temperaturas entre os 700 e os 800° C, num ciclo que, dados de arqueologia experimental, indiciam que fosse relativamente curto e durar entre uma a duas horas (consoante a quantidade de peças a cozer), seguido de um arrefecimento mais lento à temperatura ambiente, que poderia durar entre duas a seis horas, consoante o tamanho da fogueira (AMARO & ANUNCIACÃO, 2013). Embora, de um modo geral, se pense que estes fornos abertos, as ditas soengas, não conseguissem produzir temperaturas superiores a 700° C, uma vez que se tratavam, na verdade, de fogueiras capazes de se realizar em qualquer lugar e que se recorreria habitualmente a combustíveis de baixas calorias, sabe-se, no entanto, que o próprio vento pode levar a picos térmicos, pelo que se poderia exceder essa temperatura facilmente ainda no Neolítico e Calcolítico (ALEJOS *et al.*, 2021).

Em suma, os resultados obtidos e as comparações feitas apontam, de facto, para que as técnicas de produção empregues se tenham, em geral, mantido as mesmas ao longo de todo o Calcolítico em cada um dos sítios arqueológicos, estando as diferenças texturais relacionadas sobretudo com as diferentes formas e funções das peças. É ainda possível sugerir que estas peças sejam uma produção local (como se viu, à exceção de VNSP-84, 93 e 95) e que as matérias-primas utilizadas sejam muito provavelmente da região, podendo estas ter a sua origem em diferentes tipos de rochas. Por outro lado, a verificação de alguma rudez na preparação das pastas, a própria diversidade de fontes de matéria-prima que parecem ter sido utilizadas em todos os sítios arqueológicos, parecem indicar que esta possa ser uma indústria dita "caseira" e não propriamente uma indústria oleira "institucionalizada". Todos estes factos parecem indicar que, tal como acontecia com a metalurgia (MÜLLER & SOARES, 2008), cada indivíduo ou família produziria os seus artefactos à medida das necessidades, num conhecimento que seria passado de geração

para geração e partilhado dentro das comunidades. Seria, por conseguinte, um ofício importante, necessário e “comum” dentro da comunidade. Isto não significa, contudo, que toda a gente soubesse produzir cerâmicas. São de referir as conclusões de Gonçalo Amaro (AMARO, 2011) sobre este assunto, baseado no estudo feito sobre as cerâmicas calcólíticas do Zambujal, com ênfase nas pré-campaniformes, onde, após testes de arqueologia experimental, afirma que seria necessário um certo grau de especialização para a fabricação destas cerâmicas, nomeadamente para os copos canelados e vasos campaniformes, a qual implicaria a decantação das pastas, modelação e decoração que, como demonstrou na sua tese, só poderia ser conseguido com algum tempo e engenho. Desta forma, refere que o trabalho deveria ser feito por alguém especializado, um “oleiro”, num processo de duas semanas a um mês, durante os meses de maior calor.

É ainda importante encontrar outros paralelos/divergências entre os estudos mais semelhantes ao aqui feito. Sobre as cerâmicas pré-campaniformes do Zambujal, Amaro afirma que só se consegue, com alguma certeza, afirmar que tenha sido utilizada calcite enquanto têmpera, quando identificável através dos grãos de 3 a 5 mm, perceptíveis à vista desarmada. Aponta ainda o valor máximo de cozedura como 850° C, com base na presença de illite e esmectite em várias amostras. De forma semelhante ao aqui concluído, Amaro observa a existência de uma continuidade das argilas elegidas ao longo das várias fases de ocupação do Zambujal e sugere que as diferenças entre as peças resultam das várias formas e tipologias, isto é, dependem do tamanho e função do vaso cerâmico. Por sua vez, um estudo mais recente de Convertini e Cardoso (2022), sobre cerâmica campaniforme de Leceia (Oeiras), mas baseado apenas em análises petrográficas, relata, à semelhança do que parece acontecer com os sítios aqui estudados, a exploração de um grande número de argilas que podem ser agrupadas em duas famílias principais: argilas de origem plutônica e argilas com elementos plutónicos e elementos de origem sedimentar. Diferentemente do que acontece na maioria dos casos aqui estudados, neste estudo sobre Leceia, as distâncias dos locais de exploração variam de alguns quilómetros a várias dezenas de quilómetros, tendo tal facto sido apontado como indicador da circulação de pessoas por uma vasta área geográfica. Algo semelhante poderia ter acontecido em VNSP, especificamente para as matérias-primas do grupo “A”.

É importante ainda referir as semelhanças entre o estudo aqui realizado com outros dois importantes estudos de cerâmicas calcólicas, embora de fora da região de Lisboa, mais precisamente do Alentejo. Em primeiro lugar, o caso do povoado calcólico de Porto Torrão (Ferreira do Alentejo, Beja), em que se pretendia verificar se a cerâmica pré-campaniforme e campaniforme ali presente seria produção local ou importada. Os resultados da análise química e mineralógica mostraram que tanto uma cerâmica como a outra eram de produção local e que, pelo menos, três fontes de matéria-prima tinham sido usadas, todas elas situadas nas redondezas do sítio (CABRAL *et al.* 1988). No segundo caso, um estudo mais recente, de 2007, realizado sobre o sítio calcólico de Perdigões (Évora) (DIAS *et al.*, 2007). Este pretendia, ao estudar quimicamente a cerâmica ali encontrada, tanto em contextos domésticos como funerários, além de amostras de depósitos argilosos situados nas redondezas, perceber se a necrópole existente em Perdigões podia ter sido utilizada pela população local e se as matérias-primas também seriam locais. Os resultados sugeriram que as matérias-primas de ambos os grupos de cerâmicas (utilitária e fúnebre) eram de produção local, mas que vários depósitos argilosos estavam na origem da matéria-prima, principalmente no caso da cerâmica fúnebre, mostrando mais uma vez que esta seria, muito provavelmente, recolhida consoante a necessidade. Os resultados apontaram para que a necrópole fosse utilizada pelas populações da região envolvente (DIAS *et al.*, 2007). Por fim, é ainda de referir um estudo (DIAS *et al.*, 2017) que se baseia, em grande parte, em vários outros dos mesmos autores, referentes à cerâmica campaniforme e a depósitos argilosos de quatro sítios arqueológicos distintos, três deles no Alentejo e um na Beira Alta (Porto Torrão, Perdigões, Monte Tosco e Fraga da Pena, respetivamente), com ênfase nos aspetos químico e mineralógico. Mais uma vez, os resultados apontam para uma produção local para a maioria dos casos havendo, no entanto, a existência de algumas cerâmicas certamente de importação, como também na presente tese se sugere para alguns casos. Nesse mesmo estudo é ainda detetado um número relativamente grande de amostras com composição muito semelhante num dos sítios arqueológicos, o que poderá indicar ou a proveniência de um mesmo barreiro ou a produção de uma pasta cerâmica consistentemente uniforme ao longo do tempo (algo semelhante como o que acontece com a cerâmica do grupo "B" de VN-SP) mas, no geral, foram identificadas diversas fontes locais de matéria-prima para cada sítio arqueológico (DIAS *et al.*, 2017).



## **CAPÍTULO 8**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS.**

Por ser um dos materiais mais abundantemente encontrados na grande maioria das escavações arqueológicas por todo o mundo, a cerâmica constitui um importante objeto de estudo das sociedades, uma vez que a forma como a produzem e utilizam está diretamente influenciada pelo contexto social, cultural, económico, político e, até mesmo, ambiental onde as comunidades se inserem. Por sua vez, a Arqueometria é um domínio da investigação fundamental na construção e validação das teorias sobre o passado, pela aplicação das Ciências Físicas, Químicas e Exatas à Arqueologia, Geologia e Mineralogia e, também, à História de Arte, permitindo analisar a nível químico, mineralógico e textural materiais do património cultural, tais como a cerâmica, de valor tanto material como imaterial. No entanto, a qualidade dos resultados está muitas vezes dependente da qualidade da amostra fornecida para análise (pelos museus, centros de estudo/depósitos de materiais arqueológicos ou arqueólogos), bem como das técnicas possíveis de ser usadas, que terão sobretudo a ver com a instrumentação disponível e a respetiva quantidade de amostra passível de ser analisada. Esta é uma questão importante porque ao lidar com materiais que constituem bens culturais é fundamental que se preserve ao máximo o objeto e as amostragens/análises devem ser o menos invasivas possível, o que pode também limitar o tipo de análises que podem ser levadas a cabo.

Ainda assim, é importante ter presente que a Arqueometria, ao estudar profundamente os materiais, é capaz de salvaguardar não só o valor imaterial dos objetos, através dos dados que das análises são produzidos e que permanecerão, desta forma, para as futuras gerações; como é capaz de nos dar informações muito relevantes sobre as técnicas de produção e matérias-primas utilizadas, para além de outras características dos artefactos em causa, sem as quais uma intervenção de Conservação e Restauro poderia ser inadequada e, por vezes, até imoral.

O presente trabalho estudou amostras de cerâmica calcolítica da região de Lisboa, mais precisamente dos povoados de Vila Nova de São Pedro, Penedo do Lexim, Espargueira e

Baútas. O Calcolítico desta região (correspondente *grosso modo* ao 3º milénio a.C.) caracteriza-se sobretudo por uma intensificação e especialização económica no campo da produção, com a introdução de novas tecnologias e a utilização de novos produtos (Revolução dos Produtos Secundários). Divide-se habitualmente em três fases com significado cronológico, às quais tradicionalmente se associam tipos específicos de decoração da cerâmica. Assim, o Calcolítico Inicial caracteriza-se por copos cilíndricos com superfície externa canelada e polida, o Calcolítico Pleno por grandes vasos com decoração em folha-de-acácia e o Calcolítico Final pela cerâmica campaniforme.

O principal objetivo na presente investigação foi caracterizar a nível textural, químico e mineralógico amostras de cerâmica calcolítica (não só integrantes dos três "fósseis diretores", como também cerâmica lisa e com outra decoração) daqueles quatro sítios, a fim de determinar se as matérias-primas e as técnicas de produção permaneceram as mesmas ao longo do tempo e se são, ou não, produções locais tentando, ao mesmo tempo, identificar as fontes da argila utilizada, tendo sido, para tal, recolhidas e analisadas amostras de depósitos argilosos localizados nas imediações desses sítios.

No estudo arqueométrico levado a cabo a análise textural foi realizada utilizando principalmente a microscopia ótica sobre secções transversais, o que permitiu a caracterização morfológica de pastas e inclusões. Para a caracterização química foi usada a micro-espectrometria de fluorescência de raios X dispersiva de energias em pastilhas de pó comprimido, tendo sido identificados e quantificados os elementos maiores Si, Al, Fe, Ca e K, bem como o Ti, como elemento minoritário, e Ce, Mn, Sr, Zn, Cr, Rb, Co e Th, como elementos vestigiais. Por fim, a caracterização mineralógica foi realizada por difração de raios X de pós em agregados não-orientados, permitindo a identificação de quartzo, filossilicatos, feldspatos potássicos e plagioclases, oxi-hidróxidos de ferro e minerais máficos como fases principais, enquanto a calcite foi identificada apenas em algumas amostras. A microscopia petrográfica (em lâminas delgadas) e a microespectroscopia Raman (em secção transversal) foram fundamentais para a identificação das inclusões não-plásticas.

Os resultados obtidos sugerem terem sido usadas as mesmas técnicas de produção ao longo de todo o Calcolítico, estando as pequenas diferenças texturais detetadas associadas às diferentes formas e utilizações dadas às peças cerâmicas amostradas. Ainda assim, as técnicas de produção poderão ter sofrido ligeiras alterações algo "previsíveis" ao longo do

tempo, uma vez que parece ser possível associar algum maior cuidado na preparação/depuração das matérias-primas no Calcolítico Final, podendo tal facto ser indício de um gradual aprimoramento da “arte”.

Além disso, observam-se mais semelhanças, até a nível químico e mineralógico, entre os copos canelados do Calcolítico Inicial e os vasos campaniformes do Calcolítico Final, enquanto a cerâmica com decoração em folha-de-acácia, associada a grandes contentores cerâmicos, por conseguinte designada para funções totalmente diferentes dos anteriores, se afasta destes, principalmente a nível textural. O mesmo pode ser observado no estudo realizado por Gonçalo Amaro (2011) sobre a cerâmica do Zambujal, onde se conclui que as diferenças entre os diversos tipos cerâmicos têm, sobretudo, a ver com a sua manufatura e não com a tipologia decorativa ou horizonte de ocupação. Por outro lado, os diferentes dados obtidos sugerem que a cerâmica campaniforme é, na generalidade, de origem local, o que confirma as inferências de outros estudos já levados a cabo sobre este tipo de cerâmica (CABRAL *et al.*, 1988; DIAS *et al.*, 2017; CARDOSO *et al.*, 1984/85). Seria, pois, importante confirmar ou não se essas semelhanças e dessemelhanças se sucediam para diferentes locais/contextos contemporâneos de uma região geográfica com uma cultura calcolítica homogénea. Que eventuais novos dados poderia trazer uma análise arqueométrica, utilizando a mesma instrumentação de exame e análise, das várias tipologias cerâmicas ao longo do Calcolítico, provenientes de diferentes locais desta região? Ao serem objeto de investigação científica as cerâmicas dos quatro sítios arqueológicos em causa, bem como argilas recolhidas na zona de influência de cada um destes sítios, por conseguinte argilas locais, foi possível observar que as diferenças encontradas de sítio arqueológico para sítio arqueológico estão quase totalmente relacionadas, como era expectável, com as matérias-primas utilizadas na fabricação dos artefactos ou, por outras palavras, estão intimamente ligadas à geologia da zona de implantação do sítio arqueológico respetivo. Foram, assim, identificados três grupos principais de argilas – argilas com origem na degradação de rochas vulcânicas, como o basalto e o diorito, rochas comuns no Complexo Vulcânico de Lisboa; argilas com maior presença de quartzo, que terão origem na degradação de rochas mais ácidas, como o granito ou o sienito, e, por fim, argilas semelhantes a estas últimas, mas contaminadas com rochas de origem sedimentar, designadamente rochas carbonatadas, frequentes na área de localização dos respetivos

depósitos. Verificou-se, também, através da análise estatística multivariada dos teores químicos e minerais das cerâmicas, que poderão ter sido utilizadas diversas fontes de matéria-prima na sua fabricação, sendo descartada, a hipótese da existência de um único centro produtor, mas sugerido, pelo contrário, que a argila seria recolhida habitualmente, consoante a necessidade das comunidades, em diversos locais ao redor do respetivo povoado. As técnicas de produção permanecem, em geral, muito semelhantes ao longo do tempo e independentes do sítio arqueológico em causa parecendo, conseqüentemente, haver uma rede de comunicação entre as comunidades, que partilhariam entre si os conhecimentos e formas de “fazer e ser”. Ainda assim, podemos questionar-nos se será sempre local a produção de cerâmica, qualquer que seja a tipologia do vaso cerâmico e, se mesmo sendo produções locais, existe ou não, algum comércio de cerâmica a curta ou média distância ou, por outras palavras, se existem centros produtores que forneçam mais que um povoado na micro-região correspondente. Note-se que, apenas em VN-SP, foram encontrados 3 vasos cerâmicos que parecem não ser de produção local. Estes divergem não só em decoração e forma dos restantes, como também a nível da própria composição química. Entre eles, encontram-se dois fragmentos com decoração penteada, o que poderá indiciar uma origem na Beira Alta, onde existem paralelos para este tipo de decoração, cuja composições das cerâmicas indiciam uma origem na degradação de rochas graníticas, mas que não parecem estar contaminadas com rochas carbonatadas (DIAS *et al.*, 2017)). Também a argila de um grupo de VN-SP (grupo “A”), composto pela grande maioria das cerâmicas analisadas com decoração em folha-de-acácia e cerca de metade dos copos canelados, parece ser de um barreiro talvez algo distante, uma vez que os depósitos argilosos amostrados num raio de 5 km do local de implantação do sítio arqueológico não forneceram a matéria-prima utilizada na manufatura da cerâmica deste grupo. Verifica-se que na composição mineralógica da cerâmica do grupo “A”, possivelmente fazendo parte da composição da matéria-prima utilizada na sua manufatura, se encontram minerais máficos, que não são comuns na geologia da área de influência de VN-SP. Ainda assim, deve ter-se em conta que a maior parte dos depósitos argilosos em Portugal são secundários, não sendo por isso descartável a hipótese de que com um estudo com mais amostras de barreiros das redondezas de VN-SP seja possível detetar uma origem. É, no entanto, de referir uma outra possibilidade: a de que estas argilas poderiam ter uma origem no maciço vulcânico mais próximo, a Serra de Todo-Mundo, a menos de 20 km a noroeste de VN-SP.

Nesse caso, tendo em conta que não seria comum a deslocação a mais de 5 km para a obtenção da matéria-prima, poderá colocar-se a hipótese de que estas cerâmicas fizessem parte de uma rota comercial de que fazia parte a malha de povoados daquela zona. Mas para confirmar ou infirmar tal hipótese, um estudo de argilas ali recolhidas seria indispensável. Contudo, deverá referir-se que, ao se efetuar a análise estatística dos dados da análise química de todas as amostras, é possível verificar uma clara semelhança entre as composições elementares deste grupo "A" de VNSP com as das cerâmicas de BAT e EPR, além da presença, na maior parte delas, de minerais máficos, tal como nas do grupo "A". Embora BAT e EPR distem cerca de 60 km de VNSP, a hipótese atrás enunciada parece ter ainda mais razão de ser, tendo em conta o estudo petrográfico das lâminas delgadas de Leceia (CONVERTINI & CARDOSO, 2022), do qual resultou a atribuição, não só ao maciço eruptivo mais próximo (o de Sintra, a 10 km em linha reta), mas também a outros locais (o seguinte mais próximo a 120 km), a origem da argila usada na manufatura da cerâmica campaniforme de Leceia, reforçando a hipótese em causa.

Quanto à cerâmica lisa de VNSP, esta parece assemelhar-se, a nível mineralógico e químico, sobretudo com a cerâmica canelada, possivelmente enquadrando-se, por isso, cronologicamente no Calcolítico Inicial. Já a cerâmica com outra decoração parece distribuir-se tanto pelo Calcolítico Inicial como pelo Calcolítico Pleno. A nível textural, ambos os grupos têm características muito variadas, não indicativas de nenhum grupo cronológico específico, por isso não são discrimináveis das restantes em termos de técnicas de produção utilizadas. Em PL, tanto a cerâmica lisa como a cerâmica com decoração não discriminante (outra decoração), estão associadas a contextos arqueológicos correspondentes a estratigrafias bem definidas, o que não acontece para VNSP, pelo que uma comparação com as cerâmicas com decoração discriminante, dentro mesma cronologia, é aqui mais elucidativa. Contudo, também em PL, a cerâmica lisa e com outra decoração não se distingue uma da outra, pelo que se poderá afirmar que em qualquer um dos sítios arqueológicos parece não existir uma distinção específica daquelas cerâmicas em relação à cerâmica decorada com significado cronológico-cultural, tendo sido usadas, em geral, as mesmas técnicas de produção e matérias-primas, sendo fabricadas nos mesmos locais. Pode ser observada apenas uma diferença maior no que toca aos grandes vasos com decoração em folha-de-acácia. Nestes encontram-se pastas definitivamente mais grosseiras,

que parecem importantes para sustentar estas peças mais robustas características do Calcolítico Pleno.

Os dados texturais apontam ainda para que, ao longo de todo o Calcolítico, tenha sido usada sobretudo a técnica dos rolos para a manufatura das peças maiores, enquanto para as mais pequenas terá sido utilizada a técnica da bola, uma técnica de modelar bastante eficaz para estes tamanhos, como estudos etnográficos e de arqueologia experimental têm demonstrado. No entanto, e como já referido, parece ser possível associar algum maior cuidado na preparação/depuração das matérias-primas no Calcolítico Final (embora apenas tenham sido analisadas amostras de VNSP para este período), podendo tal facto sugerir um aprimoramento das técnicas ao longo do tempo.

Com este estudo foi ainda possível inferir que as cerâmicas calcolíticas foram cozidas a temperaturas entre 700°C e 800°C, que constitui o intervalo de temperaturas habitualmente obtido nestas fogueiras a céu aberto, as chamadas "soengas", intervalo esse idêntico ou semelhante ao que tem sido obtido em outros estudos de cerâmica pré-histórica. Note-se, no entanto, que podem ter sido atingidos picos de temperatura algo mais elevados durante este processo de cozimento.

Como futuras linhas de investigação que ramifiquem da tese aqui apresentada podem ser apresentadas sugestões mais amplas e outras mais particulares. De forma geral, sugerem-se estudos em que seja disponibilizada uma maior amostragem para que a análise estatística possa ser ainda mais robusta e significativa, bem como, claro, que ainda mais sítios arqueológicos possam ser progressivamente adicionados a esta "base de dados". De forma particular, focada no trabalho aqui desenvolvido, sugere-se também um estudo mais exaustivo e aprofundado dos depósitos argilosos das zonas envolventes aos sítios arqueológicos, bem como de eventuais depósitos primários, junto a maciços vulcânicos, de maneira a identificar fontes de matéria-prima, nomeadamente para o grupo "A" de VNSP, de forma a perceber também a origem dos minerais máficos presentes nestas argilas. Para além disso, como relatado, as amostras VNSP-84, 93 e 95 não parecem ser de produção local, pelo que uma investigação da sua proveniência poderia também ser de interesse, iniciando por uma comparação mais profunda entre estas duas últimas (VNSP-93 e 95) com cerâmica da Beira Alta. Como em tudo, ao finalizar qualquer plano de estudos, sai-se sempre com uma melhor visão daquilo que poderia ter sido feito. Por isso, ainda neste

âmbito, pensa-se que seria de proveito a realização de um estudo pontual de todas as inclusões angulares, por exemplo por microespectroscopia Raman, de forma a avaliar se outros minerais para além da calcite e do quartzo poderão ter sido incluídos como tâmpera, como foi sugerido neste trabalho, nomeadamente os feldspatos.

O trabalho desenvolvido e apresentado nesta tese não esgota as problemáticas à volta das cerâmicas calcolíticas da região de Lisboa. Ainda assim, da presente investigação resultam novos conhecimentos, começando pela caracterização de um conjunto de materiais cerâmicos pré-históricos a nível textural, mineralógico e químico usando técnicas distintas para tal, algumas delas, como a  $\mu$ -EDXRF e a microespectroscopia Raman, ainda muito pouco usadas para este tipo de análises. Para além disso, foi caracterizada cerâmica de mais de um sítio arqueológico da mesma região, usando as mesmas nomenclaturas e técnicas de exame e análise, possibilitando, desta forma, uma comparação mais eficaz e direta entre eles. Esta comparação dá o pontapé de saída a uma nova abordagem de conjunto no estudo dos materiais dos sítios arqueológicos, nunca feita até então na região de Lisboa. Para além disso, é importante referir que os sítios analisados não constituem mero acaso dentro do panorama do Calcolítico da região de Lisboa, antes são tão “somente” Vila Nova de São Pedro, um dos mais importantes sítios fortificados do Calcolítico português, reconhecido internacionalmente; Penedo do Lexim, também um dos mais importantes e bem estudados sítios arqueológicos a nível estratigráfico; para além de dois sítios de menor expressão, Espargueira e Baútas, na Amadora, mas com a peculiaridade de se situarem muito perto um do outro, cerca de 600 m. Os sítios considerados apresentam, assim, dinâmicas distintas entre si (povoados de grandes dimensões e outros mais pequenos, povoados próximos entre si com outros mais distantes, povoados com ou sem estudos estratigráficos), permitindo diversificados níveis de comparação e perceção de semelhanças e dissemelhanças dentro da região de Lisboa. Olhando também para os restantes e ainda poucos estudos de cerâmica calcolítica em Portugal, a presente dissertação parece em muito contribuir para a coesão entre os mesmos, isto é, indo de forma geral de encontro aos estudos e teorias construídas, tendo sido possível encontrar paralelos em muitos aspetos. Demonstra-se assim a existência de uma “forma de se fazer e ser”, sendo possível reconhecer a transmissão de conhecimento e circulação de saberes e ideias, agora sobre a região de Lisboa. São deste modo divulgados novos dados que se agregam e contribuem para a

validação dos já existentes, refletindo a importância da abordagem interdisciplinar e das metodologias científicas no estudo da cerâmica pré-histórica.

A investigação levada a cabo permitiu ainda a criação de metodologias e protocolos de análises especializadas para este tipo de materiais, tendo sido estudado e testado em pormenor todo o processo de preparação de amostras para diversos tipos de análise, desde tempos de moagem das amostras otimizados para análises microscópicas, realização de lâminas delgadas de qualidade, e estabelecimento de condições de análise, necessárias para uma eficaz e otimizada análise de cerâmica arqueológica. É o caso da  $\mu$ -EDXRF, uma técnica pouco utilizada neste campo, mas que com as condições adequadas mostrou bons resultados, mas ainda a microespectroscopia Raman, uma técnica inovadora na área que permite a análise pontual dos minerais, em certos aspetos mais eficaz do que a microscopia petrográfica, permitindo, por exemplo, a análise de minerais opacos.

Como na maioria das teses, as expectativas são várias vezes megalómanas em relação à realidade possível e as descobertas parecem menores que os objetivos a alcançar. Ou pelo menos os investigadores (eu) aprendem no caminho que o trabalho de investigação é bem mais árduo do que se julga... Ou simplesmente se torna empírica a celebre frase de Sócrates “quanto mais sei, mais sei que menos sei”. Ainda assim, tendo em conta o atual panorama do estudo arqueométrico de cerâmica do Calcolítico em Portugal, considera-se que o trabalho produzido constitui uma vitória, contribuindo em muito para ampliar o conhecimento sobre estas cerâmicas e a circulação de matérias-primas pré-históricas, tendo em conta o nicho a que diz respeito e à falta de apoios e/ou reconhecimento (não por mal, mas por desconhecimento) sobre esta área de estudos. Por isso, esta ainda “pequena” contribuição deve ser encarada como um grande avanço, uma vez que a maioria dos objetivos propostos foram alcançados e dados importantes para o futuro foram produzidos.

A investigação científica e a produção de conhecimento são uma linha contínua (Figura 8.1).



*Figura 8.1: João Estêvão, um dos meus filhos gémeos, utilizando a técnica dos rolos na produção de um vaso cerâmico, durante um workshop de Arqueologia Experimental no Centro de Interpretação de Monsanto, promovido pelo Centro de Arqueologia de Lisboa (2022).*



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AINSWORTH, M. W. (2005). From connoisseurship to Technical Art History: The Evolution of the Interdisciplinary Study of Art. *The Getty Conservation Institute Newsletter*. 20: 1, 4-10.

ALEJOS, A.; MARTÍN, A.; QUINTERO, P.; DÍAZ, A.; CANTÓN, A. (2021). The ceramic productions of Puente de Santa Bárbara: a Bell Beaker metallurgical centre in the Almanzora Basin (Huércal-Overa, Almería, SE Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*. 13: 82.

AMARO, G. (2004/2005). Interpretação das facas ovóides (foicinhas) através do estudo dos exemplares de Vila Nova de São Pedro. *Arqueologia e História*, 56/57, 63-80.

AMARO, G. (2010). *La cerâmica com decoração acanalada y bruñida en el contexto pre-campaniforme del Calcolítico de la Extremadura portuguesa: Nuevos aportes a la comprensión del proceso de producción de cerâmicas em la Prehistoria Reciente de Portugal*. Universidad Autonoma de Madrid, Madrid.

AMARO, G. (2011). Continuidade e Evolução nas Cerâmicas Calcolíticas da Extremadura: Um Estudo Arqueométrico das Cerâmicas do Zambujal. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 18, 201-233.

AMARO, G. C.; ANUNCIAÇÃO, C. (2013). Tentativa de Compreensão da Cadeia Operatória de Produção de Cerâmicas Campaniformes Através de Métodos Experimentais: exemplo baseado no estudo das peças do povoado calcolítico do Zambujal e da necrópole da Cova da Moura (Torres Vedras, Portugal). *Al-Madan*. Série II: 17, 59-68.

ANGELUCCI, D. E. (2006). O Penedo do Lexim: aspectos geológicos e geomorfológicos. *Boletim Cultural*. Mafra. 5, 465-475.

ARAÚJO, M. F.; CONCEIÇÃO, A.; BARBOSA, T.; LOPES, M. T.; HUMANES, M. (2003). Elemental composition of marine sponges from the Berlengas natural park, western Portuguese coast. *X-Ray Spectrometry*. 32, 428-433.

ARAÚJO, M. F. D., VALÉRIO, P., JOUANNEAU, J. M. (1998). Heavy metal assessment in Sediments of the Ave River Basin (Portugal) by EDXRF. *X-Ray Spectrometry*, 27, 305-312.

ARNAUD, J. M. (1977). Escavações do Penedo do Lexim (Mafra)/ 1975: Notícia preliminar, *O Arqueólogo Português*. 3ª Série: 7-9, 398-406.

ARNAUD, J. M.; FERNANDES, C., eds. (2005). *Construindo a Memória: As Coleções do Museu Arqueológico do Carmo*. Lisboa. Associação dos Arqueólogos Portugueses.

ARNAUD, J. M.; GAMITO, T. (1972). O povoado fortificado neo e eneolítico da Serra das Baútas (Carenque-Belas). *O Arqueólogo Português*. 3ª Série: 6, 119-162.

ARNAUD, J. M.; GONCALVES, J. L., (1990). A fortificação pré-histórica de Vila Nova de São Pedro (Azambuja): Balanço de meio século de investigações. 1ª parte. *Revista de Arqueologia da Assembleia Distrital de Lisboa*. 1, 25-48.

ARNAUD, J. M.; GONCALVES, J. L. (1995). A fortificação pré-histórica de Vila Nova de São Pedro (Azambuja): Balanço de meio século de investigações. 2ª parte. *Revista de Arqueologia da Assembleia Distrital de Lisboa*. 2, 11-40.

ARNAUD, J. M.; OLIVEIRA, V.; OLIVEIRA, J. (1971). O povoado fortificado neo e eneolítico do Penedo do Lexim (Mafra): campanha preliminar de escavações - 1970. *O Arqueólogo Português*. 3ª Série: 5, 97-132.

ARNOLD, D. E. (1985). *Ceramics, Theory and Cultural Process: New Studies in Archaeology*. Cambridge, Cambridge University Press.

ARNOLD, D. E. (2005). Linking Society with the Compositional Analysis of Pottery: a model from comparative ethnography. In GHEORGHIU, D. (ed.). *Ceramic Studies*. Oxford, British Archaeological Reports (BAR International Series). 1349, 15-21.

BALFET, H.; FAUVET-BERTHELOT, M. F.; MONZON, S. (1983). *Pour la Normalisation de la Description des Poteries*. Paris. CNRS.

BARCLAY, K. (2001). *Scientific Analysis of Archaeological Ceramics: A Handbook of Resources*. Oxford. Oxbow Books.

BLANCE, B. (1959). Cerâmica estriada. *Revista Guimarães*. 69. Barcelos. Publicações da Sociedade Martins Sarmento, 459-464.

BRILHA, J. B. R.; SEQUEIRA, BRAGA, M.; PROUST, D.; DUDOIGNON, P. (1998). A disjunção colunar na chaminé vulcânica de Penedo de Lexim (Complexo Vulcânico de Lisboa): morfologia e génese. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*. 84(1), 164-167.

BRITO, R. S. (1992). Introdução Geográfica. *História de Portugal, vol.1 (Antes de Portugal)*. Dir. José Mattoso. Lisboa. Círculo de Leitores, 19-78.

BRONK, H.; RÖHRS, S.; BJEUMIKHOV, A.; LANGHOFF, N.; SCHMALZ, J.; WEDELLI, R.; GORNY, H.; HEROLD, A.; WALDSCHLÄGER, U. (2001). ArtTAX - A new mobile spectrometer for energy-dispersive micro X-ray fluorescence spectrometry on art and archaeological objects. *Fresenius J. Anal. Chem.* 371, 307-316.

BUBNER, M. P. (1979). Cerâmica de Importação na Estremadura Portuguesa. *Ethnos*. 8. Lisboa, 31-85.

BUYS, S.; OAKLEY, V. (1993). *Conservation and Restoration of Ceramics*. Oxford. Butterworth-Heinemann.

CABRAL, J. M. P. (1981). Determinação da Proveniência de Cerâmicas. *Arqueologia*. 4, 74-75.

CABRAL, J. M. P. (1991). Arqueometria. *Revista Colóquio/Ciências*, Ano 3: 7, 58-79.

CABRAL, J. P.; GOUVEIA, M. A. (1979). The application of neutron activation analysis and numerical taxonomic methods to the study of ancient fine grey pottery. *Portugal Physics*. 10: 1-2, 101-16.

CABRAL, J. P.; PRUDÊNCIO, M. I.; GOUVEIA, M. A.; ARNAUD, J. M. (1988). Chemical and mineralogical characterization of pre-Beaker and Beaker pottery from Ferreira do Alentejo (Beja, Portugal). In FARQUHAR, R.; HANCOCK, R.; PAVLISH, L. (eds.) *Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium*. Archaeometry Laboratory. University of Toronto, 172-178.

CALADO, M. (2001). Da Serra d'Ossa ao Guadiana: Um estudo de pré-história regional. *Trabalhos de Arqueologia*. 19. Lisboa. Instituto Português de Arqueologia.

CALVO TRIAS, M. A.; FORNÉS BISQUERRA, J.; GARCIA ROSSELLÓ, J. M.; GUERRERO AYUSO, V. M.; JUNCOSA VECCHIERINI, E.; QUINTANA ABRAHAM, C.; SALVÀ SIMONET, B. (2004). *La Cerámica Prehistórica a Mano: una propuesta para su estudio*. Palma de Mallorca. El Tall.

CALVO, M. T.; GARCIA, J. B. (2006). Análisis de las Evidencias Macroscópicas de Cocción en la Cerámica Prehistórica: una propuesta para su estudio. MAYURQA. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears. 31, 83-112

CAPEL, J. M.; CALVO-FLORES, R. D.; PÁRRAGA J.; GUARDIOLA, J. L. (1995). Identificación de técnicas de manufactura y funcionalidad de vasijas cerámicas en estudios de lámina delgada. *Complutum*. 6, 311-318.

CARDOSO, J. L. (2002). *Pré-História de Portugal*. Editorial Verbo, 247-324.

CARDOSO, J. L. (2004). A Baixa Estremadura nos Finais do IV Milénio A.C. até à Chegada dos Romanos: Um Ensaio de História Regional. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 12, 9-276.

CARDOSO, J. L. (2006). As cerâmicas decoradas pré-campaniformes do povoado pré-histórico de Leceia - suas características e distribuição estratigráfica. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 14, 9-276.

CARDOSO, J. L. (2014). A presença Campaniforme no Território Português. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 21, 295-348.

CARDOSO, J. L. (2019). *Os mais antigos vasos marítimos e sua difusão a partir do estuário do Tejo (Portugal) / The oldest maritime vessels and their diffusion from the estuary of the Tagus (Portugal)*. Oeiras.

CARDOSO, J. L.; SOARES, J.; SILVA, C. T. d.; (1984/85). O Povoado Calcolítico de Leceia (Oeiras). 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> Campanhas de Escavação (1982 e 1983). *Clio/Arqueologia: Revista da UNIARCH*. 1, 41-68.

CARDOSO, J. L.; SOARES, A. M. M. (1990-1992). Cronologia absoluta para o campaniforme da Estremadura e o Sudoeste de Portugal. *O Arqueólogo Português*. 4<sup>a</sup> Série: 8-10, 203-228.

CARDOSO, J. L.; SOARES, A. M. M. (1996). Contribution d'une série de datations C14 provenant du site de Leceia, (Oeiras, Portugal) à la chronologie absolue du néolithique et du calcolithique de l'Estremadura portugaise. *Actes du colloque de Périgueux (supplément de la Revue d'Archeométrie)*, 45-50.

CARIATI, F.; BRUNI, S. (2000). Raman Spectroscopy. In CILIBERTO, E.; SPOTO, G. (eds.) *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*.

CARVALHO, F.; SOUSA, P.; LEAL, N.; SIMÃO, J.; KAVOULAKI, E.; LIMA, M. M.; DA SILVA, T. P.; ÁGUAS, H.; PADELETTI, G.; VEIGA, J. P. (2022) Mortars from the Palace of Knossos in Crete, Greece: A Multi-Analytical Approach. *Minerals*. 12: 1, 30.

CLOP, X. (2007). *Materia Prima, Cerámica y Sociedad. La gestión de los recursos minerales para manufacturar cerámicas del 3100 al 1500 en el noroeste de la Península Ibérica*, *British Archaeological Reports Internacional Series 1660*. Oxford. Archaeopress.

CLOP, X.; ESTRADA, M. R.; SALANOVA, L. (2015). Raw material management in the first pottery production of the Mediterranean basin: a developing project. *The Old Potter's Almanack*. 19 (1), 26-31.

CORDERO, T. R.; GARCÍA, L. S.; HURTADO, V. P.; RAMIREZ, J. M.; POLVORINOS, A.; TAYLOR, R. (2006). La arqueometría de materiales cerámicos: una evaluación de la experiencia andaluza. *Trabajos de Prehistoria*. Madrid. 63 (1), 9-35.

CONVERTINI, F.; CARDOSO, J. L. (2022). Les poteries campaniformes de la fortification chalcolithique de Leceia (Oeiras, Portugal): étude pétrographique, analyse des provenances et degreissants. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 30.

CORREIA, S. H. (1980). Povoados calcolíticos da Estremadura Portuguesa. Tentativa de abordagem económica. *Arqueologia*. Porto. 2, 24-39.

CRUZ, M. D.; CORREIA, V. H. (2007). Normas de Inventário—Cerâmica Utilitária. *Arqueologia*. 1. Portugal. Instituto dos Museus e da Conservação.

CRUZ, P. B. (1906). As grutas de Palmela. *Boletim Sociedade Arqueológica Santos Rocha*. 1, 87-98.

CULLITY, B. D. (1978). *Elements of X-ray diffraction*. Reading USA. Addison-Wesley Publishing Co. Inc.

DAVEAU, S. (1980). Espaço e tempo – Evolução do ambiente geográfico de Portugal ao longo dos tempos pré-históricos. *Revista do centro de história da Universidade de Lisboa*. 2, 13-37.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I. (2007). Neutron Activation Analysis of Archaeological materials: an overview of the ITN NAA Laboratory, Portugal. *Archaeometry*. 49: 2, 383-393.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I.; GONÇALVES, M. A.; SEQUEIRA, M. A.; GOUVEIA, M. A. (2000a). Geochemical and mineralogical diversity of clay materials in Fornos de Algodres region (central Portugal) and its implications on provenance studies of ancient ceramics. *Proceedings of the 1st Latin American Clay Conference, Funchal 2000*. 237-244.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I.; MORAIS, R.; GOUVEIA, M. A. (2001). Caracterização química de cerâmicas de Bracara Augusta - produções locais e importações da Bética. In Roldán, C. (ed.). *Actas do IV Congresso Nacional de Arqueometria*. Valência, 114-119.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I.; PRATES, S.; GOUVEIA, M. A.; VALERA, A. C. (2000b). Tecnologias de produção e proveniência de matéria-prima das cerâmicas campaniformes da Fraga da Pena (Fornos de Algodres - Portugal). *Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular*. 4, 253-268.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I.; VALERA, A. C. (2017). Provenance and circulation of Bell Beakers from Western European societies of the 3rd millennium BC: The contribution of clays and pottery analyses. *Applied Clay Science*. 146, 334-342.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I.; VALERA, A.; LAGO, M.; GOUVEIA, M. (2005). Composition, technology and functional features of Chalcolithic pottery from Perdigões, Reguengos de Monsaraz (Portugal). *Geoarchaeological and bioarchaeological studies*. 3. Amsterdam, 161-164.

DIAS, M. I.; PRUDÊNCIO, M. I.; VALERA, A. C.; SEQUEIRA, M. A.; GOUVEIA, M. A. (2002). Provenance and technology of pre-historic pottery from Fornos de Algodres (Portugal): the Fraga da Pena archaeological site. In KILIKOGLU, V.; HEIN, A.; MANNIATIS, Y. (eds.) *Modern trends in scientific studies on ancient ceramics*. Oxford. BAR International Series 1011, 253-264.

DIAS, M. I.; VALERA, A. C.; LAGO, M.; PRUDÊNCIO, M. I. (2007). Proveniência e tecnologia de produção de cerâmicas nos Perdigões. *Vipasca*. 2ª Série: 2, 117-121.

DIAS, M. I.; VALERA, A. C.; PRUDÊNCIO, M. I. (2005). Pottery production technology through out the 3rd Millennium B.C. on a local settlement network in Fornos de Algodres, central Portugal. In PRUDÊNCIO, M. I.; DIAS, M. I.; WAERENBORGH, J. (eds.). *Understanding people*

*through their pottery. EMAC'03. Série Monográfica Trabalhos de Arqueologia: 42. Lisboa. Instituto Português de Arqueologia (IPA), 41–50.*

DINIZ, M.; MARTINS, A.; NEVES, C.; ARNAUD, J. M. (2017). Vila Nova de São Pedro (Azambuja, Portugal), no 3º Milénio, um sítio Calcolítico no ocidente Peninsular: contributos para um debate. *Arqueologia em Portugal: 2017 - Estado da Questão*. Lisboa, Associação dos Arqueólogos Portugueses.

DOBRES, M. (2000). *Technology and social agency*. Oxford, Blackwell Publishers Ltd.

EIROA, J. J.; BACHILLER-GIL, J. A.; CASTRO-PÉREZ, L. P.; LOMBA-MAURANDI, J. (1999). *Nociones de Tecnología y Tipología en Prehistoria*. Barcelona. Ariel.

ENCARNAÇÃO, G. (2010). As Cerâmicas Carenadas Do Povoado Da Espargueira (Serra Das Éguas, Amadora). Um Contributo Para O Seu Estudo. Tese de Mestrado. História (Pré-História). Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras.

ENCARNAÇÃO, G.; COSTA, J. (2008). *Intervenção arqueológica no Povoado das Baútas (Amadora)*. Amadora: Câmara Municipal da Amadora, 2008. Relatório policopiado entregue ao Instituto Português de Arqueologia.

FABBRI, B.; GUALTIERI, S.; SHOVAL, S. (2014). The Presence of Calcite in Archeological Ceramics, *Journal of the European Ceramics Society*. 34, 1899-1911.

FERNÁNDEZ-RUIZ, R. & GARCIA-HERAS, M. (2007). Study of archaeological ceramics by total-reflection X-ray fluorescent spectrometry: Semi-quantitative approach, *Spectrochimica Acta*. 62, 1123-1129.

FERREIRA, S. D. (2001). *Os Copos no Povoado Calcolítico de Vila Nova de S. Pedro*. Trabalho apresentado no âmbito do Estágio Prático e Relatório Final do Curso de História, variante de Arqueologia. Lisboa: UNL, texto policopiado.

FERREIRA, S. D. (2003). Os Copos no Povoado Calcolítico de Vila Nova de São Pedro. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. 6, 2. Lisboa, Instituto Português de Arqueologia, 181-228.

FERREIRA, O. da Veiga; NORTH, C.; LEITÃO, M. (1973). O povoado pré-histórico da serra de Espargueira (Belas). *Actas das 2ªs Jornadas Arqueológicas*. 1. Associação dos Arqueólogos Portugueses, 143-157.

FIGUEIREDO, E.; FONTE, J.; LIMA A.; VEIGA, J. P.; SILVA, R. J. C.; MIRÃO, J. (2018). Ancient tin production: Slags from the Iron Age Carvalhelhos hillfort (NW Iberian Peninsula). *Journal of Archaeological Science*. 93, 1-16.

GARCIA-HERAS, M., (1997). Estudio bibliométrico de los trabajos de caracterización sobre materiales cerâmicos arqueológicos en España: una valoración. *Revista d'Arqueologia de Ponent*. 7, Universitat de Lleida, 129-152.

GARCÍA-HERAS, M.; BLACKMAN, M. J.; FERNÁNDEZ-RUIZ, R.; BISHOP, R. L. (2001). Assessing ceramic compositional data: a comparison of total reflection x-ray fluorescence and instrumental neutron activation analysis on late iron age spanish celtiberian ceramics. *Archaeometry*. 43, 3. Oxford, 325-347.

GIBSON, A.; WOODS, A. (1997). *Prehistoric Pottery for the Archaeologists*. 2nd edition. Leicester: Leicester University Press  
GONÇALVES, V. (1995). *Sítios, "Horizontes" e Artefactos. Leituras críticas de realidades perdidas*. Cascais: Câmara Municipal de Cascais.

GOMES, J. A. (2007). O Penedo do Lexim : uma leitura paleoambiental. *Boletim Cultural*. Mafra. Tít. de capa: Boletim Cultural' 06. 360-392.

GONÇALVES, V. S. (1971). O Castro da Rotura e o vaso Campaniforme. Setúbal: Junta Distrital, 196.

GONÇALVES, V. S. (ed). (1993). *O castelo de Vila Nova de São Pedro*. História de Portugal. Lisboa, Ediclube. 1, 230-232.

GONÇALVES, V. S. (1995). *Sítios, "Horizontes" e Artefactos. Leituras críticas de realidades perdidas*. Cascais: Câmara Municipal de Cascais.

GONÇALVES, V. S. (2017). Sinos, Taças E Coisas Assim, Junto Ao Oceano E Mais Longe - Algumas Reflexões Sobre A Presença Campaniforme Em Portugal. *Estudos e memórias*. 10, 6-27.

GOSSELAIN, O. P. (2008). Thoughts and adjustments in the potter's backyard. *Breaking the Mould: Challenging the Past through Pottery*. 67-79.

GRÄSLUND, B. (1987). *The birth of prehistoric chronology: Dating methods and dating systems in nineteenth-century Scandinavian archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

HARRISON, R. J. (1977). *The Bell Beaker Cultures of Spain and Portugal*. American School of Prehistoric Research. Harvard University. Cambridge. Massachusetts.

HARRISON, R. J. (1980). *The Beaker Folk - Copper Age Archaeology in Western Europe*. London: Thames and Hudson.

INÁCIO, N. (2017) Potes para os mortos: Ritual funerário e tecnologia cerâmica em contexto megalítico. *Arqueologia em Portugal: 2017 - Estado da Questão*. Lisboa, Associação dos Arqueólogos Portugueses.

JALHAY, E.; PAÇO, A. (1942). A povoação eneolítica de Vila Nova de São Pedro - Notas sobre a 3ª, 4ª e 5ª campanhas de escavações 1939, 1940 e 1941. *Brotéria*. 34: 6, 635-663.

JALHAY, E.; PAÇO, A. (1971). El castro de Vilanova de San Pedro (1945). *Trabalhos de Arqueologia de Afonso do Paço*. Associação dos Arqueólogos Portugueses. 2, 183-265.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. (1982). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. United States of America, 767.

JORGE, S. O. (1994). Colónias, fortificações, lugares monumentalizados: trajetória das concepções sobre um tema do Calcolítico Peninsular. *Revista da Faculdade de Letras*. Porto. S.2:15 (1994) 447-545.

KLINDT-JENSEN, O. (1975). *A history of Scandinavian archaeology*. London: Thames & Hudson

KORFMANN, M. (1995). Cerâmica com decoração brunida da região de Tróia e a sua cronologia, assim como factores inovadores em relação a alguns outros fenómenos que provêm provavelmente das regiões a Leste do Mar Mediterrâneo. *Trabalhos de Arqueologia 7: Origens, Estruturas e Relações das Culturas Calcolíticas da Península Ibérica. Actas das I Jornadas Arqueológicas de Torres Vedras. 3-5 Abril 1987*. Lisboa. IPPAR, 345-354.

KUNST, M. (1987). *Zambujal: Glockenbecher und kerbblattverzierte Keramik aus den Grabungen 1964 bis 1973*. Mainz am Rhein, Ger.: P. von Zabern

KUNST, M. (1996). As Cerâmicas decoradas do Zambujal e o faseamento do Calcolítico da Estremadura Portuguesa. *Estudos Arqueológicos*. 6. Oeiras, 257-287.

KUNST, M. (2010). Zambujal: A dinâmica da sequência construtiva. In GONÇALVES, V. S.; SOUSA, A. C. (eds.). *Transformação e Mudança no Centro e Sul de Portugal: o 4.º e o 3.º milénio a.n.e.*. Cascais, Câmara Municipal (Cascais Tempos Antigos, 2), 123-145.

LAFUENTE, B.; DOWNS, R. T.; YANG, H.; STONE, N. (2015). The power of databases: the RRUFF project. In ARMBRUSTER, T.; DANISI, R. (eds.). *Highlights in Mineralogical Crystallography*. Berlin, Germany. W. De Gruyter, 1-30.

LEITÃO, M.; NORTH, C. T.; FERREIRA, O. da Veiga (1973). O povoado pré-histórico da Serra da Espargueira (Belas). *Actas das II Jornadas Arqueológicas*. Associação dos Arqueólogos Portugueses. Lisboa, 143-157.

LEMONNIER, P. (1993). Introduction: Technological choices. Transformation in material cultures since the Neolithic. In LEMONNIER, P. (ed.). *Technological choices. Transformation in material cultures since the Neolithic*. Londres, Routledge.

LILLOS, K. T. (2000). Un enfoque biográfico para la Etnogeología de la Prehistoria Final en Portugal. *Trabajos de Prehistoria*. 57: 1, 19-28.

LILLOS, K. T. (2020). *Mobility and Alterity in Iberian Late Prehistoric Archaeology: Current Research on the Neolithic–Early Bronze Age (6000–1500 BCE)*.

LISBOA, J. V. V. (2014) Argilas comuns em Portugal Continental: ocorrência e características. Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia. Lisboa. 135-164.

LITTLE, G. M. (1990). The Technology of pottery production in Northwestern Portugal during the Iron Age. *Cadernos de Arqueologia: Monografias*. Braga.

MAITRE, R. W. (1976). The chemical variability of some common igneous rocks. (*J. Petrol.*) 17, 589–637

MANUPPELLA, G.; FERREIRA, A. B.; DINIS, J. CALLAPEZ, P.; PAIS, J; REBÊLO, L.; CABRAL, J.; MONIZ, C.; BAPTISTA, R.; HENRIQUES, P.; FALÉ, P.; LOURENÇO, C.; SAMPAIO, J.; MIDÕES, C.; ZBYSZEWSKI, G.; MONIZ, C.; RIBEIRO, M. L. (2011). *Carta Geológica de Portugal: Notícia Explicativa da folha 34-B (Loures)*. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia.

MARX, K. (1990). *O Capital - Crítica da Economia Política*. Edições Progresso – Editorial Avante, Lisboa.

MILLÁN, A.; ARRIBAS, J. (1994). La cerâmica - estudio tecnologico. In BLASCO, M<sup>a</sup> C. (ed.). *El horizonte campaniforme de la region de Madrid en el centenario de Ciempozuelos*. Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Prehistoria y Arqueología, 117–126.

MIRANDA, J. A.; ENCARNAÇÃO, G.; VIEGAS, J. C.; ROCHA, E.; GONZALEZ, A. (1999). *Carta Arqueológica da Amadora: Do Paleolítico ao Romano*. Amadora. Museu Municipal de Arqueologia, Câmara Municipal da Amadora.

MIRTI, P. (1998). On the use of Colour Coordinates to Evaluate Firing Temperatures of Ancient Pottery. *Archaeometry*. 40: 1, 45-57.

MOLERA, J.; PRADELL, T.; VENDRELL-SAZ, M. (1998). The Colour of Ca-rich Ceramic Pastes: Origin and Characterization. *Applied Clay Science*. 13, 187-202.

MONTERO-RUIZ, I.; GARCIA-HERAS, M.; LÓPEZ-ROMERO, E. (2007). Arqueometría: cambios y tendencia actuales. *Trabajos de Prehistoria*. 64: 1, 23-40.

MÜLLER, R.; SOARES, A. M. M. (2008). Traces of Early Copper Production at the Chalcolithic Fortification of Vila Nova de São Pedro (Azambuja, Portugal). *Madrider Mitteilungen*. 48, 94-114.

MÜLLER, N. S.; KILIKOGLU, V.; DAY, P. M.; VEKINIS, G. (2010) The influence of temper shape on the mechanical properties of archaeological ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*. 30: 12, 2457-2465.

NETO, N. (2004). A cerâmica decorada Neolítica e Calcolítica do Povoado das Baútas (Amadora). *Património em Reserva*, 1. Associação de Arqueologia da Amadora.

NORTON, F. (1974). *Elements of ceramics, Addison-Wesley series in metallurgy and materials, 2nd edition*.

ODRIOZOLA, C. P.; HURTADO, V; DOCE, E. G.; CRUZ-AUÑÓN, R.; CASTRO, G. D. (2012). Los rellenos de pasta blanca en cerámicas campaniformes y su utilización en la definición de límites sociales. *Estudios Arqueológicos de Oeiras*. 19, 143-154.

OLALDE, I.; MALLICK, S.; PATTERSON, N.; ROHLAND, N.; VILLALBA-MOUÇO, V; SILVA, M.; DULIAS, K.; EDWARDS, C. J.; GANDINI, F.; REICH, D. (2019). The genomic history of the Iberian Peninsula over the past 8000 years. *Science*. 363: 6432, 1230–1234.

Ouahabi, M.; DOAUDI, L.; FAGEL, N. (2015). Modified Mineral Phases During Clay Ceramic Firing. *Clays and Clay Minerals*. 63 (5), 404–413.

PAÇO, A. (1942). *Uma vasilha de barro de grandes dimensões do "castro" de Vila Nova de S. Pedro. Congresso do Mundo Português: Memórias e Comunicações apresentadas ao Congresso da Pré e Proto-História de Portugal (I Congresso)*. Lisboa: Comissão Executiva dos Centenários. 1, 132-143.

PAÇO, A. (1954). Castro de Vila de S. Pedro: VI – Campanhas arqueológicas de 1943 a 1959 (n.º 7 a n.º 14). *Arqueologia e História*. Série VIII: 3, 31-80.

PAÇO, A. (1957) – Castro de Vila Nova de S. Pedro: IX - Forno de cozer cerâmica. *Revista de Guimarães*. 67: 1-2, 83-84.

PAÇO, A. (1960). Castro de Vila Nova de S. Pedro. *Zephyrus*. 11: 1-2, 105-117.

PAÇO, A.; SANGMEISTER, E. (1956a). Castro de Vila Nova de S. Pedro: VIII – Campanha de escavações 1955 (19ª). *Arqueologia e História*. Série VIII: 7, 93-114.

PAÇO, A.; SANGMEISTER, E. (1956b). Vila Nova de S. Pedro – eine befestigte Siedlung der Kupferzeit in Portugal. *Germania*. 34, 211-230.

PAIS, J.; MONIZ, C.; CABRAL, J.; CARDOSO, J. L.; LEGOINHA, P.; MACHADO, S.; MORAIS, M. A.; LOURENÇO, C.; RIBEIRO, M. L.; HENRIQUES, P.; FALÉ, P. (2006). *Carta Geológica de Portugal: Notícia Explicativa da folha 34-D (Lisboa)*. Lisboa, Departamento de Geologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

PEARCE, M. (2019). The "Copper Age": A History of the Concept. *Journal of World Prehistory*. 32, 229–250.

PEREIRA, F.; SILVA, R. J. C.; SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F. (2013). The role of arsenic in Chalcolithic copper artefacts e insights from Vila Nova de São Pedro (Portugal). *Journal of Archaeological Science*. 40, 2045-2056.

PRUDÊNCIO, M. I.; DIAS, M. I.; RAPOSO, J. M. C.; GOUVEIA, M.; FABIÃO, C.; GUERRA, A.; BUGALHÃO, J.; DUARTE, L.; SABROSA, A. (2003). Chemical characterisation of amphorae from the Tagus and Sado estuaries production centres (Portugal). in DI PIERRO, S.; SERNEELS, V.; MAGGETTI, M. (eds.). *Ceramic in the society: Proceedings of the 6th International Meeting on Ancient Ceramics*, Fribourg, Switzerland, 3–6 October 2001. Department of Geosciences, Mineralogy and Petrography, University of Fribourg, 245-253.

PRUDÊNCIO, M. I.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, M. F.; GOUVEIA, M. A.; DIAS, M. I.; WAERENBORGH, J. C.; ALVES, L. C. (1999). Ciências aplicadas à arqueologia: Trabalho desenvolvido no Instituto Tecnológico Nuclear. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. 5. Lisboa Colibri, 1-7.

R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAMALHO, M.; PAIS, J.; RAY, J.; BERTHOU, P. Y.; ALVES, C. A. M.; PALÁCIOS, T.; LEAL, N.; KULLBERG, M. C. (1993). *Carta Geológica de Portugal: Notícia Explicativa da folha 34-A (Sintra)*. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal.

RAMALHO, M. M.; RAY, J.; ZBYSZEWSKI, G.; ALVES, C. A.; PALÁCIOS, T.; ALMEIDA, F. M. d.; COSTA, C.; KULLBERG, M. (2001). *Carta Geológica de Portugal: Notícia Explicativa da folha 34-C (Cascais)*. Lisboa, Departamento de Geologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

REBELO, P. M. A. (2012). *A indústria em pedra lascada no povoado calcolítico de Vila Nova de São Pedro – Azambuja*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Teoria e Métodos da Arqueologia pela Universidade do Algarve (policopiado).

RIBEIRO, M. (2013). *O Povoado Calcolítico fortificado de Vila Nova de São Pedro (Azambuja) – Historiografia das escavações realizadas. Contributo para a sua salvaguarda*. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Estudos do Património, Universidade Aberta, Lisboa (policopiado).

RIBEIRO, O. (1995). *Opúsculos Geográficos VI: Estudos Regionais*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

RICE, P. M. (1987). *Pottery Analysis: A sourcebook*. The University of Chicago Press, Chicago/London.

RIEDERER, J. (2004). Thin Section Microscopy Applied to the Study of Archaeological Ceramics. *Hyperfine Interactions*, 143-158.

RINGDALEN, E. (2015) Changes in Quartz During Heating and the Possible Effects on Si Production. *JOM*. 67: 2.

ROBERTS, A. (2011). *Evolution: The Human Story*. Dorling Kindersley, London.

SALANOVA, L. (2000) Mécanismes de difusão des vases campaniformes, Les liens franco-portugais. *Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular*. 4. Porto ADECAP, 399-409.

SALANOVA, L. (2002) Fabrication et circulation des ceramiques campaniformes: Matériaus, production, circulation du Néolithique à l'Âge du Bronze. *Séminaire du Collège de France dir., Jean Guillaime*. Editions Errance, 151-168.

SALANOVA, L.; SHERIDAN, A. (2013). When the Potter Make the Story. *The European Archaeologist*. 40, 80-82.

SALVADO, M. C. (2004). Apontamentos sobre a utilização do osso no Neolítico e Calcolítico da península de Lisboa. *O Arqueólogo Português: As colecções do Museu Nacional de Arqueologia*. Lisboa, 2. Museu Nacional de Arqueologia.

SANGMEISTER, E. (1957). Ein geschlossener Glockenbecherfund im Museum Cordova (Ein Beitrag zur Untersuchung der ausserspanischen Bezielungen der Glockenbecherkultur). *Zephyrus*. 8, 257–67.

SANGMEISTER, E. (1963). La civilisation du vase campaniforme. In *Les civilisations atlantiques du néolithique à l'Age du Fer. Actes du Premier Colloque Atlantique (Brest, 1961)*. Rennes, France: Lab. Anthropol. Prehist, 25–56.

SANGMEISTER, E. (1964). Die Datierung des Rückstroms der Glockenbecher und ihre Auswirkung auf die Chronologie der Kupferzeit in Portugal. In *Palaehistoria*. In VAN DERWAALS, J. (ed.) *Neolithic Studies in Atlantic Europe. Proceedings of the Second Atlantic Colloquium. Groningen, 6–11 April 1964*. Groningen, Netherlands. J.B.Wolters, 395–407.

SANGMEISTER, E. (1976). *Das Verhältnis der Glockenbecherkultur zu den einheimischen Kulturen der iberischen Halbinsel*. In LANTING, J.; VAN DERWAALS, J. (eds.). *Glockenbecher Symposion (Oberried, 1974)*. Bussum/Haarlem, Netherlands. Fibula-van Dishoeck, 424–38.

SANGMEISTER, E.; SCHUBART, H. (1981). Zambujal, die Grabungen 1964 bis 1973. Mainz amRhein, Ger.: P. von Zabern Scarre C. 2018. Megalithic people, megalithic missionaries: the history of an idea. *Estudos. Arqueológicos de Oeiras*. 24, 161-74.

SANTOS, P. S. (1989). *Ciência e tecnologia de argilas (2ª edição)*, 1. São Paulo: Edgard Blücher, 408-91.

SAVORY, H. (1970). A section through the innermost rampart of the chalcolithic castro of Vila Nova de S. Pedro, Santarém (1959). *Actas das I Jornadas Arqueológicas. 1*. Lisboa, Associação dos Arqueólogos Portugueses, 133-148.

SAVORY, H. (1983-84). Um corte através da fortificação interior do castro calcolítico de Vila Nova de S. Pedro. *Clio Arqueologia*. 1-2, 19-29.

SCHUBART, H. N.; FERREIRA, O. da Veiga; MONTEIRO, J. A. (1969). A fortificação eneolítica da Columbeira – Bombarral. *O Arqueólogo Português. Série III: III*. Direção-Geral do Património Cultural, Lisboa, Museu Nacional de Arqueologia, 20-32.

SCHUBART, H. N.; SANGMEISTER, E.; TRINDADE, L. (1966). *Escavações no Castro eneolítico do Zambujal (Torres Vedras, Portugal)*. Torres Vedras, Câmara Municipal de Torres Vedras.

SERRÃO, E. C. (1979). Sobre a periodização do Neolítico e Calcolítico do território português. *Actas da 1 Mesa redonda sobre o Neolítico e o Calcolítico em Portugal*. Porto, GEAP, 125-140.

SHEPARD, A. (1956). *Ceramics for the Archaeologist*. Carnegie Institution of Washington. Braun-Brumfield. Washington D.C..

SILVA, C. T.; SOARES, J. (1976-77). Contribuição para o conhecimento dos povoados Calcolíticos do Baixo Alentejo e Algarve. *Setúbal Arqueológica*. 1-2. Setúbal, Junta Distrital de Setúbal. 179-272.

SILVA, F. A.; APPOLINI, C. R.; QUIÑONES, F. R. E.; SANTOS, A. O.; SILVA, L. M.; BARBIERI, P. F.; FILHO, V. F. N. (2004). Arqueometria e a Análise de Artefactos Cerâmicos - Um Estudo de Fragmentos Cerâmicos Etnográficos e Arqueológicos por Fluorescência de Raios-X (EDXRF) e Transmissão Gama. *Revista de Arqueologia*. 17, 41-61.

SOARES, A. M. M. (2005). A metalurgia de Vila Nova de São Pedro - Algumas reflexões. In ARNAUD, J. M.; FERNANDES, C. (eds.). *Construindo a memória. As coleções do Museu Arqueológico do Carmo*. Lisboa. Associação dos Arqueólogos Portugueses, 179-188.

SOARES A. M. M.; CARDOSO, J. L. (1995). Cronologia absoluta para as ocupações do Neolítico Final e do Calcolítico Inicial do povoado pré-histórico de Leceia. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. 5, 263-276.

SOARES, A. M. M.; ARAÚJO, M. F.; ALVES, L.; FERRAZ, M. T. (1996). Vestígios Metalúrgicos em contextos do Calcolítico e da Idade do Bronze no Sul de Portugal. *Miscellanea em Homenagem ao Professor Bairrão Oleiro*. Edições Colibri, 553-580.

SOARES, J.; SILVA, C. T. (1994/1997). O Grupo de Palmela no quadro da cerâmica campaniforme em Portugal. *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série III. 7(9), 102-112.

SOUSA, A. C. (1998). O Neolítico final e o Calcolítico na área da Ribeira de Cheleiros. *Trabalhos de Arqueologia* 11. Lisboa, Instituto Português de Arqueologia, 275.

SOUSA, A. C. (2002). No sopé do Penedo do Lexim: contextos e limites do povoado pré-histórico. *Boletim Cultural da Câmara Municipal de Mafra*. Mafra, 205-229. BA: 0133.

SOUSA, A. C. (2003). Natureza e transformação: o Penedo do Lexim e outros casos do Calcolítico estremenho. *Recintos Murados da Pré-história Recente*. Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto. BA: CONG/8520.

SOUSA, A. C. (2006). O povoado pré-histórico do Penedo do Lexim: percursos de investigação de uma exposição monográfica. *Boletim Cultural*. Mafra. 395-438.

SOUSA, A. C. (2010). *O Penedo do Lexim e a Sequência do Neolítico Final e Calcolítico da Península de Lisboa*. Tese de doutoramento. História (Pré-História). Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras.

SPINDLER, K. (1976). Die neolithische Parede-Gruppe in Mittel Portugal. *Madridrer Mitteilungen*. 17, 21-75.

STEARNS, P. N. (2001). History and Prehistory. *The Encyclopedia of world history* 6<sup>a</sup> ed. Houghton Mifflin.

SUGUIO, K. (2003). *Geologia sedimentar*. Editora Edgar Blücher.

THÉR, R. (2016) Identification of Pottery-Forming Techniques using Quantitative Analysis of the Orientation of Inclusions and Voids in Thin Sections. *Archaeometry*. 58 (2), 222-238.

TITE, M. S. (1999). Pottery Production, Distribution and Consumption: The Contribution of the Physical Sciences. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 6, 181-233.

TRINDADE, M. I. (2007). *Geoquímica e Mineralogia de argilas da Bacia Algarvia: Transformações Térmicas*. Tese de doutoramento. Geociências. Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências.

TSETLIN, Y. B. (2006). The Origin of Graphic Modes of Pottery Decoration. In GIBSON, A. (ed.). Prehistoric Pottery: some recent research. *Oxford: British Archaeological Report (BAR) Internacional Series*. 1509: Occasional paper nº5, 1-10.

VEIGA, J. P. (2006). Cristaloquímica de materiais pétreos e cerâmicos do património cultural da bacia do mediterrâneo: contribuições para uma estratégia de conservação. *Tese de doutoramento*. Ciência dos Materiais. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologias.

WARD, J. H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize a Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*. 58, 236-244.

WENTWORTH, C. K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*. State University of Iowa. 30 (5), 377-392.

ZBYSZEWSKI, G. (1953). *Carta Geológica de Portugal: Notícia Explicativa da folha 31-A*. (Santarém). Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 10-11.

# **ANEXOS**



# ANEXO A.1

## – FRAGMENTOS EM ESTUDO –

### Fotografias, secções transversais polidas e desenhos arqueológicos

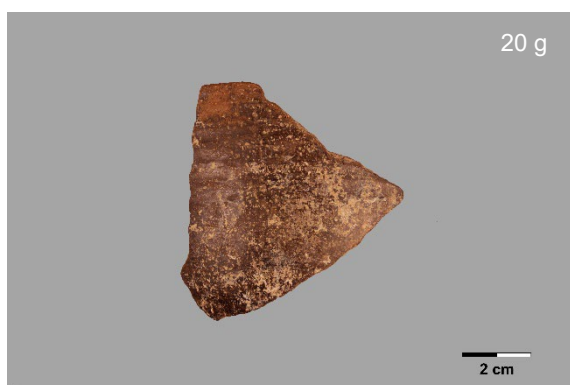
| FRAGMENTOS DE VILA NOVA DE SÃO PEDRO |                  |                           |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Nº                                   | Fotografia geral | Secção transversal polida |
|                                      |                  | Ampliação: 20x            |

#### CALCOLÍTICO INICIAL - CERÂMICA CANELADA

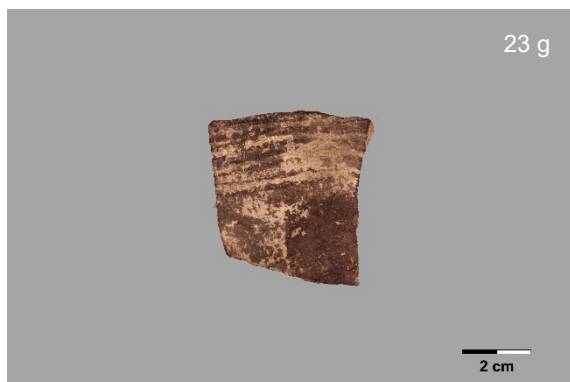
VNSP-1



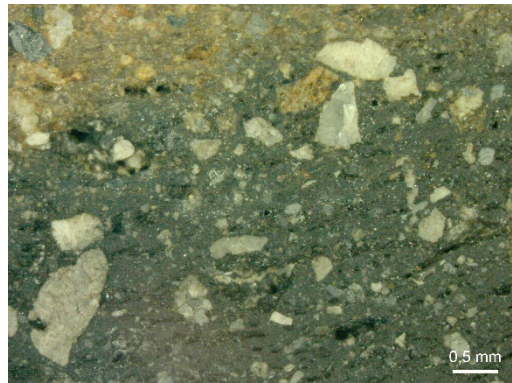
VNSP-2



VNSP-3



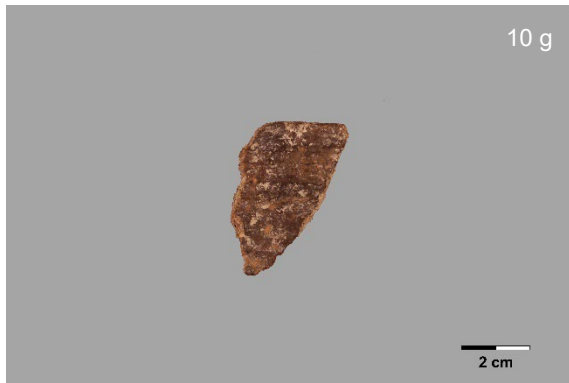
VNSP-4



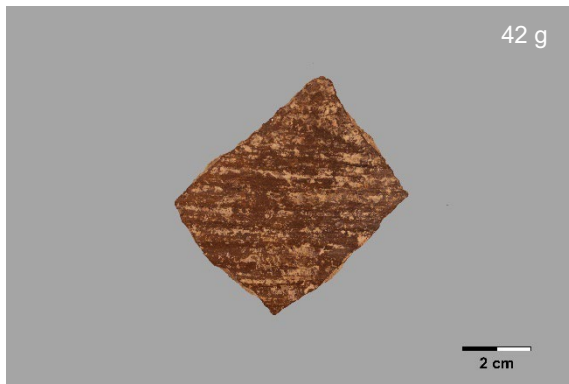
VNSP-5



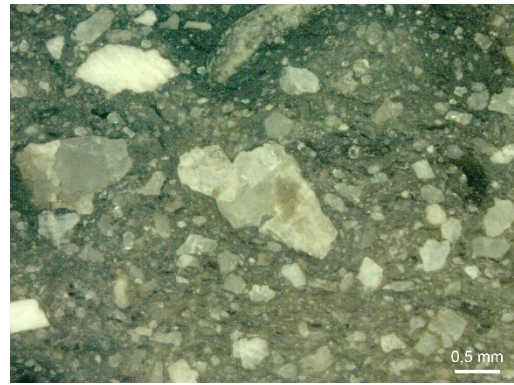
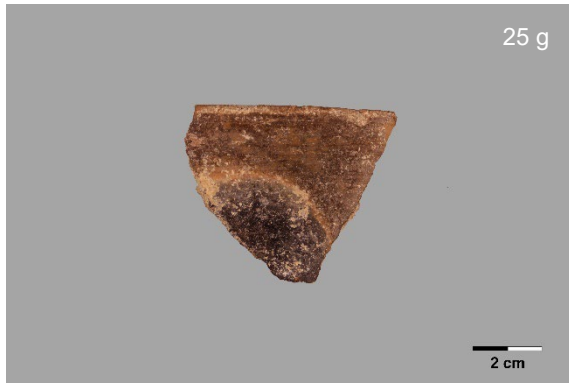
VNSP-6



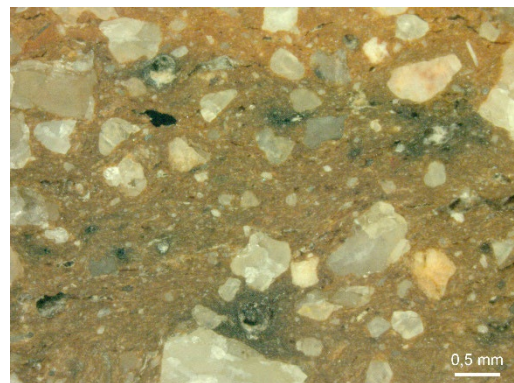
VNSP-7



VNSP-8



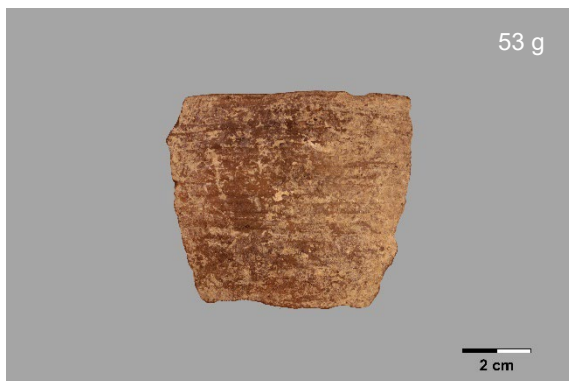
VNSP-9



VNSP-10



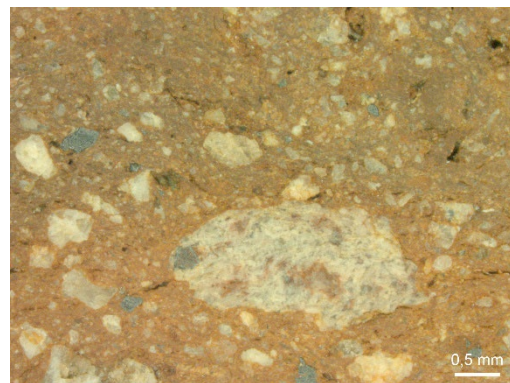
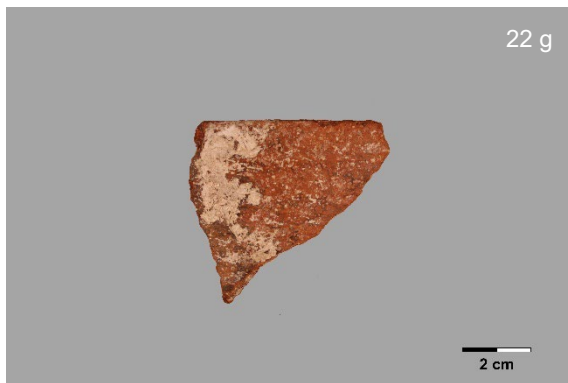
VNSP-11



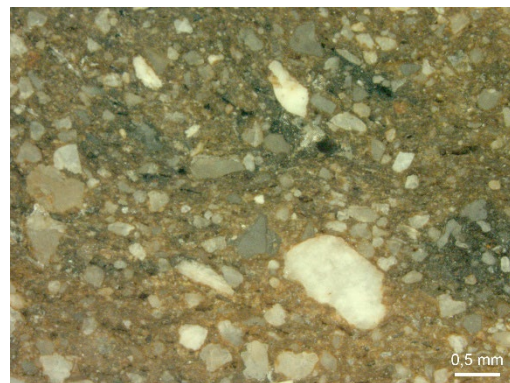
VNSP-12



VNSP-13



VNSP-14

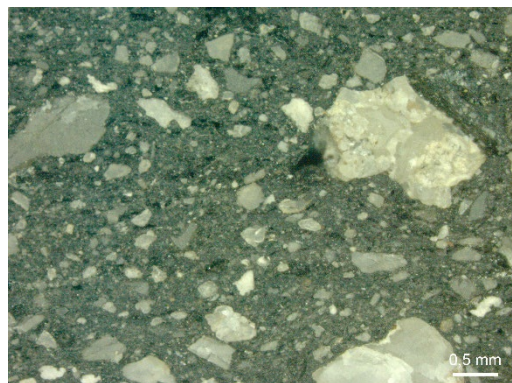
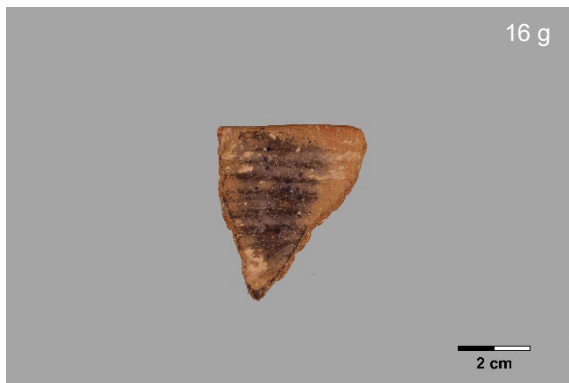




VNSP-15



VNSP-16



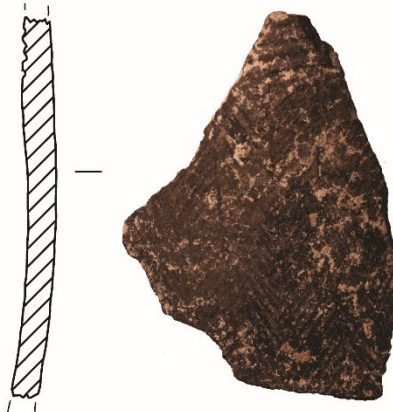
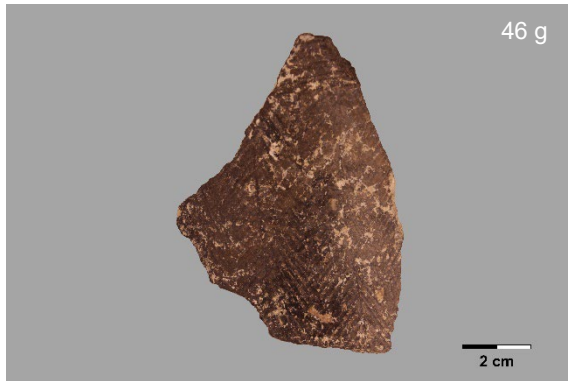
VNSP-17





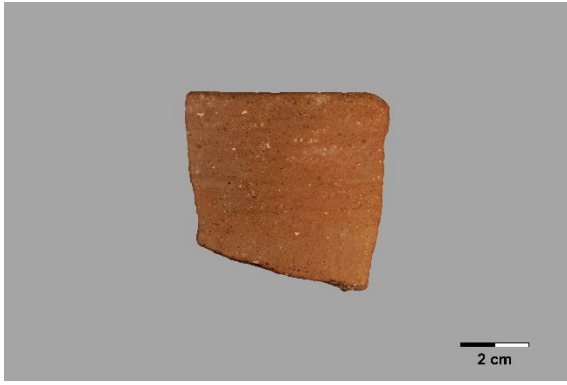
0 5 cm

VNSP-18



0 5 cm

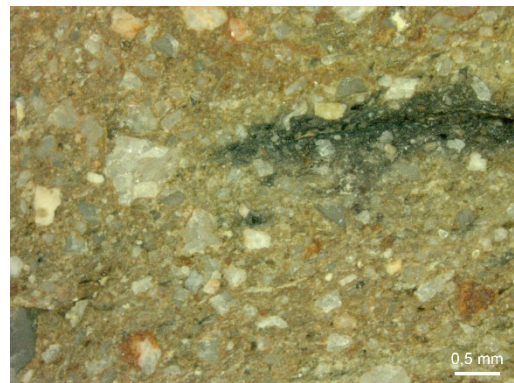
VNSP-19



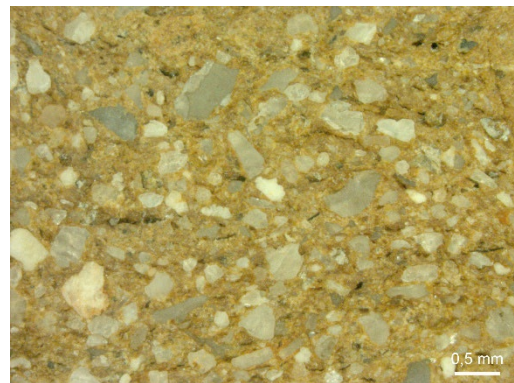
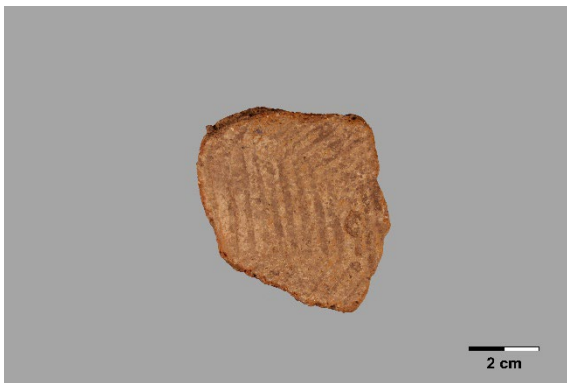
VNSP-20



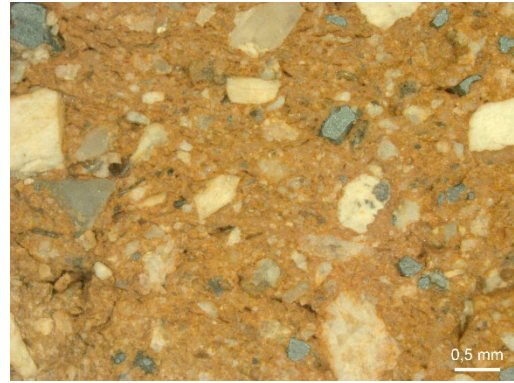
VNSP-21



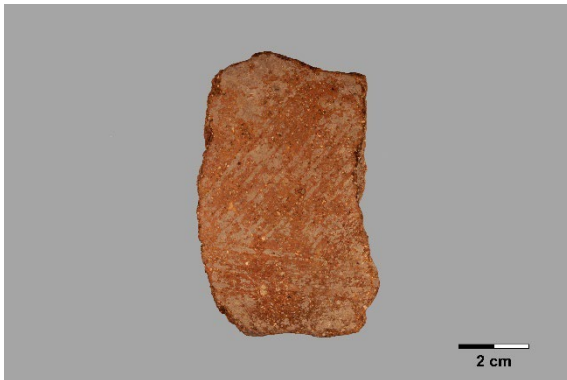
VNSP-22



VNSP-23



VNSP-24



VNSP-25



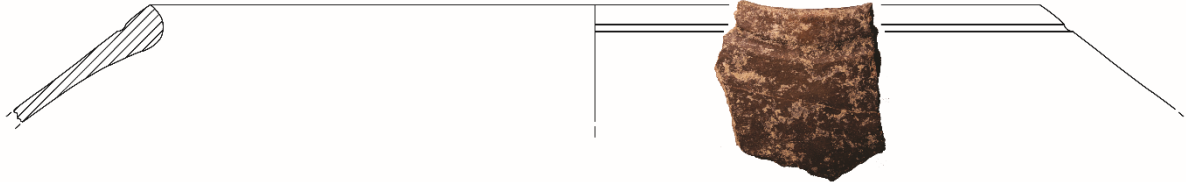
VNSP-26



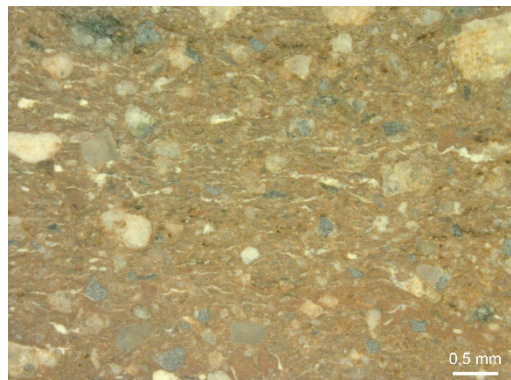
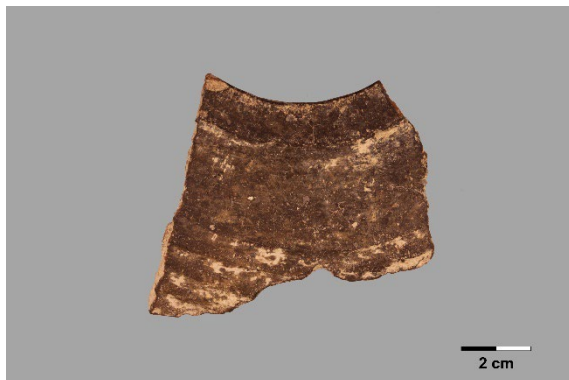


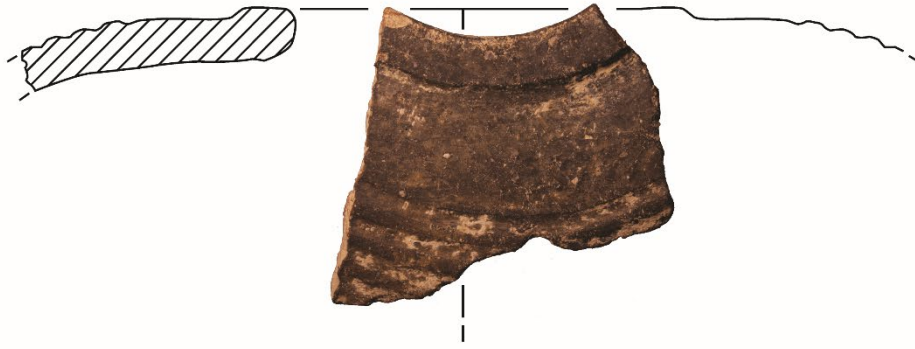
CALCOLÍTICO PLENO - CERÂMICA FOLHA-DE-ACÁCIA

VNSP-27



VNSP-28





0 5 cm

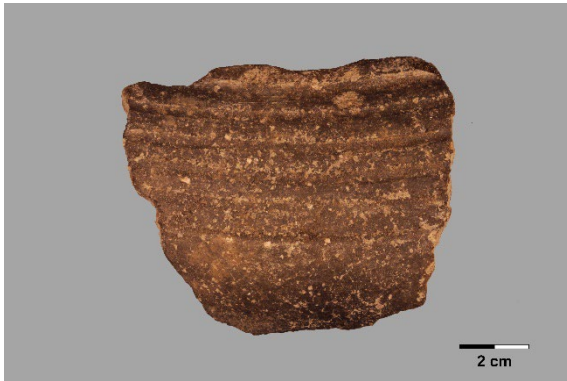
VNSP-29



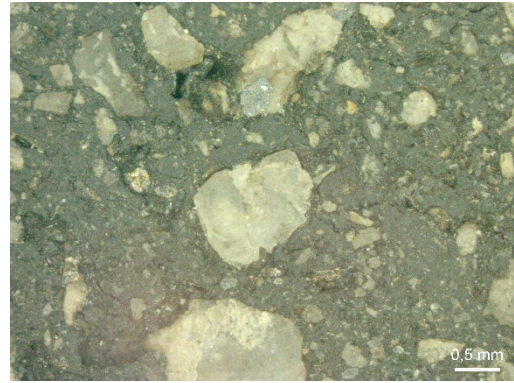
VNSP-30



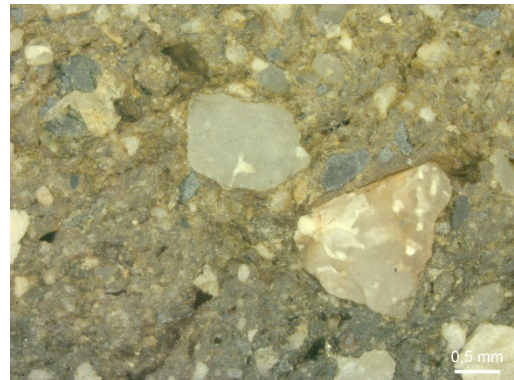
VNSP-31



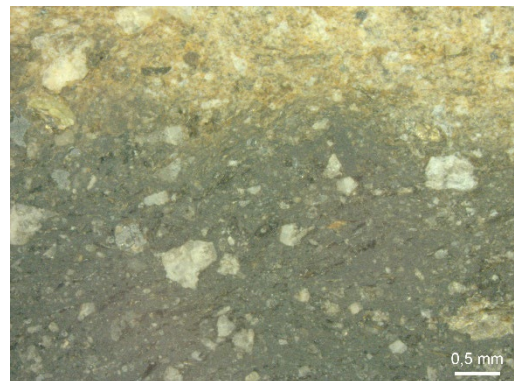
VNSP-32



VNSP-33



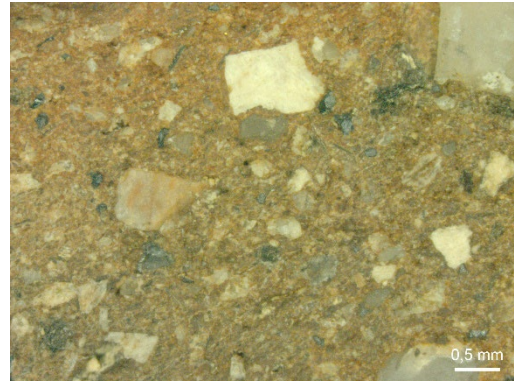
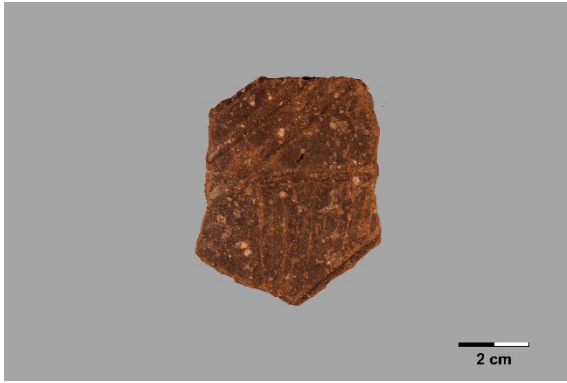
VNSP-34



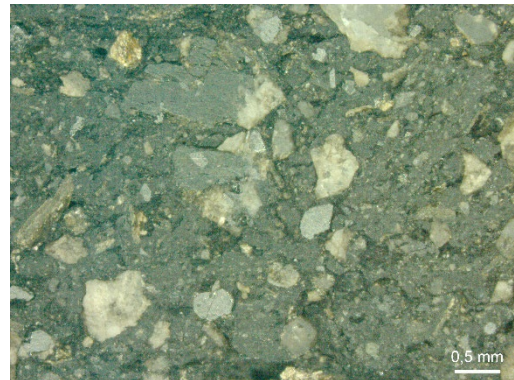
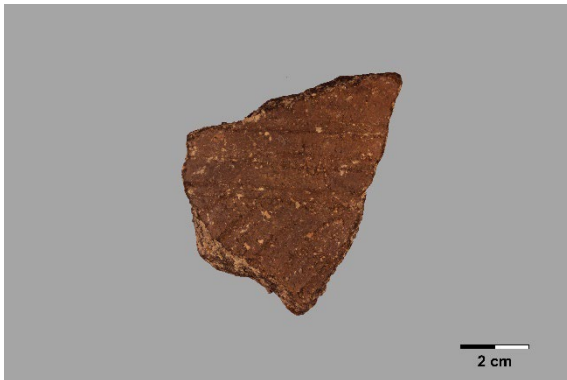
VNSP-35



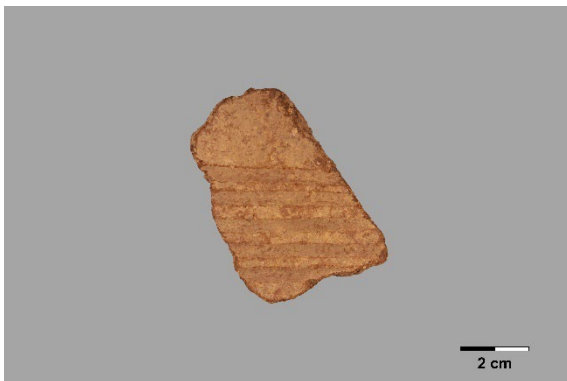
VNSP-36



VNSP-37



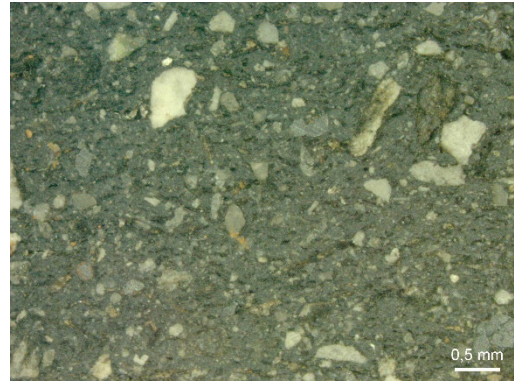
VNSP-38



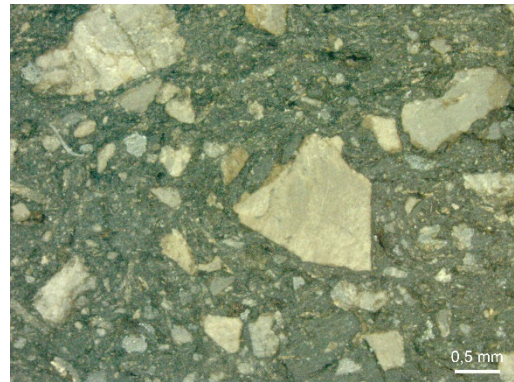
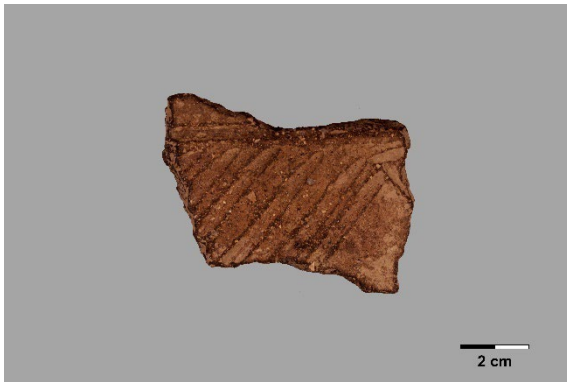
VNSP-39



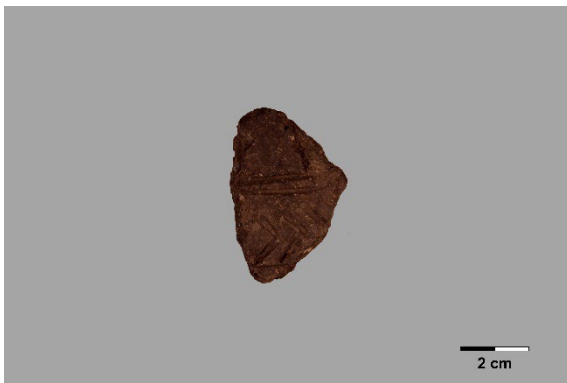
VNSP-40



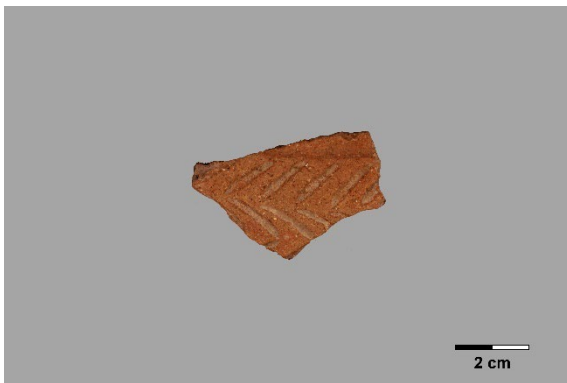
VNSP-41



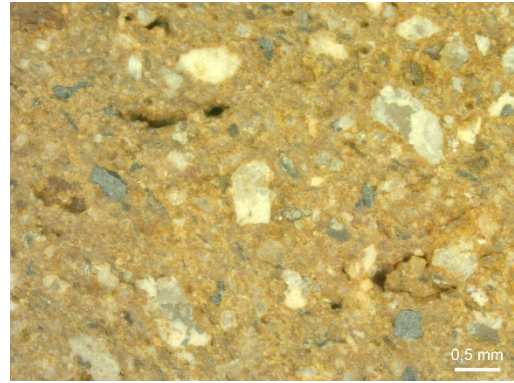
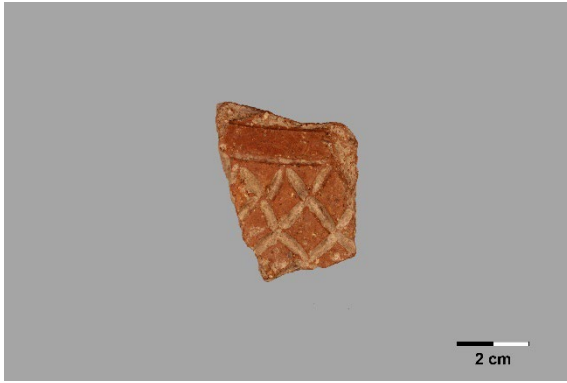
VNSP-42



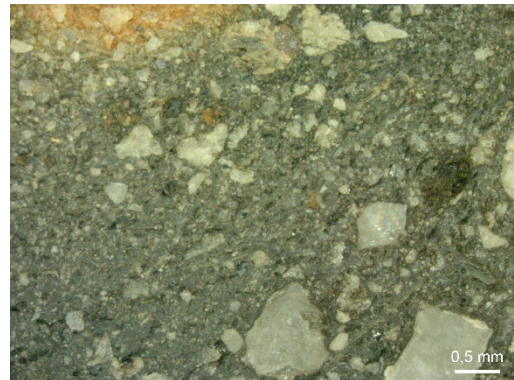
VNSP-43



VNSP-44



VNSP-45



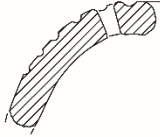
VNSP-46



VNSP-47



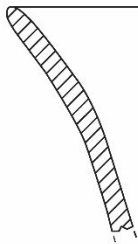
VNSP-48



0 5 cm

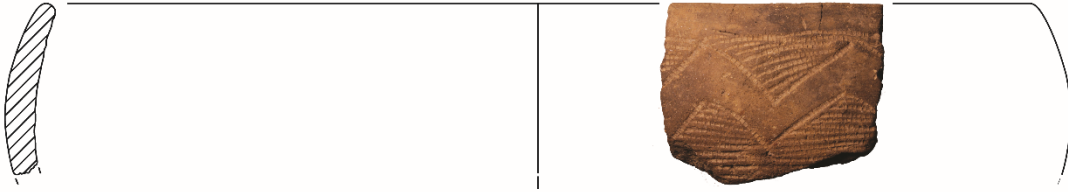
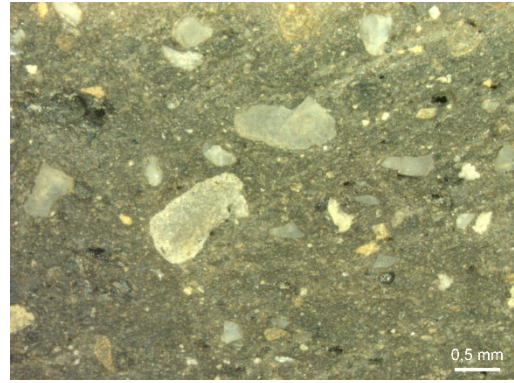
CALCOLÍTICO FINAL - CERÂMICA CAMPANIFORME

VNSP-49



0 5 cm

VNSP-50



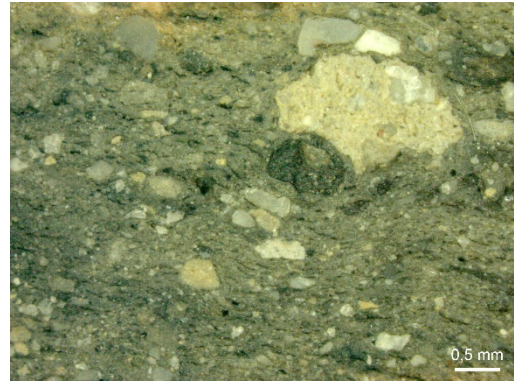
0 5 cm

VNSP-51

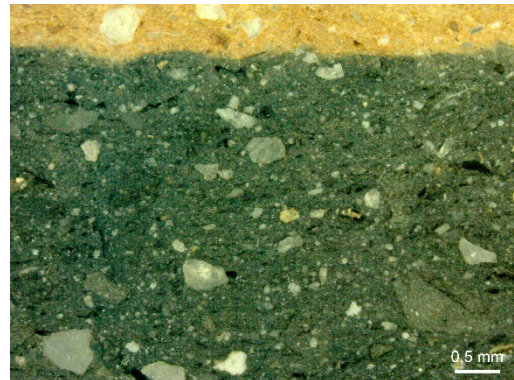


0 5 cm

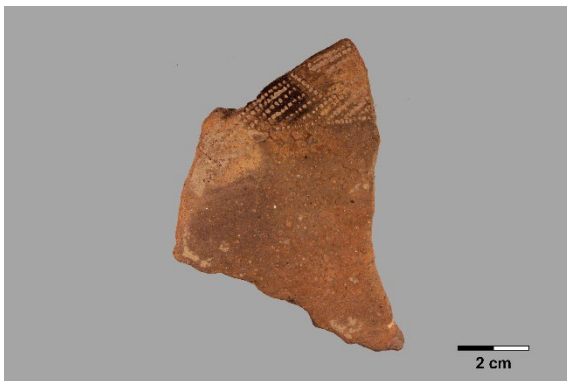
VNSP-52



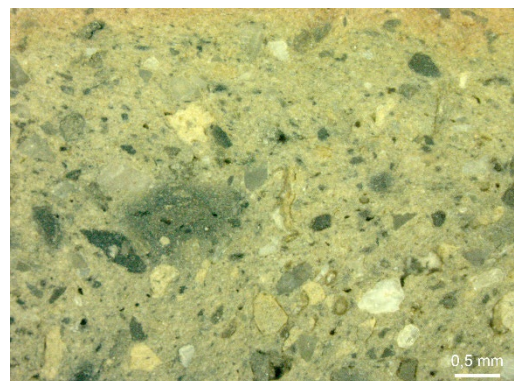
VNSP-53



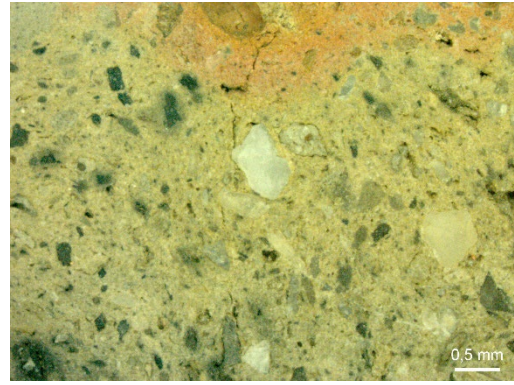
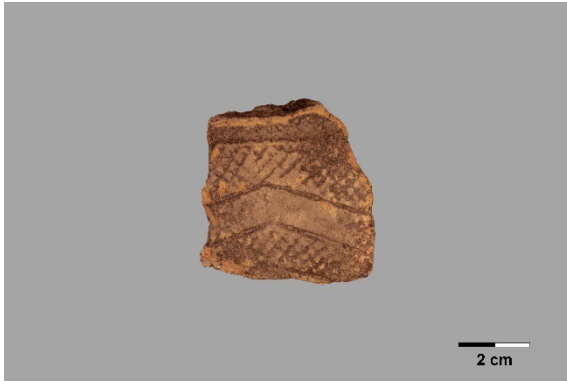
VNSP-54



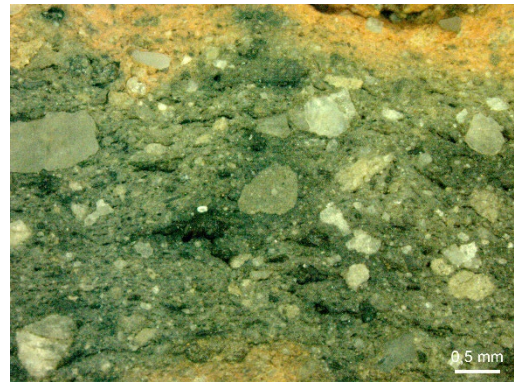
VNSP-55



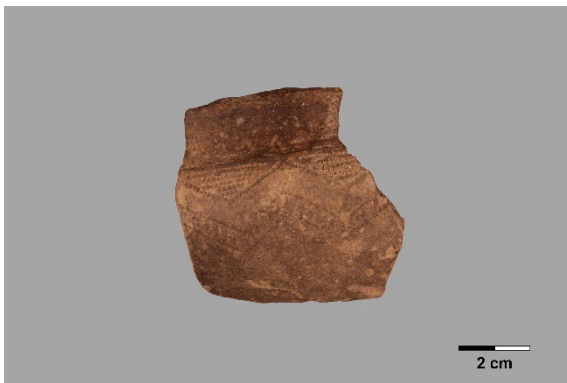
VNSP-56



VNSP-57



VNSP-58



0 5 cm

VNSP-59



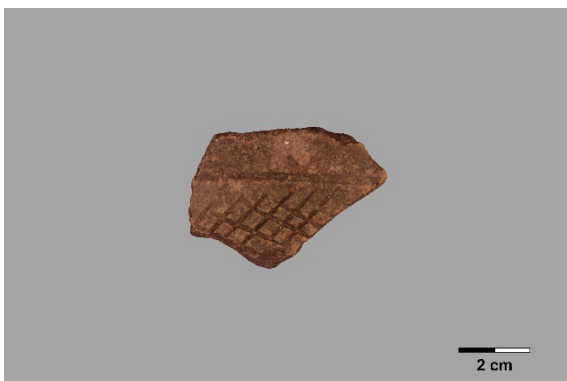
VNSP-60



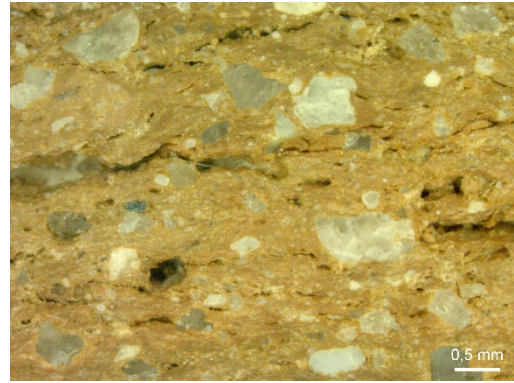
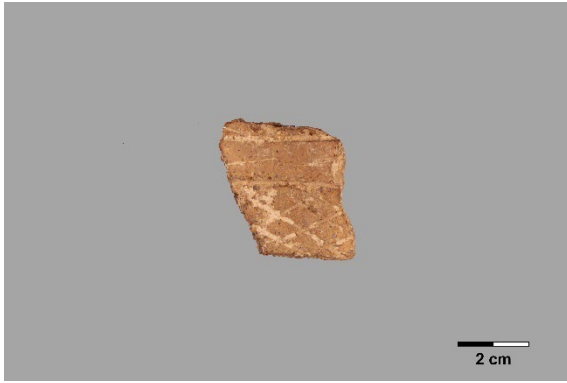
VNSP-61



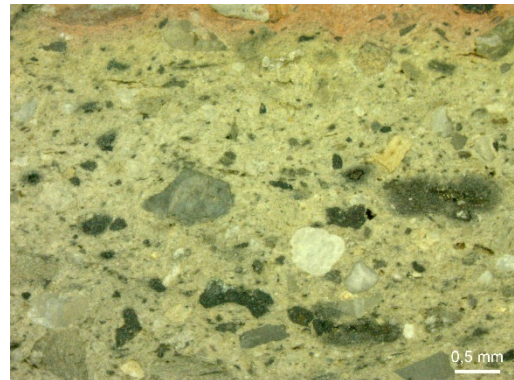
VNSP-62



VNSP-63

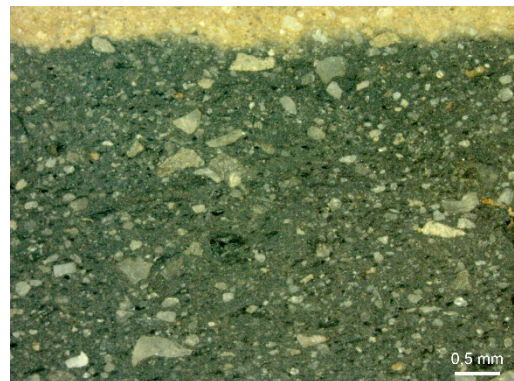
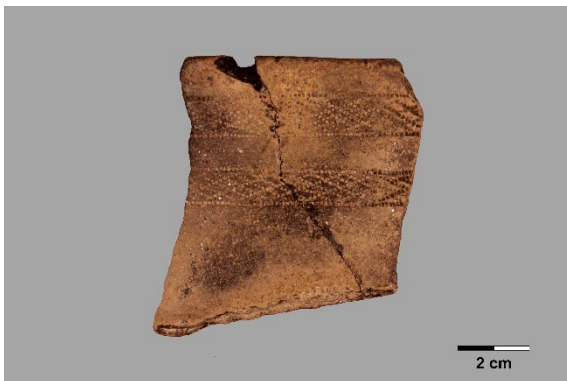


VNSP-64

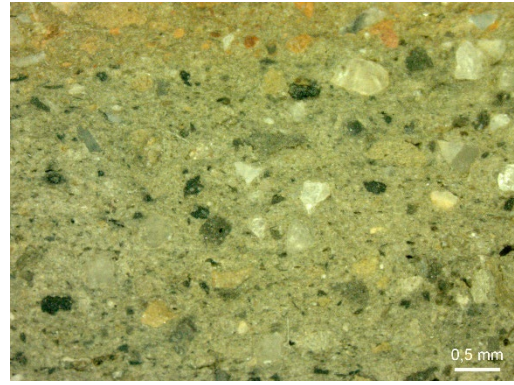


0 5 cm

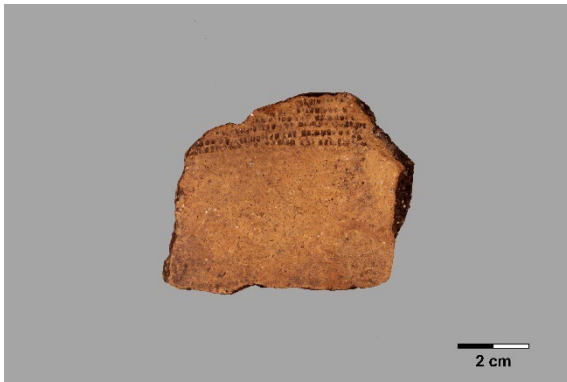
VNSP-65



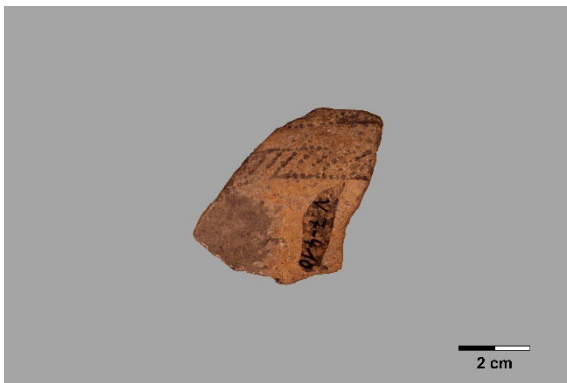
VNSP-66



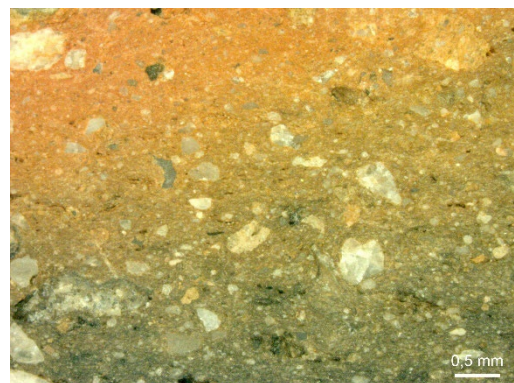
VNSP-67



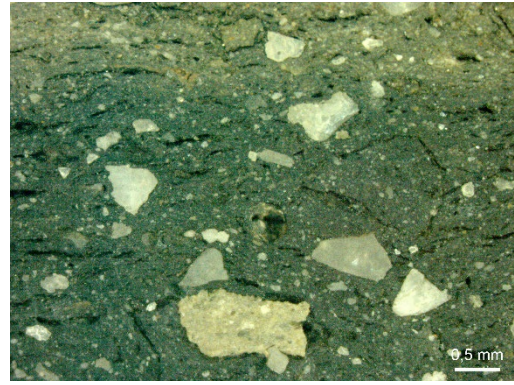
VNSP-68



VNSP-69



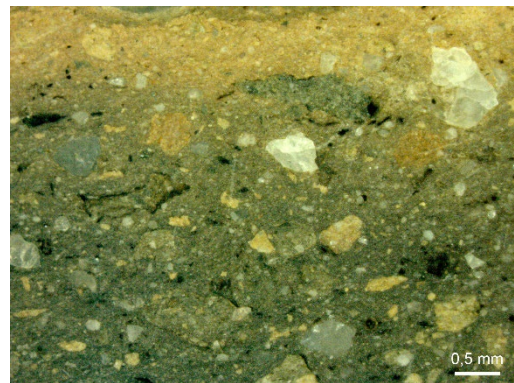
VNSP-70



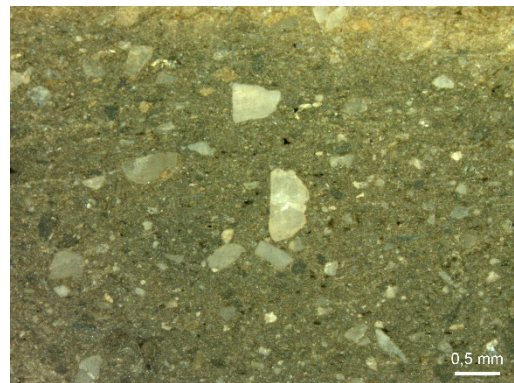
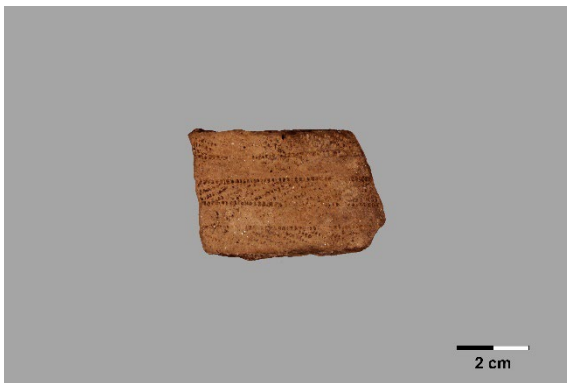
VNSP-71



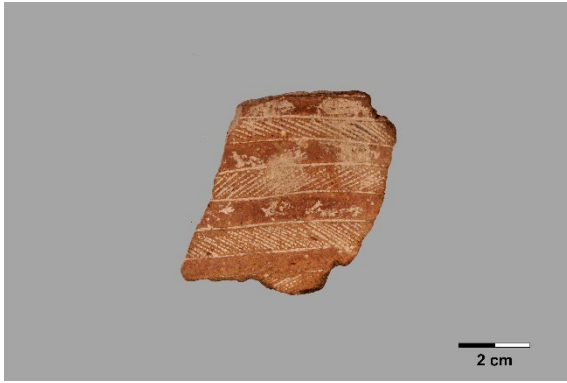
VNSP-72



VNSP-73



VNSP-74

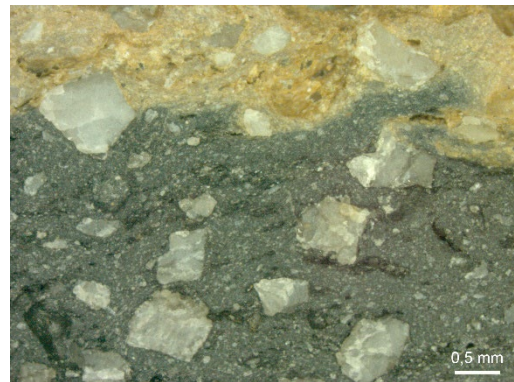
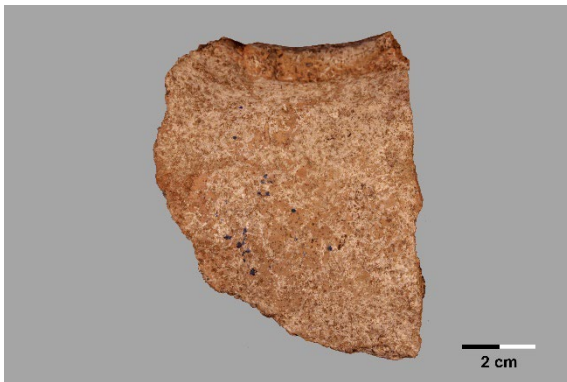


CERÂMICA LISA

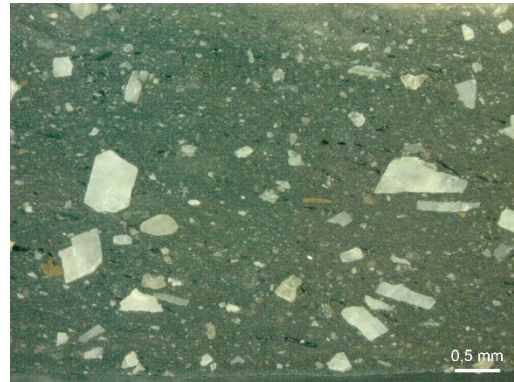
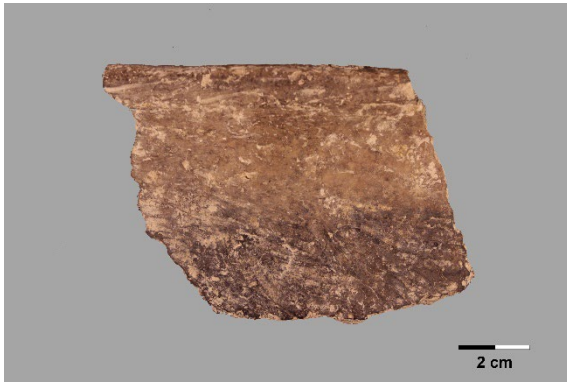
VNSP-75



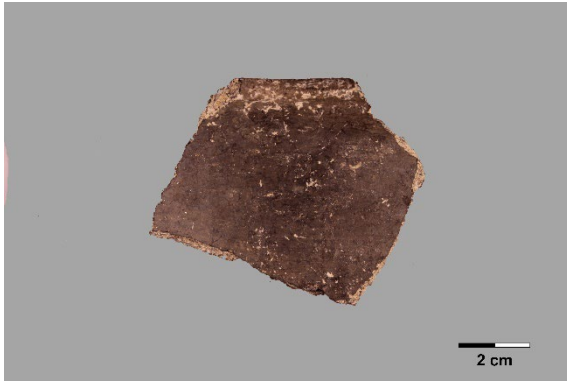
VNSP-76



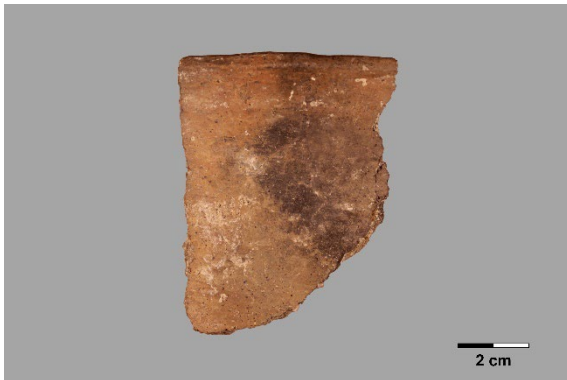
VNSP-77



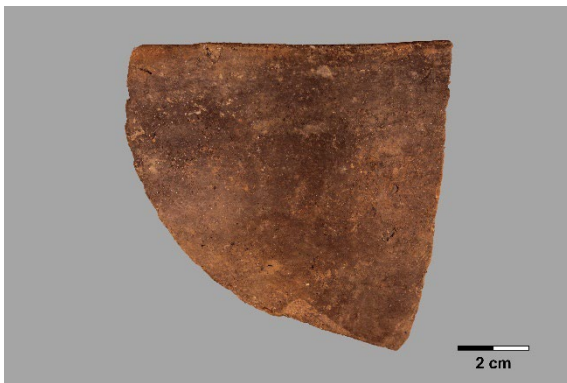
VNSP-78



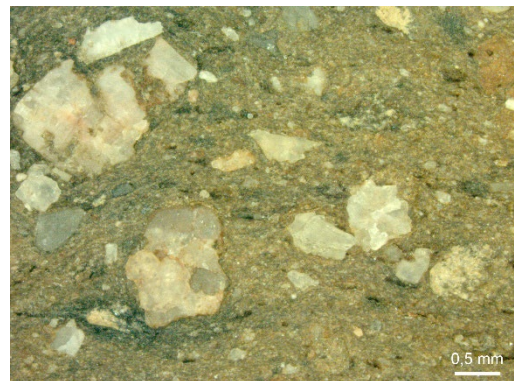
VNSP-79



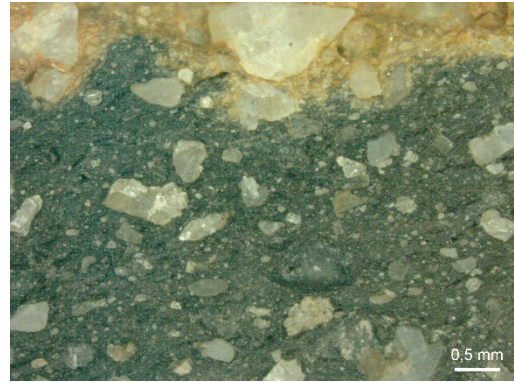
VNSP-80



VNSP-81



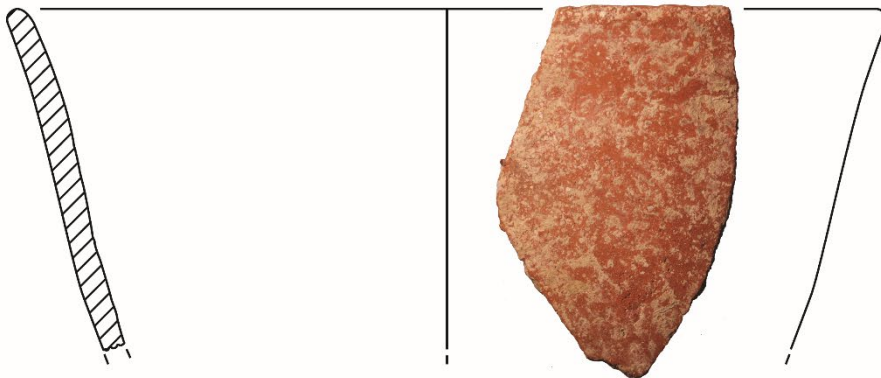
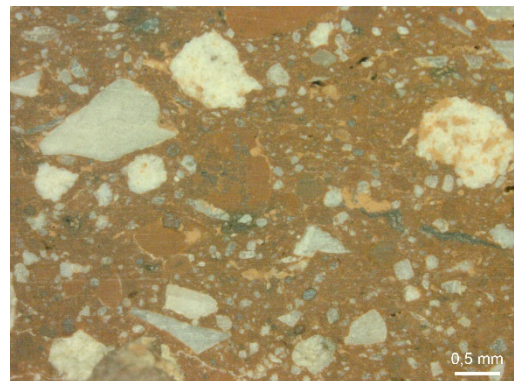
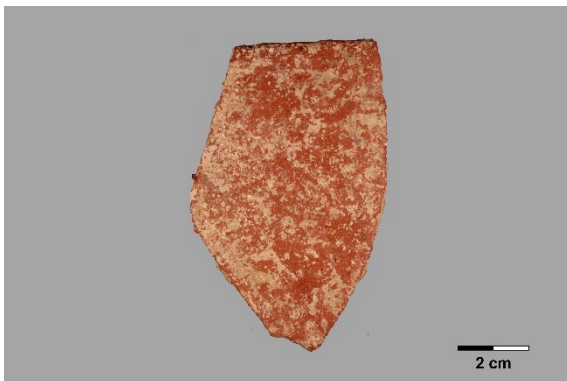
VNSP-82



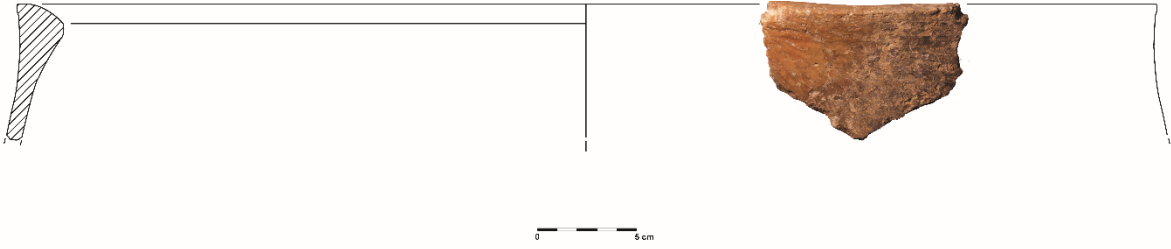
VNSP-83



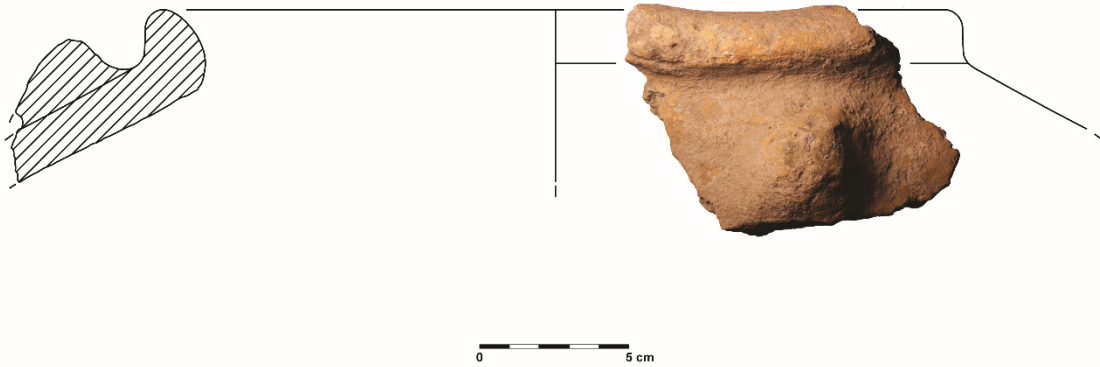
VNSP-84



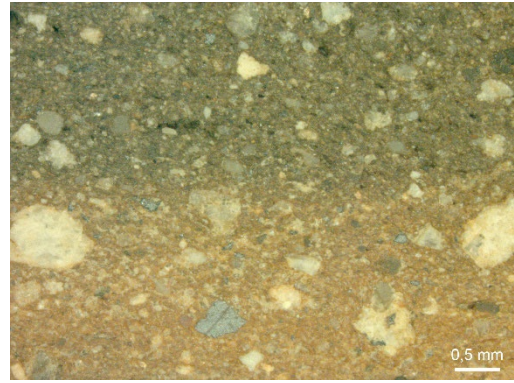
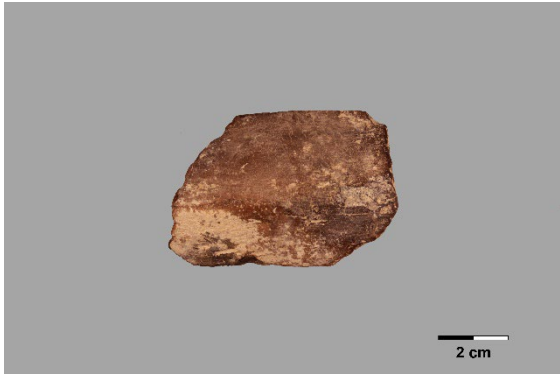
VNSP-85



VNSP-86



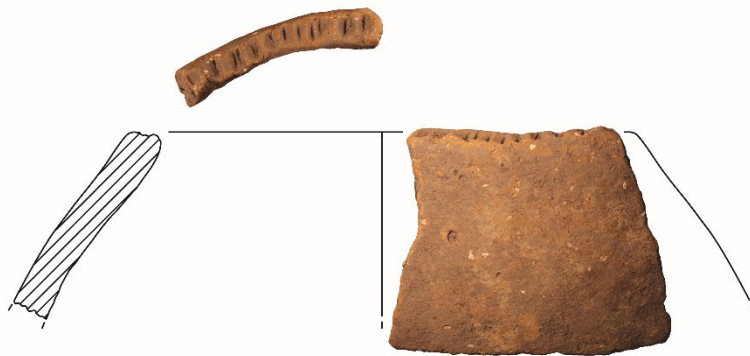
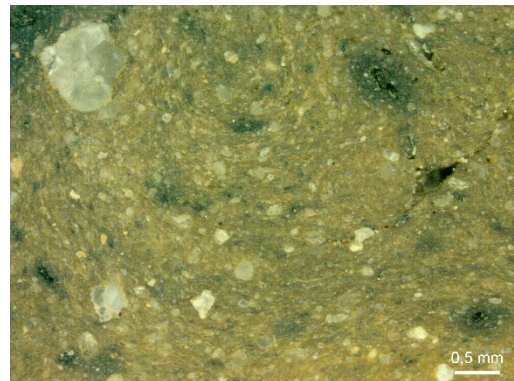
VNSP-87



0 5 cm

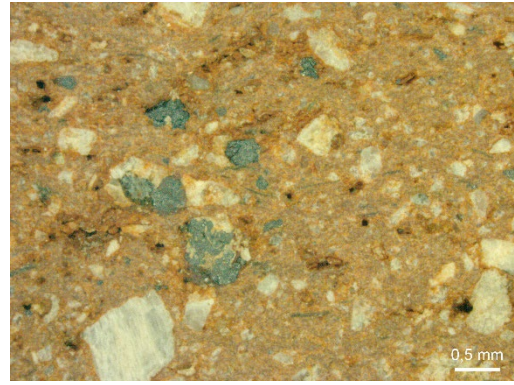
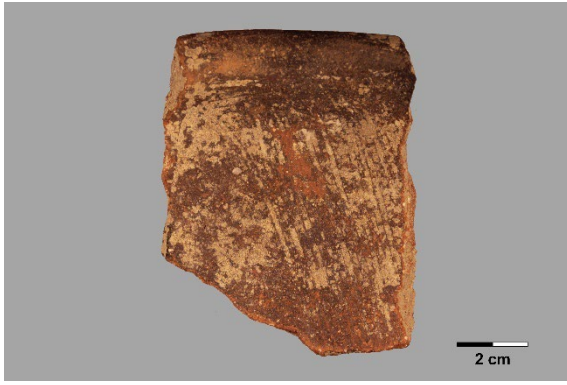
### CERÂMICA COM OUTRA DECORAÇÃO

VNSP-88

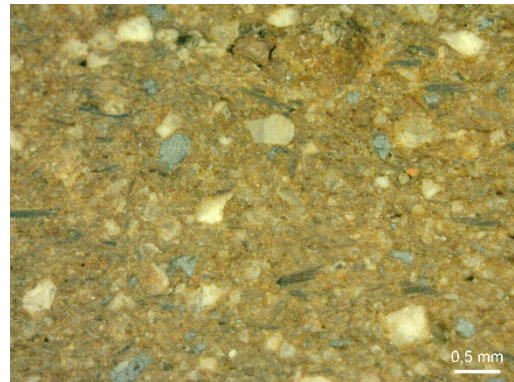


0 5 cm

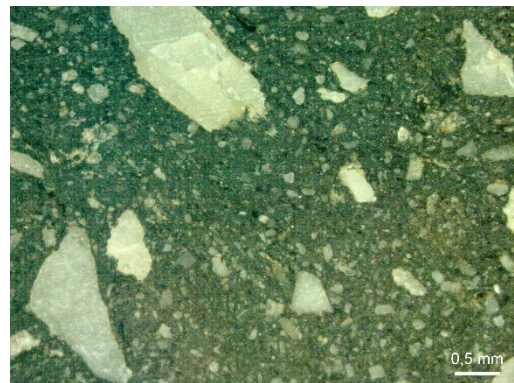
VNSP-89



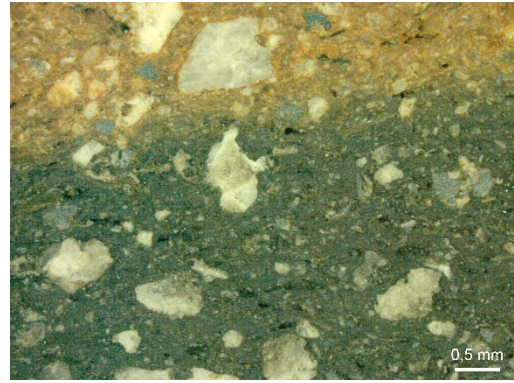
VNSP-90



VNSP-91



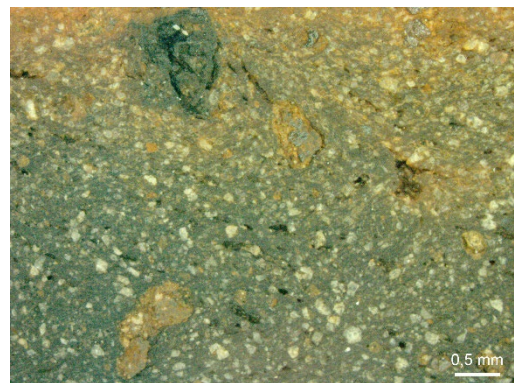
VNSP-92



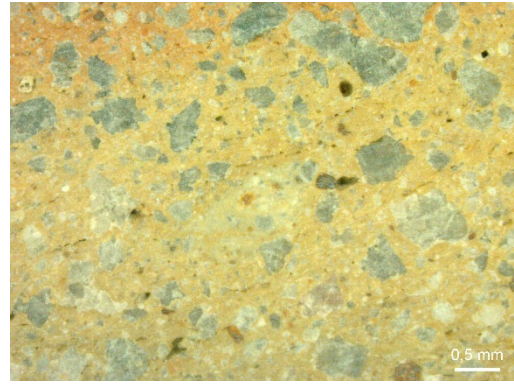
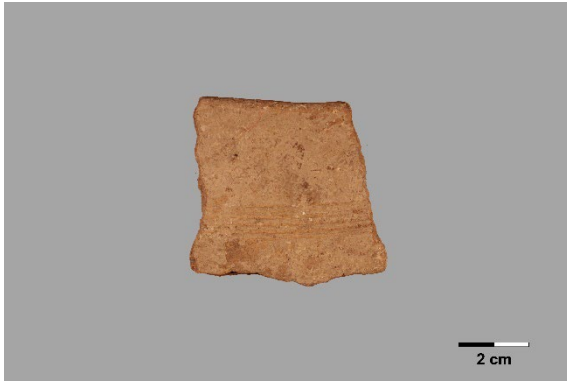
VNSP-93



VNSP-94



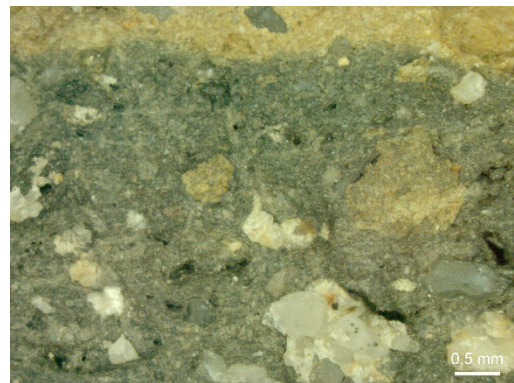
VNSP-95



VNSP-96



VNSP-97



### ÍDOLO DE CORNOS

VNSP-98

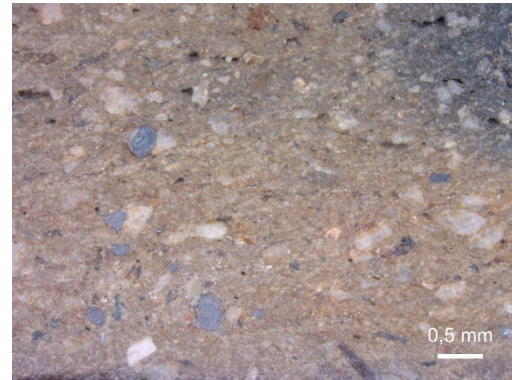
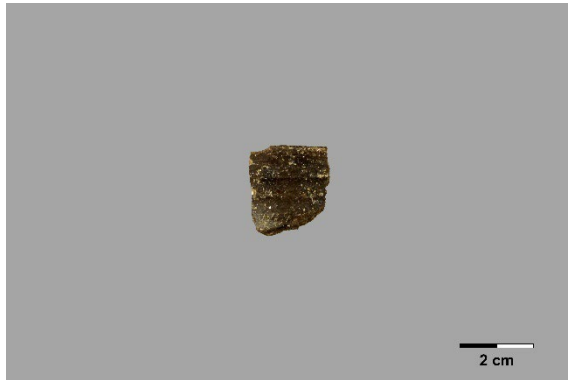


# FRAGMENTOS DO PENEDO DO LEXIM

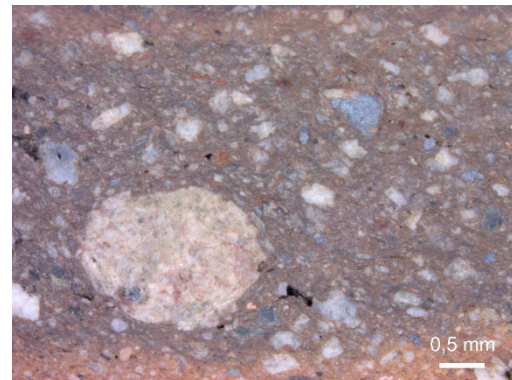
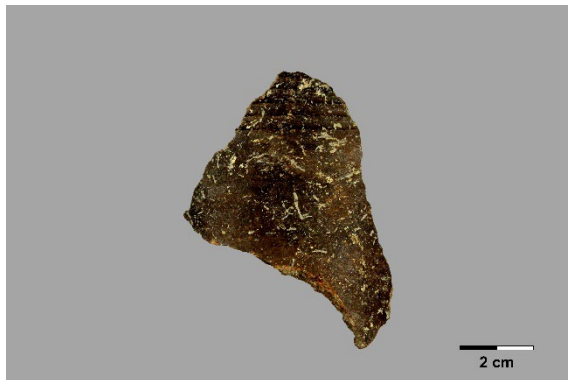
| Nº | Fotografia geral | Secção transversal polida |
|----|------------------|---------------------------|
|    |                  | Ampliação: 20x            |

## CALCOLÍTICO INICIAL - COPOS CANELADOS

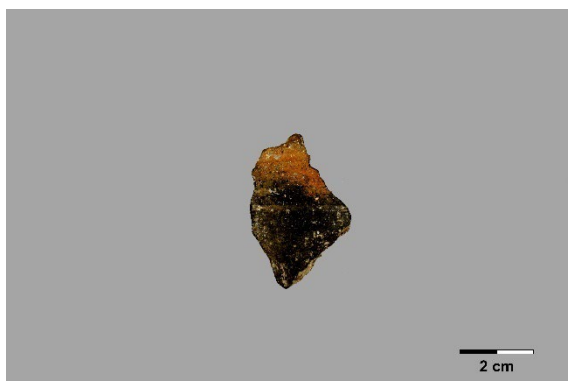
PL-1



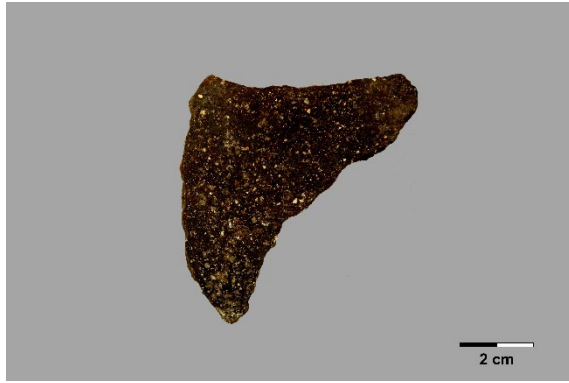
PL-2



PL-3

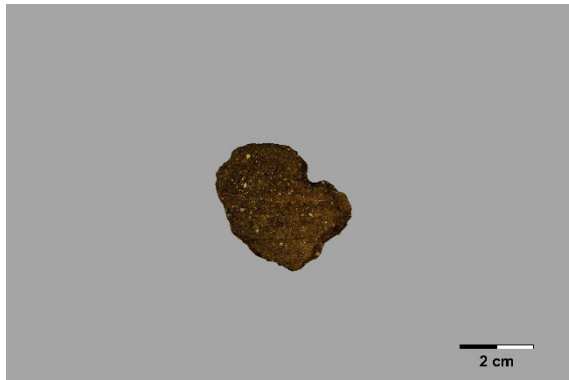


PL-4

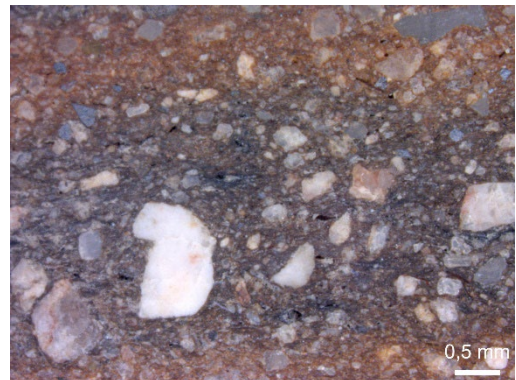
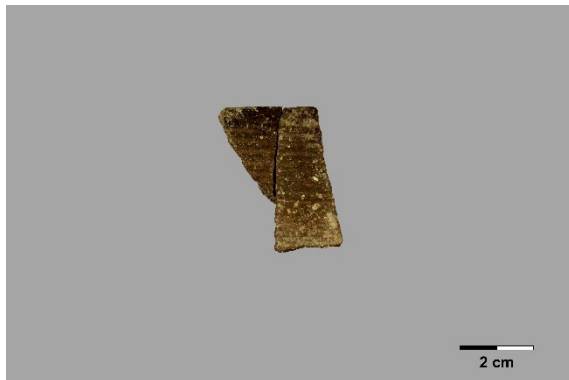


CALCOLÍTICO INICIAL - TAÇAS CANELADAS

PL-5

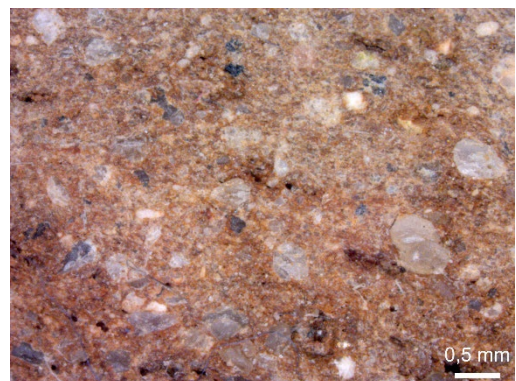


PL-6

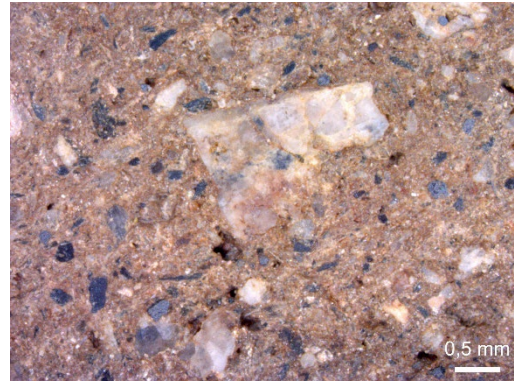


CALCOLITOCO INICIAL - LISA

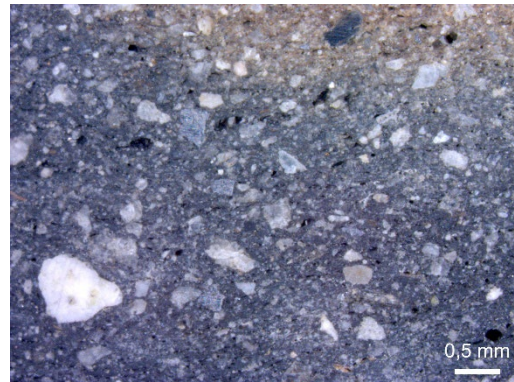
PL-7



PL-8



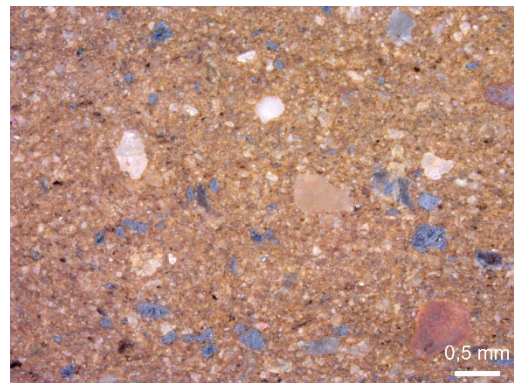
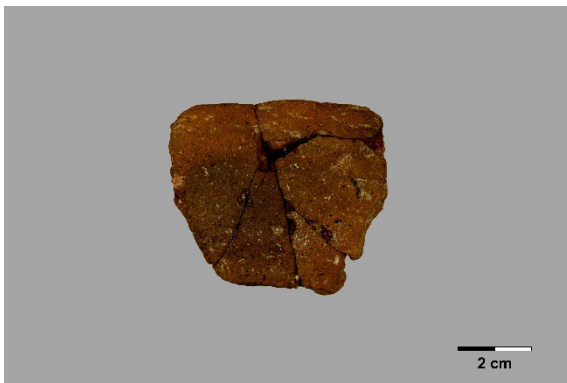
PL-9



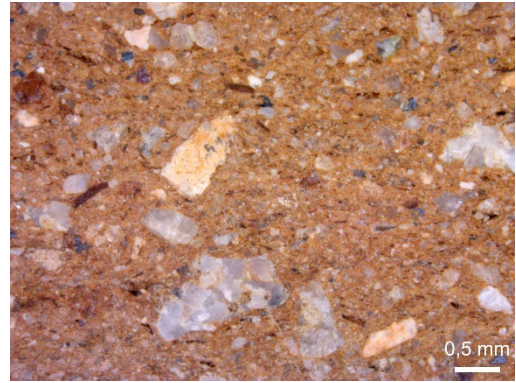
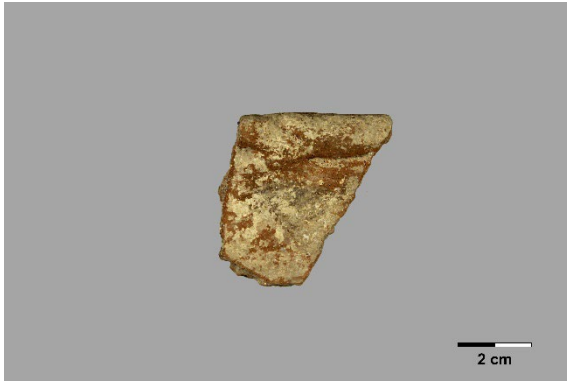
PL-10



PL-11

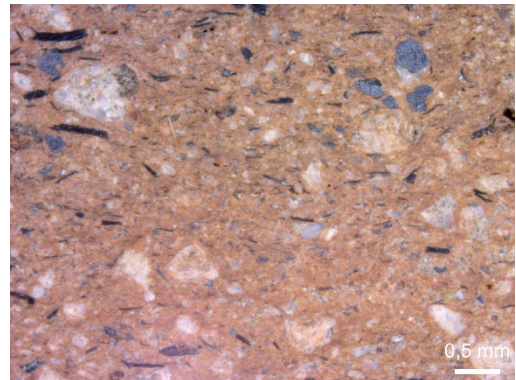
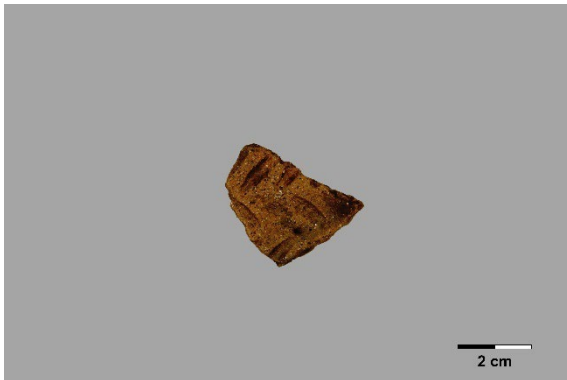


PL-12

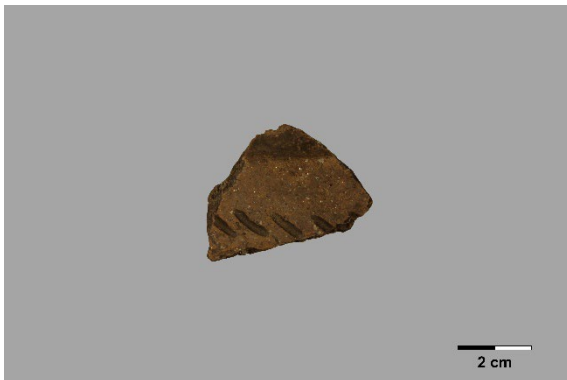


CALCOLÍTICO PLENO – FOLHA-DE-ACÁCIA

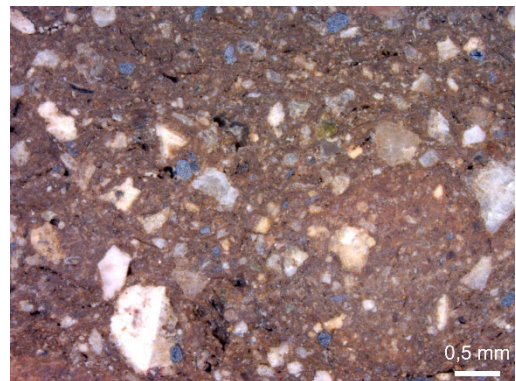
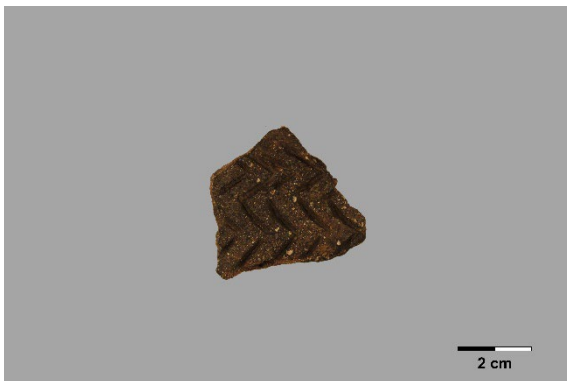
PL-13



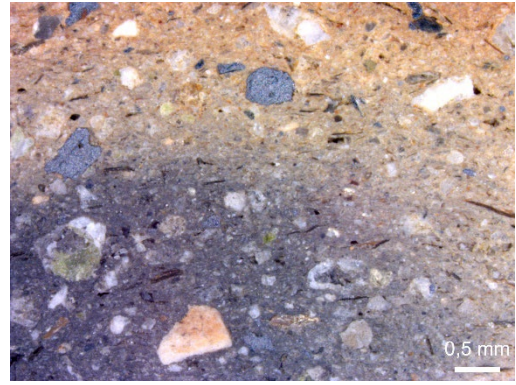
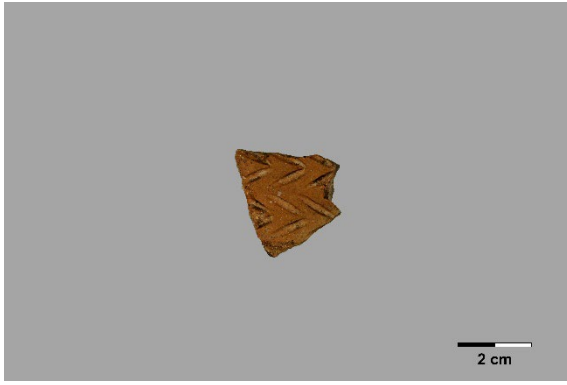
PL-14



PL-15



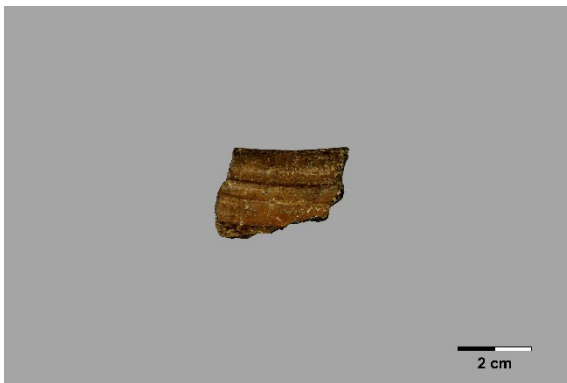
PL-16



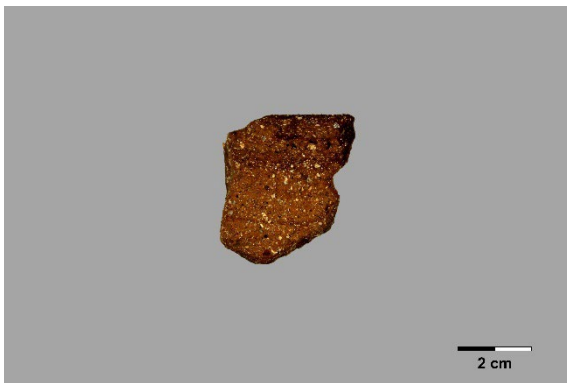
PL-17



PL-18

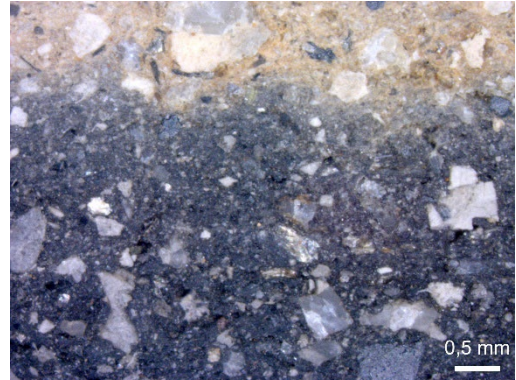


PL-19

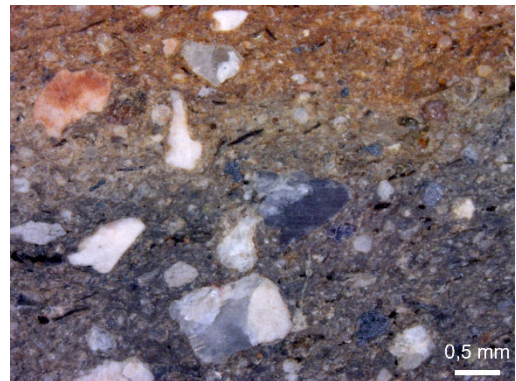
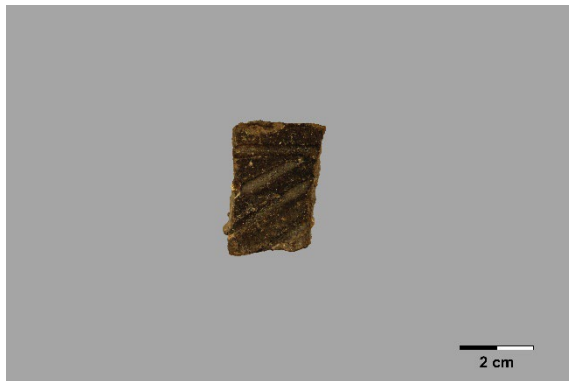


CALCOLÍTICO PLENO – OUTRA DECORAÇÃO

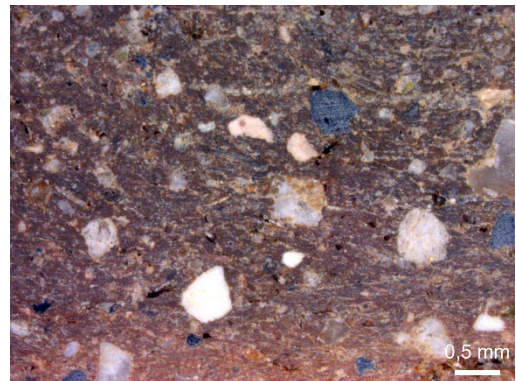
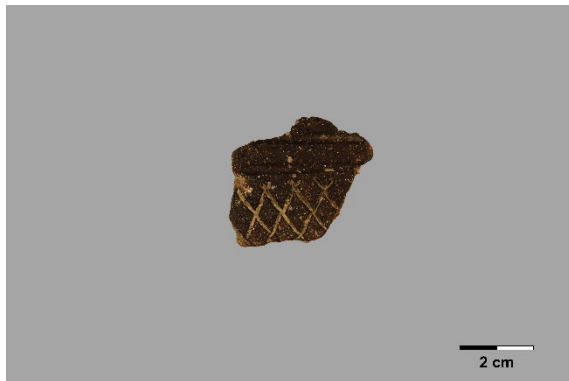
PL-20



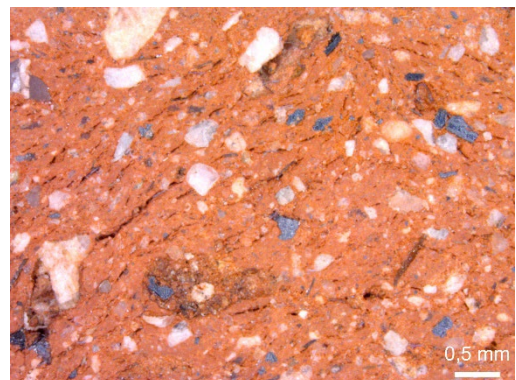
PL-21



PL-22

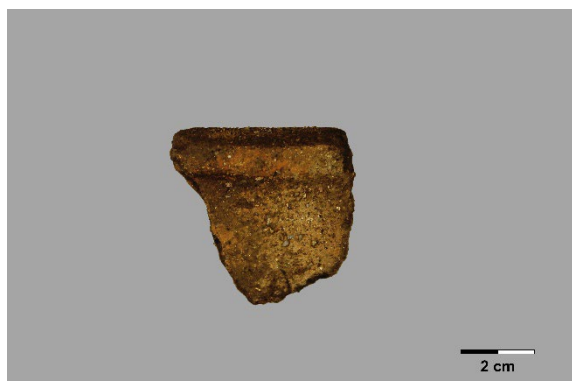


PL-23

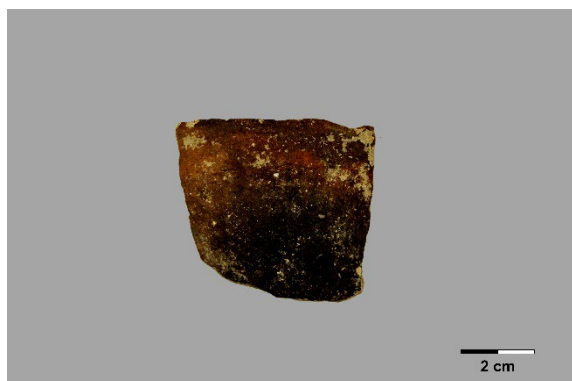


CALCOLÍTICO PLENO – LISA

PL-24



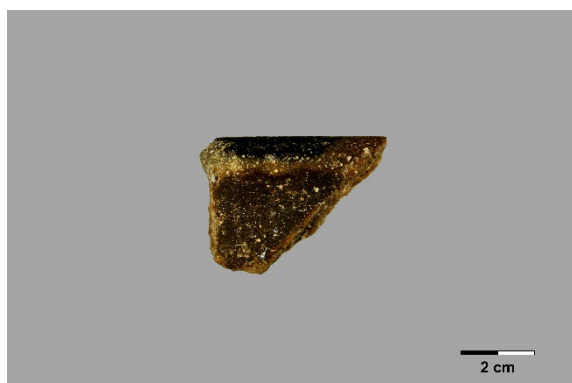
PL-25



PL-26



PL-27



PL-28



PL-29

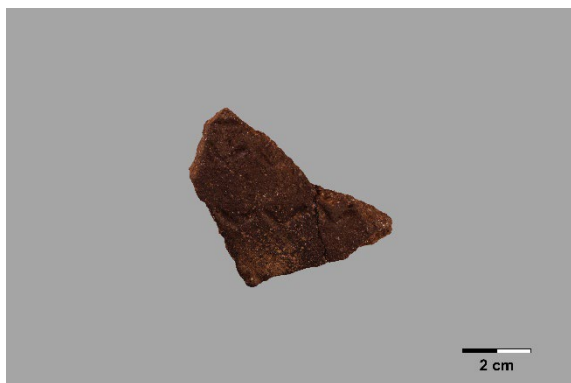


FRAGMENTOS DE BAÚTAS E ESPARGUEIRA

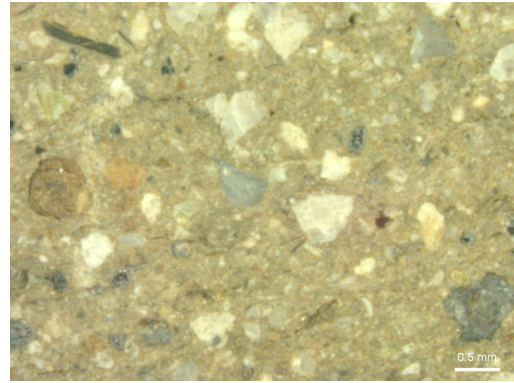
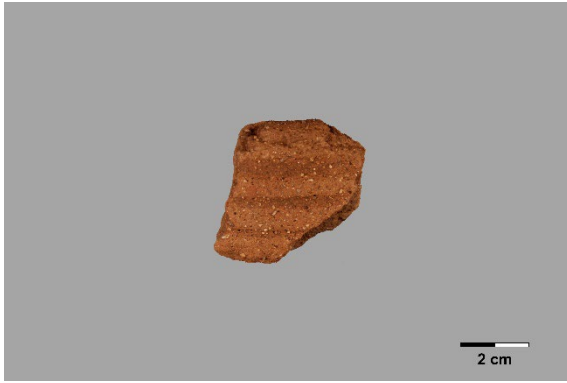
| FRAGMENTOS DE BAÚTAS E ESPARGUEIRA |                  |                           |
|------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Nº                                 | Fotografia geral | Secção transversal polida |
|                                    |                  | Ampliação: 20x            |

BAÚTAS – CALCOLÍTICO PLENO – FOLHA-DE-ACÁCIA

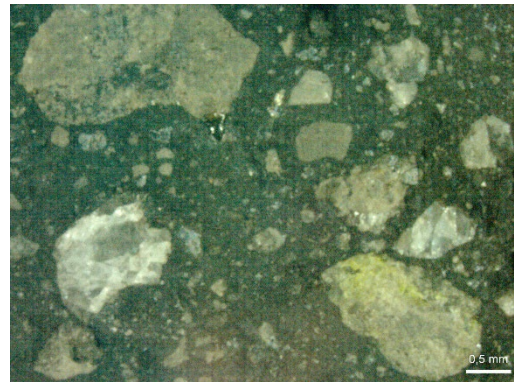
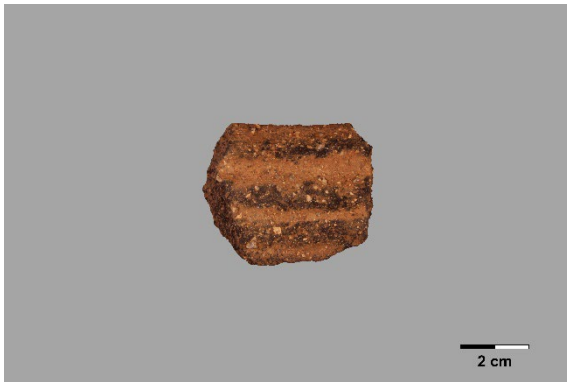
BAT-1



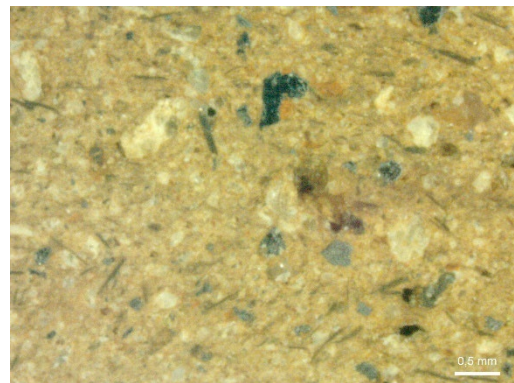
BAT-2



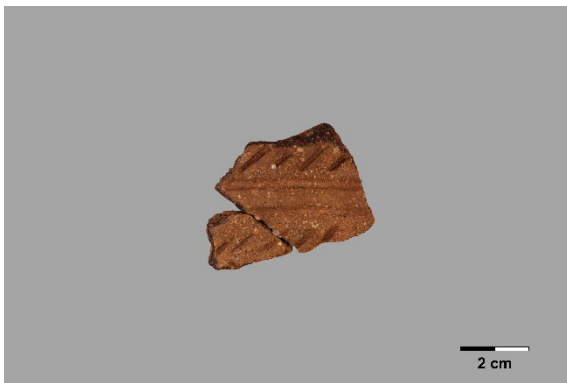
BAT-3



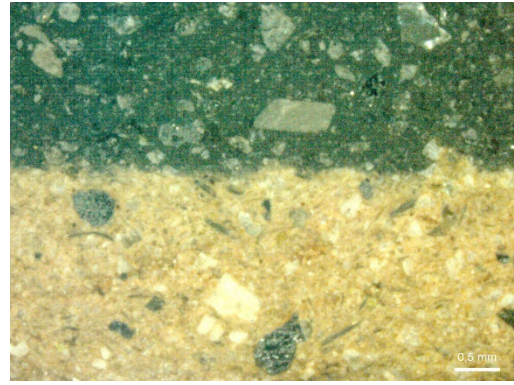
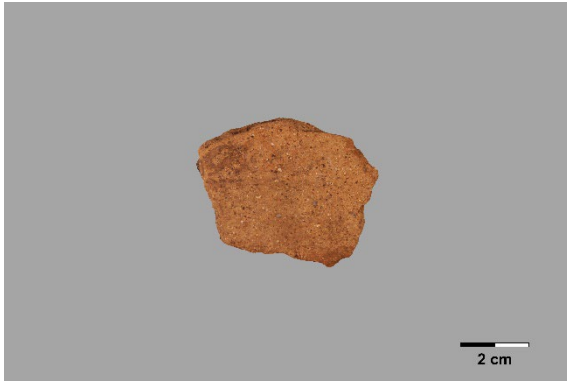
BAT-4



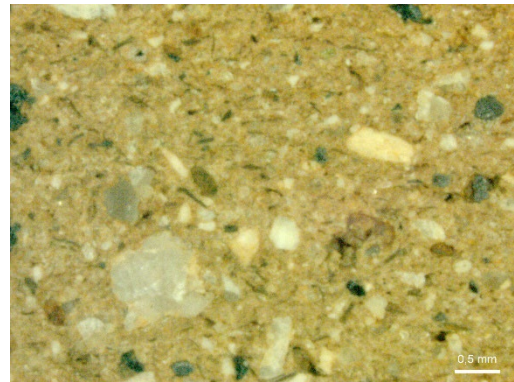
BAT-5



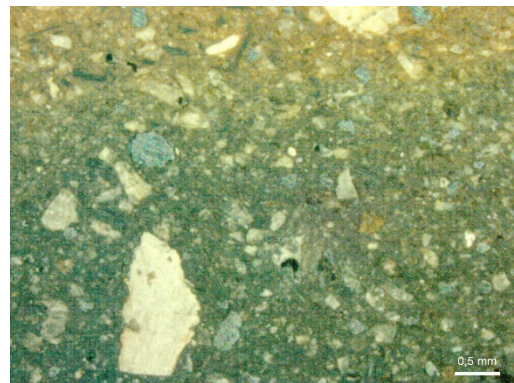
BAT-6



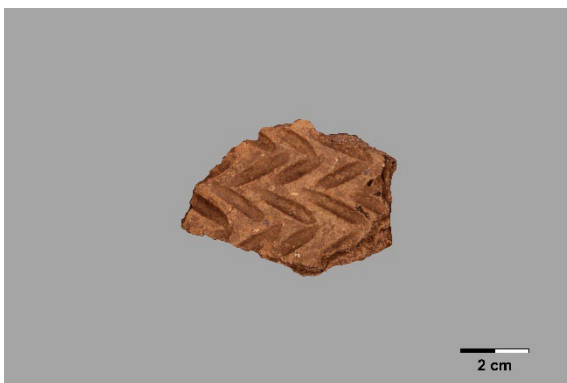
BAT-7

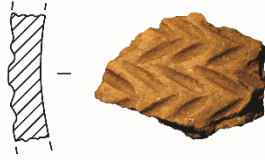


BAT-8



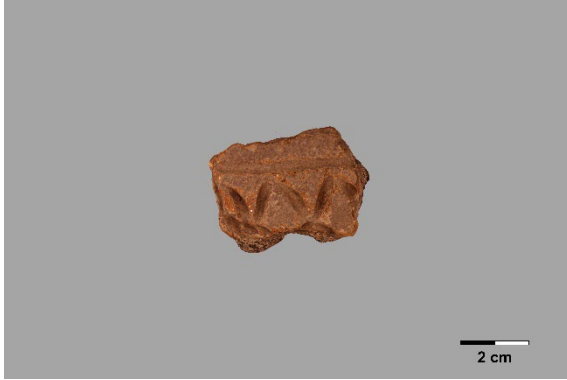
BAT-9





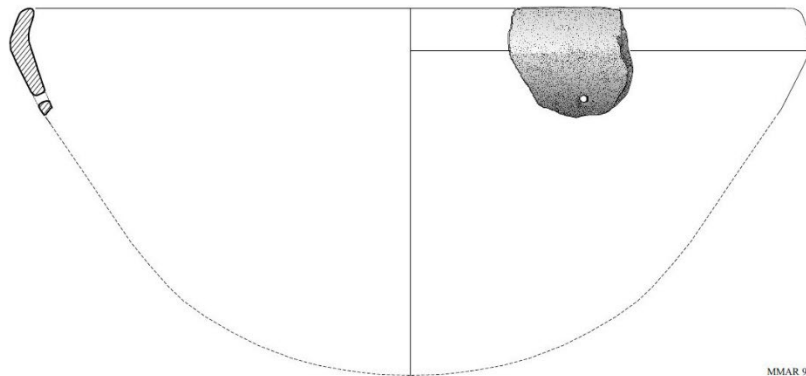
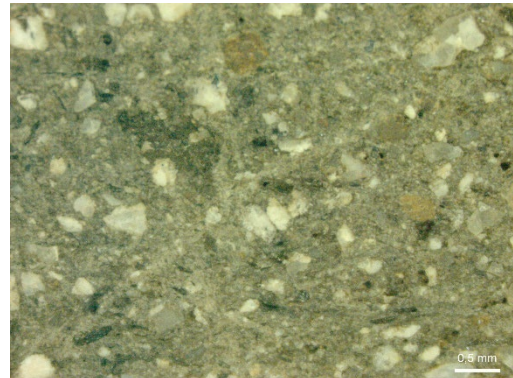
0 5 cm

BAT-10



ESPARGUEIRA – NEOLÍTICO FINAL/CALCOLÍTICO INICIAL - LISA

EPR-1

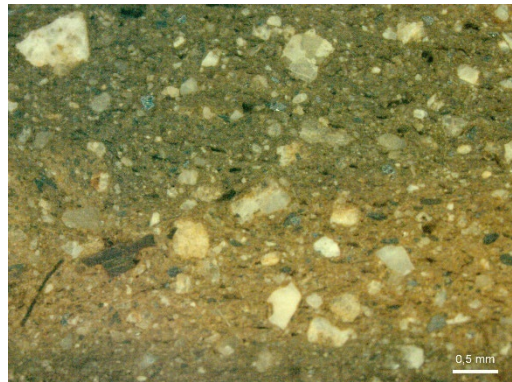


MMAR 9

EPR-2



EPR-3



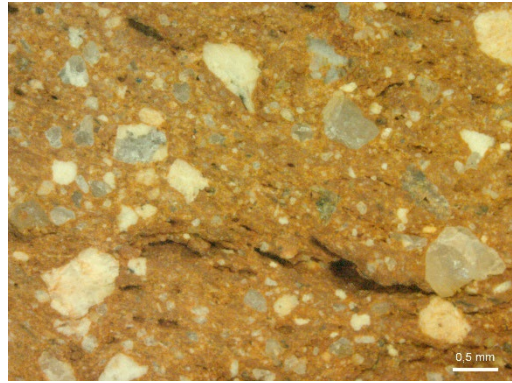
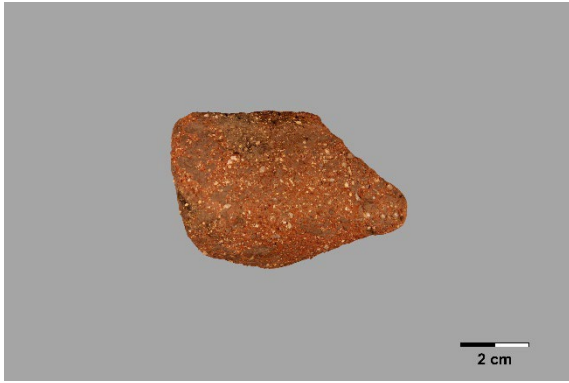
EPR-4



EPR-5



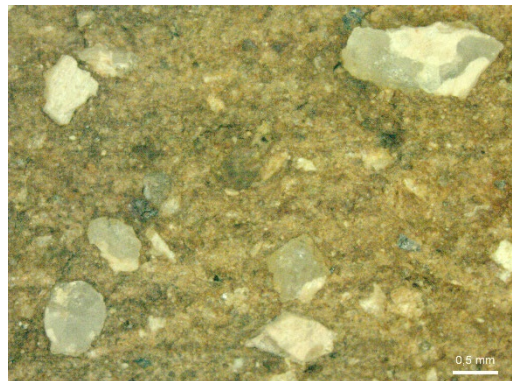
EPR-6



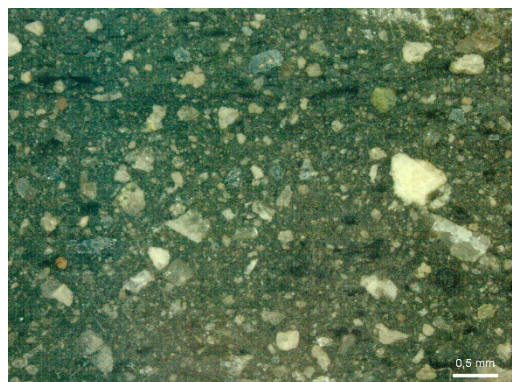
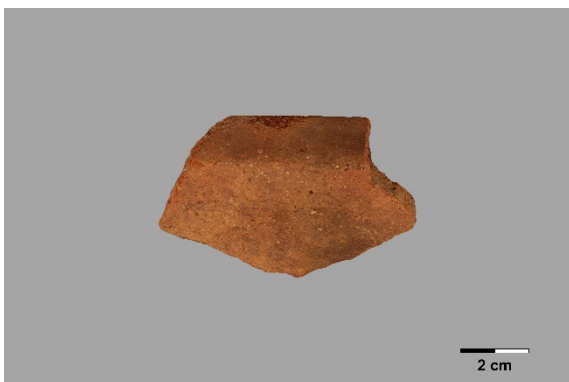
EPR-7



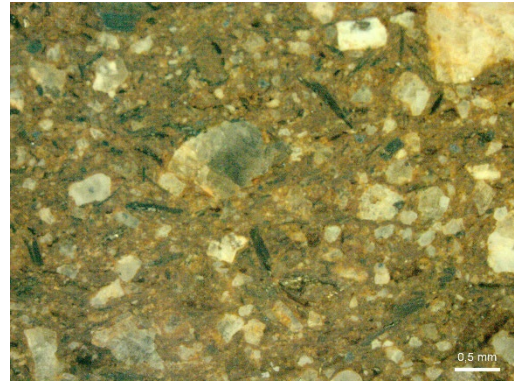
EPR-8



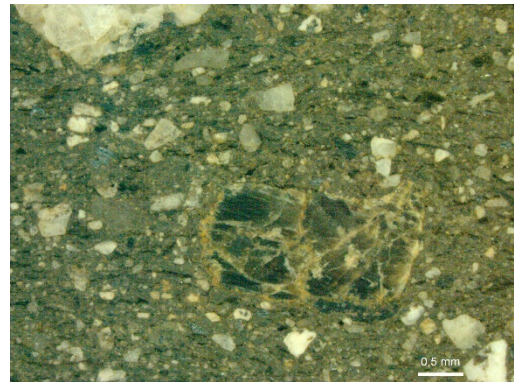
EPR-9



EPR-10



EPR-11



EPR-12



## ANEXO A.2

### – FRAGMENTOS CERÂMICOS –

#### Decorações, formas, acabamentos de superfície e cor das pastas

Calcolítico Inicial Calcolítico Pleno Calcolítico Final Lisa Outra Decoração

Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3 Grupo 4 Grupo 5

|                                | Nº      | Decoração   | Forma             | Acabamento de Superfície | Cor da pasta                                   |
|--------------------------------|---------|---|-------------------|--------------------------|--|
| <b>VILA NOVA DE SÃO PEDRO</b>  |         |   |                   |                          |  |
| Calcolítico Inicial - Canelada | VNSP-1  | Caneluras horizontais   | Impercetível      | Alisada                  | Gama de castanhos                              |
|                                | VNSP-2  | Caneluras horizontais (numa faixa)                              | Copo cilíndrico   | Polida                   | Castanha                                       |
|                                | VNSP-3  | Caneluras horizontais (numa faixa)                              | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Gama de cinzentos                              |
|                                | VNSP-4  | Caneluras horizontais   | Impercetível      | Alisada                  | Núcleo cinzento, superfícies castanhas         |
|                                | VNSP-5  | Caneluras horizontais   | Impercetível      | Alisada                  | Cinzenta                                       |
|                                | VNSP-6  | Caneluras horizontais   | Impercetível      | Alisada                  | Gama de castanhos                              |
|                                | VNSP-7  | Caneluras horizontais   | Impercetível      | Alisada                  | Núcleo cinzento, superfícies castanhas         |
|                                | VNSP-8  | Caneluras horizontais (numa faixa)                              | Copo hiperbolóide | Polida                   | Gama de cinzentos                              |
|                                | VNSP-9  | Caneluras horizontais (numa faixa)                              | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Gama de castanhos                              |
|                                | VNSP-10 | Caneluras horizontais   | Impercetível      | Alisada                  | Núcleo cinzento, superfícies castanhas         |
|                                | VNSP-11 | Caneluras horizontais   | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Núcleo cinzento, superfícies castanhas         |
|                                | VNSP-12 | Caneluras horizontais (numa faixa)                              | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Gama de cinzentos                              |
|                                | VNSP-13 | Caneluras horizontais   | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Gama de laranjas                               |
|                                | VNSP-14 | Caneluras horizontais   | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Gama de castanhos                              |
|                                | VNSP-15 | Caneluras horizontais   | Copo cilíndrico   | Alisada (erodida)        | Núcleo cinzento, superfície superior castanho  |
|                                | VNSP-16 | Caneluras horizontais   | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Núcleo cinzento, superfície superior castanho  |
|                                | VNSP-17 | Caneluras horizontais (numa faixa)                              | Copo hiperbolóide | Alisada                  | Núcleo com gama de cinzentos, superfícies bege |
|                                | VNSP-18 | Combinação de caneluras (horizontais e texturização ziguezague) | Copo cilíndrico   | Polida                   | Gama de castanhos                              |
|                                | VNSP-19 | Combinação de caneluras (faixa de caneluras horizontais e       | Copo cilíndrico   | Alisada                  | Gama de cinzentos                              |

|   |   |  |                |  |   |
|---|---|--|----------------|--|---|
|   |   | verticais)   |                |  |   |
|   | VNSP-20   | Caneluras em zigue-zague                                     | Impercetível   | Alisada                                | Núcleo cinzento, superfícies castanhas        |
|   | VNSP-21   | Caneluras em zigue-zague                                     | Impercetível   | Alisada                                | Gama de castanhos                             |
|   | VNSP-22   | Caneluras em zigue-zague                                     | Impercetível   | Alisada                                | Castanha                                      |
|   | VNSP-23   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Laranja                                       |
|   | VNSP-24   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Castanha                                      |
|   | VNSP-25   | Caneluras em zigue-zague                                     | Impercetível   | Alisada                                | Castanha                                      |
| VNSP-26   | Combinação de caneluras (horizontais e zigue-zague) | Copo cilíndrico  | Alisada        | Núcleo cinzento, superfícies castanhas |   |
| Calculítico Pleno - Folha-de-Acácia (em combinação com caneluras) | VNSP-27   | Caneluras horizontais (só uma na superfície)                 | Pote Elipsoide | Polida                                 | Gama de castanhos                             |
|   | VNSP-28   | Caneluras horizontais  | Pote esférico  | Aguada                                 | Gama de castanhos                             |
|   | VNSP-29   | Caneluras horizontais (numa faixa)                           | Pote esférico  | Alisada                                | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-30   | Caneluras horizontais (numa faixa)                           | Pote esférico  | Alisada                                | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-31   | Caneluras horizontais (numa faixa)                           | Pote esférico  | Alisada                                | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-32   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-33   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada (erodida)                      | Núcleo cinzento, superfície superior castanha |
|   | VNSP-34   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Núcleo cinzento, superfície superior castanha |
|   | VNSP-35   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-36   | Combinação de caneluras (horizontais, verticais e diagonais) | Impercetível   | Aguada                                 | Gama de castanhos                             |
|   | VNSP-37   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-38   | Caneluras horizontais  | Impercetível   | Aguada                                 | Castanha                                      |
|   | VNSP-39   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Castanha                                      |
|   | VNSP-40   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Alisada                                | Núcleo cinzento, superfícies laranja          |
|   | VNSP-41   | Combinação de caneluras (horizontais e diagonais)            | Impercetível   | Aguada                                 | Cinzenta                                      |
|   | VNSP-42   | Combinação de caneluras e impressões                         | Impercetível   | Alisada                                | Cinzenta                                      |

|         |                                  |   |  |                   |   |
|---------|----------------------------------|---|--|-------------------|---|
|         |                                  | ovulares em folha-de-acácia   |  |                   |   |
|         | VNSP-43                          | Combinação de caneluras e impressões ovulares em folha-de-acácia          | Impercetível   | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                   |
|         | VNSP-44                          | Combinação de caneluras e impressões ovulares em crucífera                | Impercetível   | Polida            | Castanha  |
|         | VNSP-45                          | Combinação de caneluras e impressões ovulares em folha-de-acácia          | Pote esférico  | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior laranja                    |
|         | VNSP-46                          | Combinação de caneluras e impressões ovulares em crucífera                | Impercetível   | Alisada           | Laranja   |
|         | VNSP-47                          | Combinação de caneluras e impressões ovulares em folha-de-acácia          | Pote esférico  | Alisada           | Cinzenta  |
|         | VNSP-48                          | Combinação de caneluras e impressões ovulares em folha-de-acácia          | Pote elipsoide   | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície inferior castanha                   |
|         | Calcolítico Final - Campaniforme | VNSP-49   | Faixa de pontilhado horizontal com banda lisa de zigue-zague | Vaso campaniforme | Alisada   |
| VNSP-50 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal com banda lisa de zigue-zague              | Taça   | Alisada           | Cinzenta  |
| VNSP-51 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal e diagonal com bandas lisas de zigue-zague | Tigela Calote  | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies laranja                            |
| VNSP-52 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal com banda lisa de zigue-zague              | Vaso campaniforme  | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies laranja                            |
| VNSP-53 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal com bandas lisas de zigue-zague            | Impercetível   | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior laranja                    |
| VNSP-54 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal com banda lisa de zigue-zague              | Impercetível   | Alisada           | Núcleo com gama de cinzentos, superfícies laranja               |
| VNSP-55 |                                  | Faixa de pontilhado cruzado e diagonal com banda lisa de zigue-zague      | Caçoila acampanada   | Alisada           | Núcleo com gama de bege e cinzento, superfície superior laranja |
| VNSP-56 |                                  | Faixa de pontilhado cruzado e diagonal com banda lisa de zigue-zague      | Impercetível   | Alisada           | Núcleo com gama de bege e cinzento, superfície superior laranja |
| VNSP-57 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal com bandas lisas de zigue-zague            | Impercetível   | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies laranja                            |
| VNSP-58 |                                  | Faixa de pontilhado horizontal com banda                                  | Caçoila acampanada   | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies laranja                            |

|  |         |   |                   |              |   |
|--|---------|---|-------------------|--------------|---|
|  |         | lisa de zigue-zague   |                   |              |   |
|  | VNSP-59 | Faixa de pontilhado horizontal com bandas lisas de triângulos         | Impercetível      | Alisada      | Cinzenta  |
|  | VNSP-60 | Faixa de pontilhado horizontal com bandas lisas de zigue-zague        | Impercetível      | Alisada      | Gama de castanhos   |
|  | VNSP-61 | Faixa com bandas pontilhadas de zigue-zague e triângulos              | Taça hemisférica  | Pasta branca | Castanha  |
|  | VNSP-62 | Incisões (horizontais e cruzadas)                                     | Impercetível      | Polida       | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                   |
|  | VNSP-63 | Incisões (horizontais e cruzadas)                                     | Impercetível      | Alisada      | Gama de castanho e laranja                                      |
|  | VNSP-64 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas cruzadas)  | Vaso campaniforme | Alisada      | Núcleo com gama de bege e cinzento, superfície superior laranja |
|  | VNSP-65 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas cruzadas)  | Vaso campaniforme | Alisada      | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                   |
|  | VNSP-66 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas cruzadas)  | Impercetível      | Alisada      | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                   |
|  | VNSP-67 | Pontilhado (uma faixa)  | Impercetível      | Alisada      | Núcleo com gama de cinzentos, superfície superior castanha      |
|  | VNSP-68 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Impercetível      | Alisada      | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                          |
|  | VNSP-69 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Impercetível      | Alisada      | Núcleo cinzento e castanho, superfícies laranja                 |
|  | VNSP-70 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Impercetível      | Alisada      | Gama de cinzentos   |
|  | VNSP-71 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Impercetível      | Alisada      | Gama de cinzentos   |
|  | VNSP-72 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Vaso campaniforme | Alisada      | Núcleo com gama de cinzentos, superfície superior castanha      |
|  | VNSP-73 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Impercetível      | Alisada      | Núcleo com gama de cinzentos, superfície superior castanha      |
|  | VNSP-74 | Tipo marítimo (faixas preenchidas com pontilhado em linhas diagonais) | Impercetível      | Polida       | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                          |
|  | VNSP-75 | Lisa  | Pote hemisférico  | Alisada      | Núcleo cinzento, superfícies                                    |

|                            |         |   |                   |                   |  |
|----------------------------|---------|---|-------------------|-------------------|--|
|                            |         |   |                   |                   | castanhas  |
|                            | VNSP-76 | Lisa  | Pote esférico     | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                           |
|                            | VNSP-77 | Alisamento grosseiro  | Vaso troncocónico | Espatulada        | Cinzenta   |
|                            | VNSP-78 | Lisa  | Pote esférico     | Polida            | Gama de cinzentos  |
|                            | VNSP-79 | Lisa  | Vaso troncocónico | Alisada           | Intercalações entre cinzento e castanho                          |
|                            | VNSP-80 | Lisa  | copo Cilindróide  | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                            | VNSP-81 | Lisa  | Pote esférico     | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                            | VNSP-82 | Lisa  | Pote hemisférico  | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies laranja                             |
|                            | VNSP-83 | Lisa  | Pote hemisférico  | Alisada           | Cinzenta   |
|                            | VNSP-84 | Lisa  | Vaso troncocónico | Alisada           | Laranja avermelhado  |
|                            | VNSP-85 | Alisamento grosseiro  | Pote hemisférico  | Espatulada        | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                           |
|                            | VNSP-86 | Lisa com mamilo   | Pote esférico     | Alisada           | Cinzenta clara   |
|                            | VNSP-87 | Lisa  | Taça              | Polida            | Gama de castanhos  |
| Outra Decoração            | VNSP-88 | Incisões profundas na superfície                                  | Pote esférico     | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                            | VNSP-89 | Incisões no fundo   | Prato             | Alisada           | Núcleo laranja, superfície superior castanha                     |
|                            | VNSP-90 | Incisões no fundo   | Prato             | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                            | VNSP-91 | Incisões horizontais e bandas preenchidas com incisões em espinha | Pote esférico     | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                    |
|                            | VNSP-92 | Caneluras horizontais   | Pote elipsoide    | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                           |
|                            | VNSP-93 | Incisões horizontais  | Impercetível      | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha e inferior laranja |
|                            | VNSP-94 | Incisões horizontais  | Pote esférico     | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                    |
|                            | VNSP-95 | Incisões horizontais  | Copo cilindróide  | Alisada           | Núcleo bege, superfícies laranja                                 |
|                            | VNSP-96 | Incisões horizontais e em espinha                                 | Impercetível      | Alisada           | Núcleo castanho, superfície superior laranja                     |
|                            | VNSP-97 | Digitação ungulada  | Impercetível      | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha                    |
|                            | VNSP-98 | Incisões  | Troço em cone     | Alisada           | Cinzenta-clara   |
| <b>PENEDO DO LEXIM</b>     |         |   |                   |                   |  |
| <b>Calcolítico Inicial</b> |         |   |                   |                   |  |
| Canelada                   | PL-1    | Caneluras horizontais   | copo              | Polida            | Castanha   |
|                            | PL-2    | Caneluras horizontais (numa faixa)                                | copo              | Polida            | Gama de castanhos  |
|                            | PL-3    | Caneluras horizontais   | copo              | Alisada           | Cinzenta   |
|                            | PL-4    | Caneluras horizontais   | Copo              | Alisada (erodida) | Gama de cinzentos  |
|                            | PL-5    | Caneluras horizontais   | Taça              | Alisada (erodida) | Cinzenta   |
|                            | PL-6    | Caneluras horizontais (numa faixa)                                | taça em calote    | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                           |
| Lisa                       | PL-7    | Lisa  | Prato             | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                            | PL-8    | Lisa  | Taça              | Alisada           | Núcleo castanho, superfície inferior cinzento                    |
|                            | PL-9    | Lisa  | Pote              | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície                                      |

|                                     |       |  |                       |                   |  |
|-------------------------------------|-------|--|-----------------------|-------------------|--|
|                                     |       |  |                       |                   | superior castanha  |
|                                     | PL-10 | Lisa   | Taça em calote        | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies Laranja                       |
|                                     | PL-11 | Lisa   | Prato                 | Alisada           | Castanha   |
|                                     | PL-12 | Lisa   | Taça                  | Alisada           | Castanha   |
| <b>Calcolítico Pleno</b>            |       |  |                       |                   |  |
| Folha-de-acácia                     | PL-13 | Impressões ovalares em folha-de-acácia                           | Impercetível          | Alisada           | Castanha   |
|                                     | PL-14 | Combinação de caneluras e impressões ovalares em folha-de-acácia | Pote                  | Alisada           | Castanha   |
|                                     | PL-15 | Impressões ovalares em folha-de-acácia                           | Impercetível          | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                                     | PL-16 | Impressões ovalares em folha-de-acácia                           | Impercetível          | Alisada           | Pequeno núcleo cinzento e envolvente de castanho e laranja |
|                                     | PL-17 | Caneluras horizontais  | Impercetível          | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha              |
|                                     | PL-18 | Caneluras horizontais  | Pote                  | Alisada           | Cinzenta   |
|                                     | PL-19 | Caneluras horizontais  | Pote                  | Alisada (erodida) | Núcleo cinzento, superfície superior castanha              |
| Outra Decoração                     | PL-20 | Outra decoração (Incisões organizadas de forma geométrica)       | Impercetível          | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                     |
|                                     | PL-21 | Outra decoração (Incisões organizadas de forma geométrica)       | Impercetível          | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                     |
|                                     | PL-22 | Outra decoração (Incisões organizadas de forma geométrica)       | Impercetível          | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                                     | PL-23 | Outra decoração (Incisões organizadas de forma geométrica)       | Impercetível          | Alisada (erodida) | Laranja avermelhado  |
| Lisa                                | PL-24 | Lisa   | Taça                  | Alisada           | Castanha   |
|                                     | PL-25 | Lisa   | Taça                  | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                                     | PL-26 | Lisa   | Taça                  | Alisada           | Castanha   |
|                                     | PL-27 | Lisa   | Taça                  | Alisada           | Castanha   |
|                                     | PL-28 | Lisa   | Taça                  | Aguada            | Gama de cinzentos  |
|                                     | PL-29 | Lisa   | Pote                  | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha              |
| <b>ESPARGUEIRA</b>                  |       |  |                       |                   |  |
| Neolítico Final/Calcolítico Inicial | EPR-1 | Orifício de secção troncocónica (Perfuração)                     | Vaso romboide convexo | Alisada (erodida) | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                     |
|                                     | EPR-2 | Não  | Taça com carena alta  | Aguada            | Castanha   |
|                                     | EPR-3 | Não  | Taça carenada         | Alisada (erodida) | Gama de castanhos  |
|                                     | EPR-4 | Não  | Taça carenada         | Espatulada        | Núcleo cinzento, superfície inferior castanha              |
|                                     | EPR-5 | Não  | Taça carenada         | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                     |
|                                     | EPR-6 | Não  | Taça carenada         | Alisada           | Laranja  |
|                                     | EPR-7 | Não  | Taça carenada         | Alisada           | Castanha   |
|                                     | EPR-8 | Não  | Taça carenada         | Alisada           | Gama de castanhos  |
|                                     | EPR-9 | Não  | Taça carenada         | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas                     |

|                   |        |  |                           |                   |   |
|-------------------|--------|--|---------------------------|-------------------|---|
|                   | EPR-10 | Não  | Taça carenada             | Alisada           | Castanha                                      |
|                   | EPR-11 | Não  | Taça carenada             | Alisada           | Gama de castanhos                             |
|                   | EPR-12 | Não  | Vaso troncocónico convexo | Espatulada        | Gama de castanhos                             |
| <b>BAÚTAS</b>     |        |  |                           |                   |   |
| Calcólítico Pleno | BAT-1  | Impressões ovalares em folha-de-acácia                           | Impercetível              | Alisada           | Cinzenta                                      |
|                   | BAT-2  | Caneluras horizontais  | Pote                      | Alisada (erodida) | Gama de castanhos                             |
|                   | BAT-3  | Caneluras horizontais  | Pote                      | Alisada (erodida) | Cinzenta                                      |
|                   | BAT-4  | Combinação de caneluras e impressões ovalares em folha-de-acácia | Impercetível              | Alisada           | Castanha                                      |
|                   | BAT-5  | Combinação de caneluras e impressões ovalares em folha-de-acácia | Impercetível              | Alisada           | Núcleo cinzento, superfícies castanhas        |
|                   | BAT-6  | Combinação de caneluras e impressões ovalares em crucífera       | Impercetível              | Alisada (erodida) | Núcleo cinzento, superfícies castanhas        |
|                   | BAT-7  | Combinação de caneluras e impressões ovalares em crucífera       | Impercetível              | Aguada            | Gama de castanhos                             |
|                   | BAT-8  | Combinação de caneluras e impressões ovalares em folha-de-acácia | Impercetível              | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha |
|                   | BAT-9  | Impressões ovalares em folha-de-acácia                           | Impercetível              | Alisada           | Núcleo cinzento, superfície superior castanha |
|                   | BAT-10 | Combinação de caneluras e impressões ovalares em crucífera       | Impercetível              | Aguada            | Núcleo cinzento, superfícies castanhas        |



# ANEXO B.1

## – ANÁLISE TEXTURAL –

### Geometria das inclusões

*Geometria: angular – facetas todas angulares; sub-angular – facetas sobretudo angulares, mas com duas ou três facetas roladas; sub-rolada – facetas sobretudo roladas, mas com duas ou três facetas angulares; rolada - facetas todas roladas (adaptado de LITTLE, 1990, p. 61)*

|                               | Nº      | Angular | Sub-angular | Sub-rolado | Rolado      | Maioritariamente             | Obs.:                        |
|-------------------------------|---------|---------|-------------|------------|-------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>VILA NOVA DE SÃO PEDRO</b> |         |         |             |            |             |                              |                              |
| CANELADA                      | VNSP-1  | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas agulhadas escuras |
|                               | VNSP-2  | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-3  | x       | x           | x          | -           | Sub-angular                  | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-4  | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-5  | x       | x           | -          | -           | Angular                      |                              |
|                               | VNSP-6  | -       | -           | x          | x           | Rolado                       |                              |
|                               | VNSP-7  | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-8  | -       | x           | x          | x           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-9  | -       | x           | x          | x           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-10 | -       | x           | x          | -           | Sub-angular                  |                              |
|                               | VNSP-11 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-12 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-13 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-14 | -       | x           | x          | x           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-15 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas agulhadas claras  |
|                               | VNSP-16 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-17 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-18 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-19 | -       | x           | x          | -           | Sub-angular                  |                              |
|                               | VNSP-20 | -       | x           | x          | x           | Sub-angular                  |                              |
|                               | VNSP-21 | -       | x           | x          | -           | Sub-angular                  |                              |
|                               | VNSP-22 | -       | x           | x          | x           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-23 | -       | x           | x          | -           | Sub-angular                  | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-24 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   | Partículas escuras em agulha |
|                               | VNSP-25 | -       | x           | x          | x           | Sub-rolado                   |                              |
|                               | VNSP-26 | -       | x           | x          | -           | Sub-rolado                   |                              |
| VNSP-27                       | -       | x       | x           | -          | Sub-angular |                              |                              |
| VNSP-28                       | -       | x       | x           | -          | Sub-rolado  |                              |                              |
| VNSP-29                       | -       | x       | x           | -          | Sub-angular |                              |                              |
| VNSP-30                       | -       | x       | x           | -          | Sub-angular |                              |                              |
| VNSP-31                       | -       | x       | x           | -          | Sub-angular | Partículas escuras em agulha |                              |

|              |         |         |   |   |   |             |  |
|--------------|---------|---------|---|---|---|-------------|--|
|              | VNSP-32 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-33 | -       | x | x | - | Sub-angular | Partículas escuras em agulha                                   |
|              | VNSP-34 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-35 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-36 | -       | x | x | - | Sub-angular | Partículas escuras em agulha                                   |
|              | VNSP-37 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-38 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-39 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-40 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-41 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-42 | -       | x | x | - | Sub-rolado  | Polimento deficiente pela pouca coesão que amostra apresentava |
|              | VNSP-43 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-44 | -       | x | x | - | Sub-angular | Partículas escuras em agulha                                   |
|              | VNSP-45 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
| CAMPANIFORME | VNSP-46 | -       | x | x | - | Sub-angular | Partículas escuras em agulha                                   |
|              | VNSP-47 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-48 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-49 | -       | x | x | x | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-50 | -       | x | x | x | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-51 | -       | x | x | - | Sub-angular | Partículas escuras em agulha                                   |
|              | VNSP-52 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-53 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-54 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-55 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-56 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-57 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-58 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-59 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-60 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-61 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-62 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-63 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-64 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-65 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-66 | -       | x | x | - | Sub-angular | Partículas escuras em agulha                                   |
|              | VNSP-67 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-68 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-69 | -       | x | x | - | Sub-rolado  |  |
|              | VNSP-70 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-71 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-72 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-73 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | VNSP-74 | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
|              | LISA    | VNSP-75 | - | x | x | -           | Sub-rolado   |
| VNSP-76      |         | -       | x | x | - | Sub-angular |  |
| VNSP-77      |         | x       | x | x | - | Sub-angular |  |
| VNSP-78      |         | -       | x | x | x | Sub-rolado  |  |

|                          |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
|--------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------------|------------------------------|
|                          | VNSP-79        | -              | x                  | x                 | x             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-80        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | VNSP-81        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-82        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-83        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-84        | x              | x                  | x                 | x             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-85        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-86        | x              | x                  | -                 | -             | Angular                 |                              |
|                          | VNSP-87        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
| OUTRA DECORAÇÃO          | VNSP-88        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-89        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                          | VNSP-90        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                          | VNSP-91        | x              | x                  | x                 | x             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-92        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                          | VNSP-93        | x              | x                  | x                 | x             | Sub-angular             |                              |
|                          | VNSP-94        | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                          | VNSP-95        | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                          | VNSP-96        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | VNSP-97        | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
| VNSP-98                  | -              | -              | x                  | x                 | Sub-rolado    |                         |                              |
| <b>PENEDO DO LEXIM</b>   |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
|                          | <b>Amostra</b> | <b>Angular</b> | <b>Sub-angular</b> | <b>Sub-rolado</b> | <b>Rolado</b> | <b>Maioritariamente</b> | <b>Obs.:</b>                 |
| Calcolítico Inicial      |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
| Canelada                 | PL-1           | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-2           | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-3           | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | PL-4           | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | PL-5           | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-6           | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
| Lisa                     | PL-7           | -              | -                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-8           | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                          | PL-9           | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-10          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-11          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                          | PL-12          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
| <b>Calcolítico Pleno</b> |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
| Folha-de-Acácia          | PL-13          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                          | PL-14          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                          | PL-15          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                          | PL-16          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                          | PL-17          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                          | PL-18          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | PL-19          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
| Decor                    | PL-20          | x              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                          | PL-21          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |

|                                     |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
|-------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------------|------------------------------|
|                                     | PL-22          | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | PL-23          | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
| Lisa                                | PL-24          | x              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                                     | PL-25          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | PL-26          | -              | -                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | PL-27          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                                     | PL-28          | -              | -                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | PL-29          | -              | -                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
| <b>ESPARGUEIRA</b>                  |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
|                                     | <b>Amostra</b> | <b>Angular</b> | <b>Sub-angular</b> | <b>Sub-rolado</b> | <b>Rolado</b> | <b>Maioritariamente</b> | <b>Obs.:</b>                 |
| Neolítico Final/Calcolítico Inicial | EPR-1          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                                     | EPR-2          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                                     | EPR-3          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                                     | EPR-4          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                                     | EPR-5          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                                     | EPR-6          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | EPR-7          | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | EPR-8          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | EPR-9          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                                     | EPR-10         | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                                     | EPR-11         | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                                     | EPR-12         | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
| <b>BAÚTAS</b>                       |                |                |                    |                   |               |                         |                              |
|                                     | <b>Amostra</b> | <b>Angular</b> | <b>Sub-angular</b> | <b>Sub-rolado</b> | <b>Rolado</b> | <b>Maioritariamente</b> | <b>Obs.:</b>                 |
| Calcolítico Pleno                   | BAT-1          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                                     | BAT-2          | -              | x                  | x                 | x             | Sub-angular             |                              |
|                                     | BAT-3          | -              | -                  | x                 | x             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | BAT-4          | -              | -                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                                     | BAT-5          | x              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              |                              |
|                                     | BAT-6          | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             | Partículas escuras em agulha |
|                                     | BAT-7          | -              | x                  | x                 | x             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                                     | BAT-8          | x              | x                  | x                 | -             | Sub-rolado              | Partículas escuras em agulha |
|                                     | BAT-9          | x              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |
|                                     | BAT-10         | -              | x                  | x                 | -             | Sub-angular             |                              |

## ANEXO B.2

### – ANÁLISE TEXTURAL –

#### Tamanho das inclusões

*Dimensões dos grãos (RIEDERER, 2004, p,153),*

|                               | Nº      | Denso<br><0,1 mm | Grão<br>fino<br>0,1 mm-0,33<br>mm | Grão<br>pequeno<br>0,33 mm-1 mm | Grão<br>médio<br>1 mm-<br>3,3 mm | Grão<br>grossoiro<br>3,3 mm-10 mm | Maioritariamente | Obs: |
|-------------------------------|---------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|------|
| <b>VILA NOVA DE SÃO PEDRO</b> |         |                  |                                   |                                 |                                  |                                   |                  |      |
| <b>CANELADA</b>               | VNSP-1  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-2  | X                | X                                 | X                               | -                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-3  | X                | X                                 | X                               | X                                | X                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-4  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-5  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-6  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-7  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-8  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-9  | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-10 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-11 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-12 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-13 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-14 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-15 | X                | X                                 | X                               | -                                | -                                 | Denso            |      |
|                               | VNSP-16 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-17 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-18 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-19 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-20 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-21 | X                | X                                 | X                               | X                                | X                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-22 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-23 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-24 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-25 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-26 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Fino             |      |
| <b>FOLHA-DE-ACÁCIA</b>        | VNSP-27 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-28 | X                | X                                 | X                               | X                                | X                                 | Fino             |      |
|                               | VNSP-29 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-30 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-31 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-32 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-33 | X                | X                                 | X                               | X                                | -                                 | Pequeno          |      |
|                               | VNSP-34 | X                | X                                 | X                               | -                                | -                                 | Fino             |      |

|              |         |   |   |   |   |   |         |  |
|--------------|---------|---|---|---|---|---|---------|--|
| CAMPANIFORME | VNSP-35 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-36 | X | X | X | X | X | Pequeno |  |
|              | VNSP-37 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-38 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-39 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-40 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-41 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-42 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-43 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-44 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-45 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-46 | X | X | X | - | - | Fino    |  |
|              | VNSP-47 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-48 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
| CAMPANIFORME | VNSP-49 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-50 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-51 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-52 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-53 | x | X | X | X | - | Denso   |  |
|              | VNSP-54 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-55 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-56 | X | X | X | - | - | Fino    |  |
|              | VNSP-57 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-58 | X | X | X | X | - | Denso   |  |
|              | VNSP-59 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-60 | X | X | X | - | - | Denso   |  |
|              | VNSP-61 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-62 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-63 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-64 | X | X | X | - | - | Fino    |  |
|              | VNSP-65 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-66 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-67 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-68 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-69 | X | X | X | - | - | Denso   |  |
|              | VNSP-70 | X | X | X | X | X | Fino    |  |
|              | VNSP-71 | X | X | X | - | - | Denso   |  |
|              | VNSP-72 | X | X | X | - | - | Fino    |  |
|              | VNSP-73 | X | X | X | - | - | Denso   |  |
|              | VNSP-74 | X | X | X | X | - | Denso   |  |
| LISA         | VNSP-75 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-76 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-77 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-78 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-79 | X | X | X | X | - | Pequeno |  |
|              | VNSP-80 | X | X | X | X | - | Denso   |  |
|              | VNSP-81 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-82 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-83 | X | X | X | X | - | Fino    |  |
|              | VNSP-84 | X | X | X | X | - | Fino    |  |

|                            |           |                         |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |   |
|----------------------------|-----------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---|
|                            | VNSP-85   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | VNSP-86   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 | Possui muitos grãos médios                  |
|                            | VNSP-87   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Denso                   |   |
| OUTRA DECORAÇÃO            | VNSP-88   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Denso                   |   |
|                            | VNSP-89   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | VNSP-90   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Denso                   |   |
|                            | VNSP-91   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | VNSP-92   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | VNSP-93   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | VNSP-94   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Denso                   |   |
|                            | VNSP-95   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | VNSP-96   | X                       | X                                  | X                                   | -                                | X                                     | Fino                    | Não possui grão médio, mas possui grosseiro |
|                            | VNSP-97   | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
| VNSP-98                    | X         | X                       | X                                  | X                                   | -                                | Fino                                  |                         |   |
| <b>PENEDO DO LEXIM</b>     |           |                         |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |   |
|                            | <b>Nº</b> | <b>Denso</b><br><0,1 mm | <b>Grão fino</b><br>0,1 mm-0,33 mm | <b>Grão pequeno</b><br>0,33 mm-1 mm | <b>Grão médio</b><br>1 mm-3,3 mm | <b>Grão grosseiro</b><br>3,3 mm-10 mm | <b>Maioritariamente</b> | <b>Obs:</b>                                 |
| <b>Calcolítico Inicial</b> |           |                         |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |   |
| Canelada                   | PL-1      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-2      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-3      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-4      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-5      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-6      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
| Lisa                       | PL-7      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-8      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-9      | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-10     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-11     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Denso                   |   |
|                            | PL-12     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
| <b>Calcolítico Pleno</b>   |           |                         |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |   |
| Folha-de-Acácia            | PL-13     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-14     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-15     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-16     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-17     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-18     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |   |
|                            | PL-19     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
| Outra Decoração            | PL-20     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-21     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-22     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
|                            | PL-23     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |
| i                          | PL-24     | X                       | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |   |

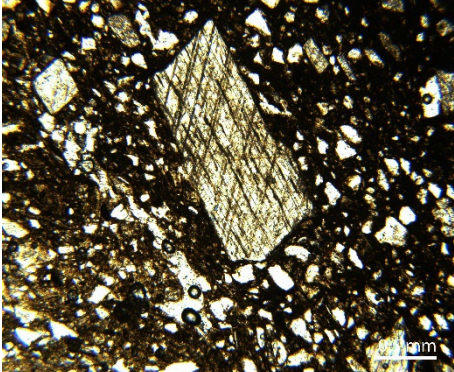
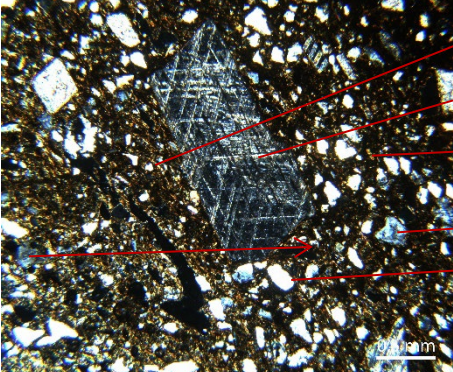
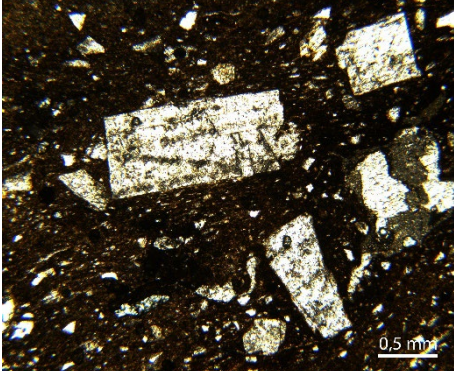
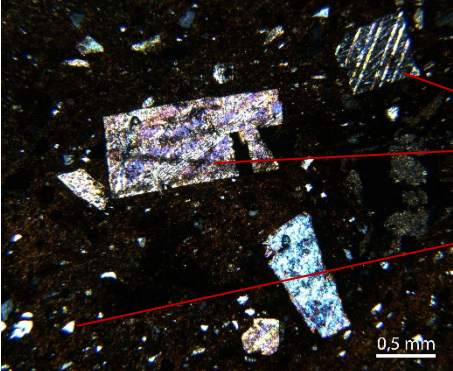
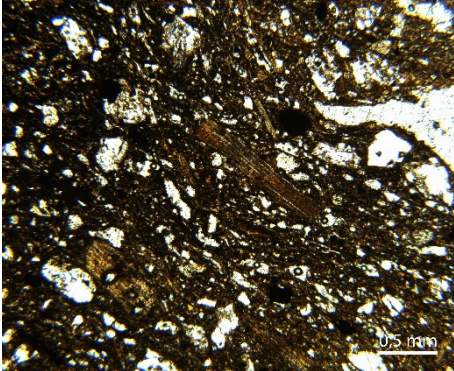
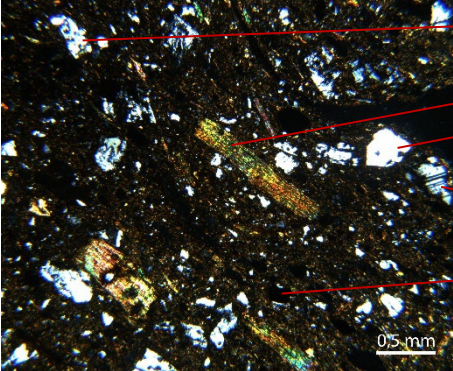
|                                     |           |                          |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |  |
|-------------------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|
|                                     | PL-25     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    | Matriz muito fina com esporádicos grãos médios           |
|                                     | PL-26     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | PL-27     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | PL-28     | X                        | X                                  | X                                   | -                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | PL-29     | X                        | X                                  | X                                   | -                                | -                                     | Fino                    |  |
| <b>ESPARGUEIRA</b>                  |           |                          |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |  |
|                                     | <b>Nº</b> | <b>Denso</b><br>-<0,1 mm | <b>Grão fino</b><br>0,1 mm-0,33 mm | <b>Grão pequeno</b><br>0,33 mm-1 mm | <b>Grão médio</b><br>1 mm-3,3 mm | <b>Grão grosseiro</b><br>3,3 mm-10 mm | <b>Maioritariamente</b> | <b>Obs:</b>  |
| Neolítico Final/Calcolítico Inicial | EPR-1     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | EPR-2     | X                        | X                                  | X                                   | -                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | EPR-3     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | EPR-4     | X                        | X                                  | X                                   | -                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | EPR-5     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 | Possui muitos grãos médios                               |
|                                     | EPR-6     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | EPR-7     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Denso                   |  |
|                                     | EPR-8     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | EPR-9     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | EPR-10    | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | EPR-11    | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | EPR-12    | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
| <b>BAÚTAS</b>                       |           |                          |                                    |                                     |                                  |                                       |                         |  |
|                                     | <b>Nº</b> | <b>Denso</b><br>-<0,1 mm | <b>Grão fino</b><br>0,1 mm-0,33 mm | <b>Grão pequeno</b><br>0,33 mm-1 mm | <b>Grão médio</b><br>1 mm-3,3 mm | <b>Grão grosseiro</b><br>3,3 mm-10 mm | <b>Maioritariamente</b> | <b>Obs:</b>  |
| Calcolítico Pleno                   | BAT-1     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | BAT-2     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | BAT-3     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    | Possui muitos grãos médios                               |
|                                     | BAT-4     | X                        | X                                  | X                                   | -                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | BAT-5     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | BAT-6     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | BAT-7     | X                        | X                                  | X                                   | -                                | -                                     | Pequeno                 | Não tem grãos médios, mas a matriz é sobretudo "pequena" |
|                                     | BAT-8     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |
|                                     | BAT-9     | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Pequeno                 |  |
|                                     | BAT-10    | X                        | X                                  | X                                   | X                                | -                                     | Fino                    |  |

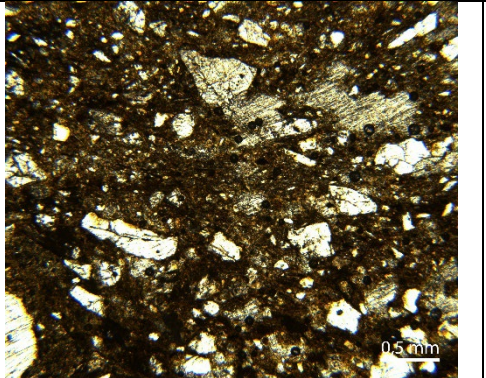
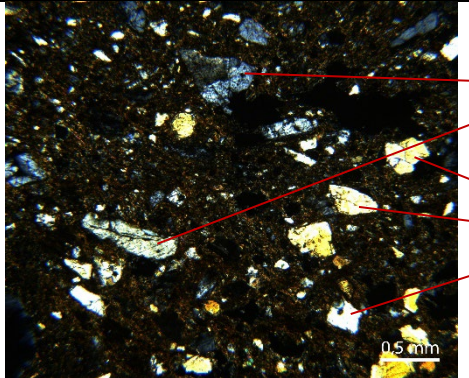
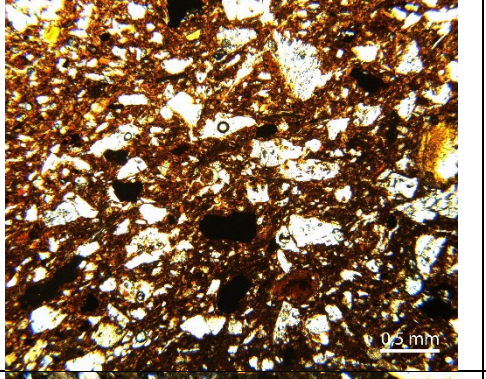
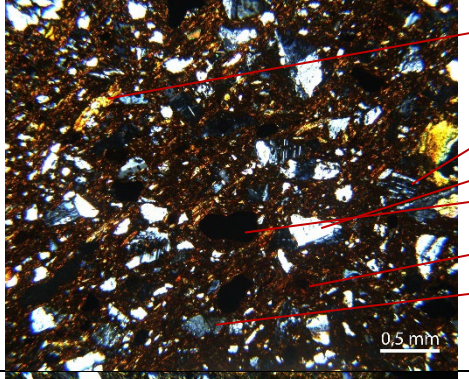
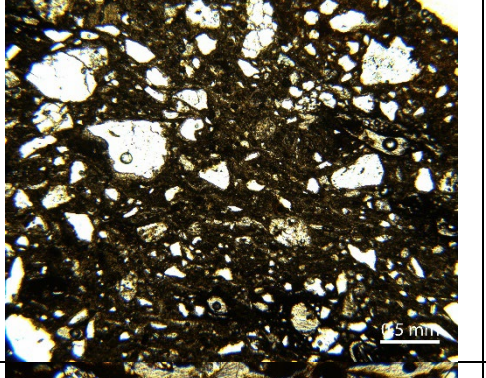
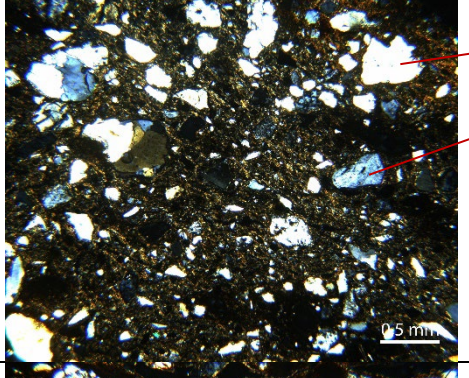
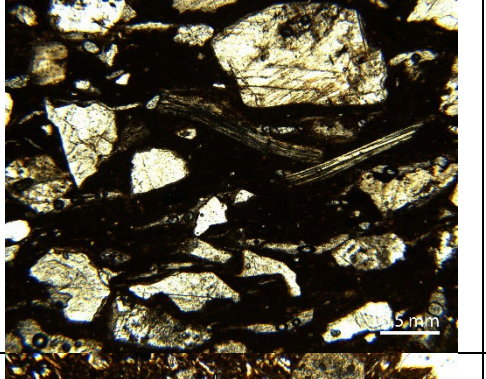
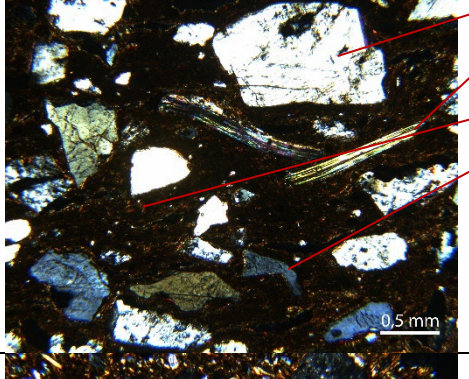
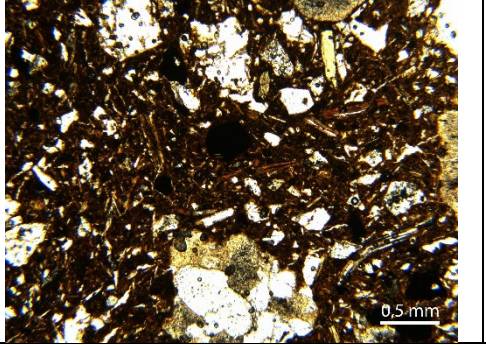
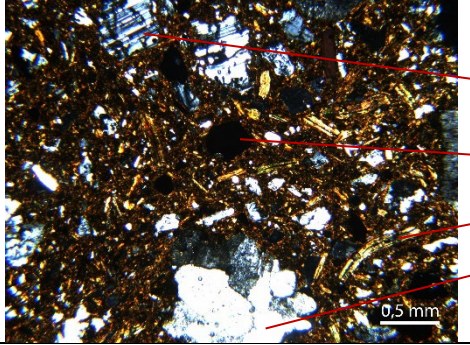
# ANEXO C.1

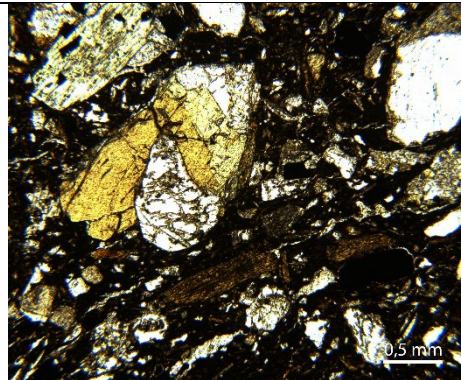
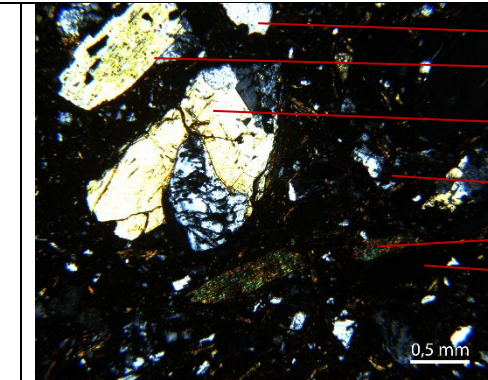
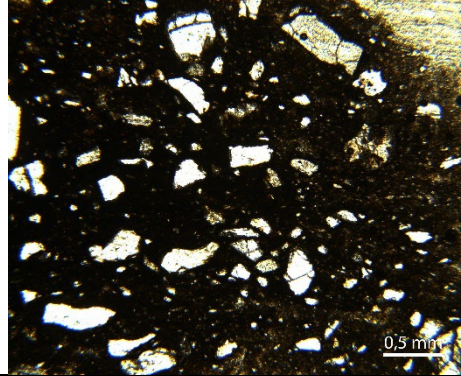
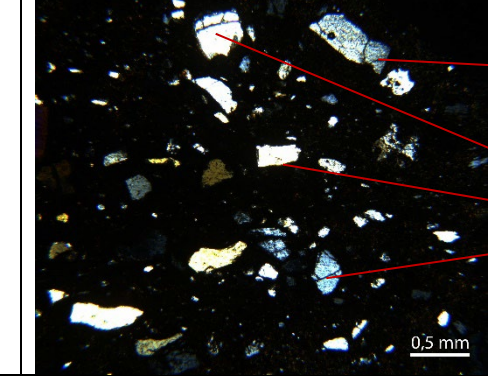
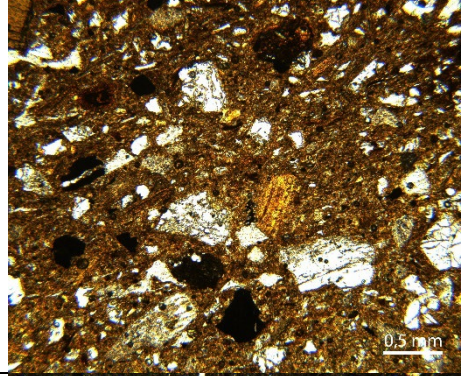
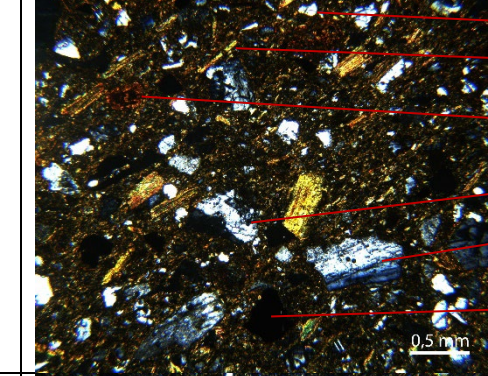
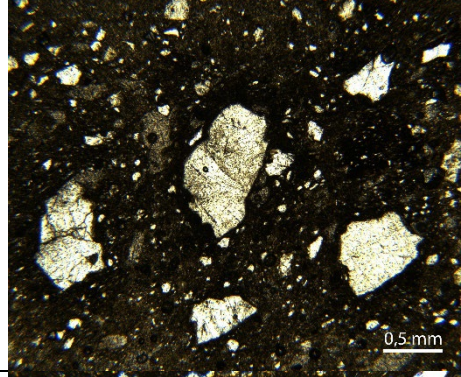
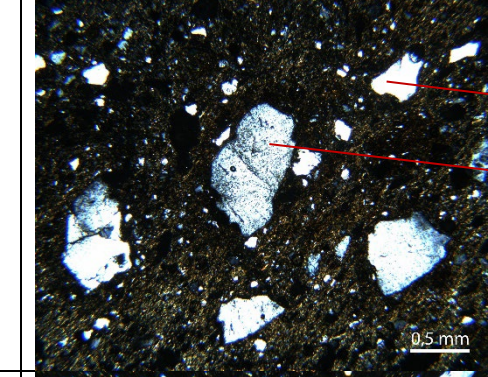
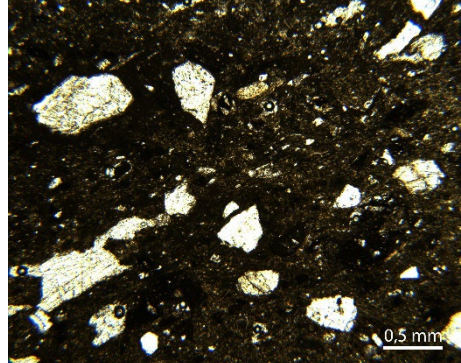
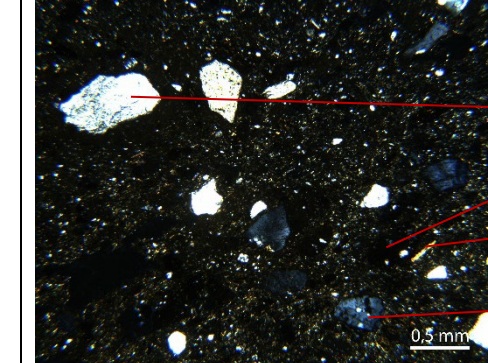
## – ANÁLISE MINERALÓGICA –

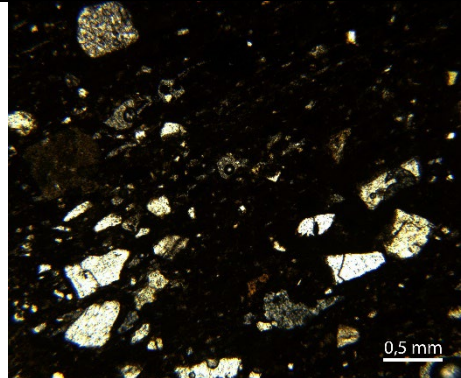
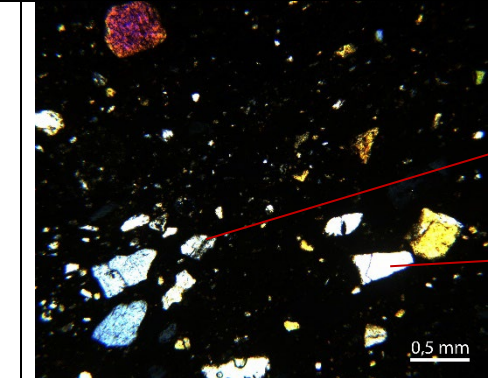
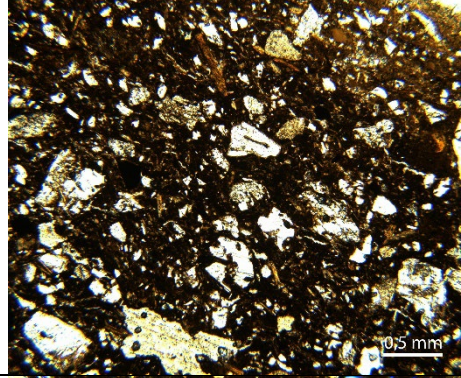
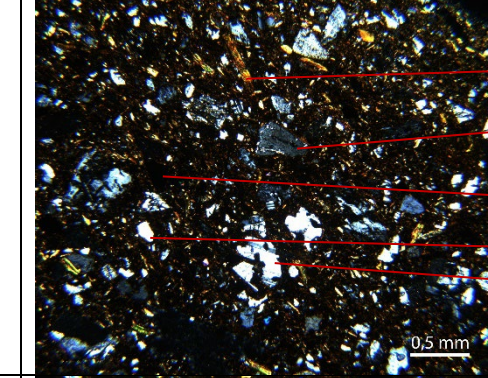
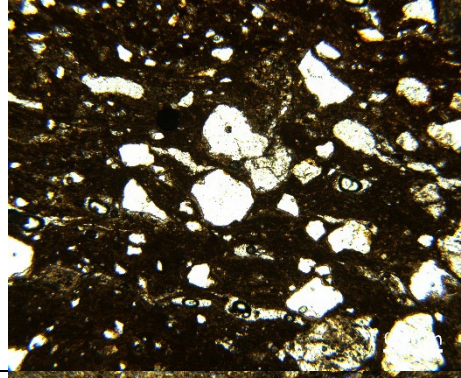
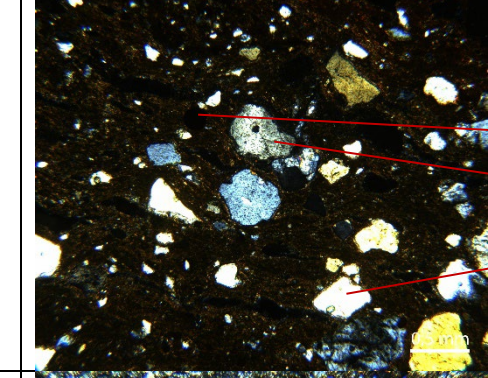
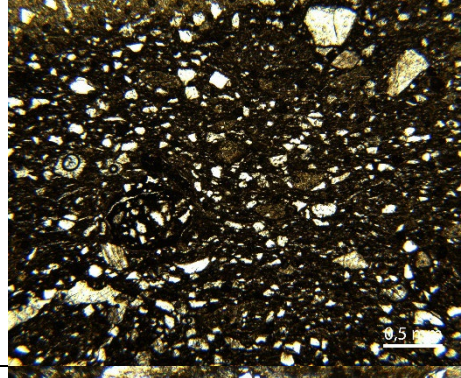
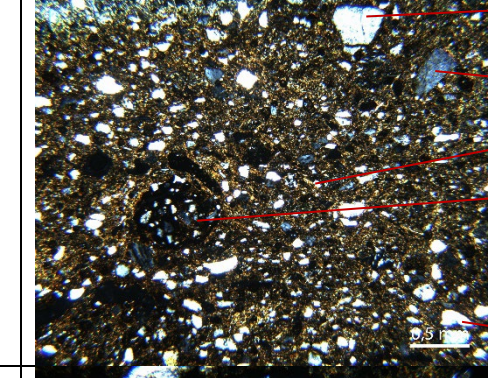
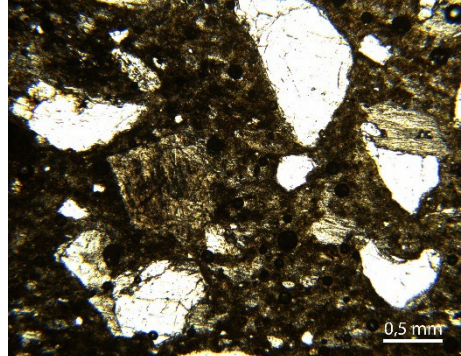
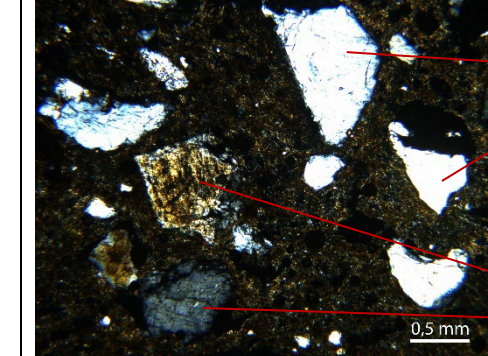
### Microscopia Petrográfica em Lâmina Delgada

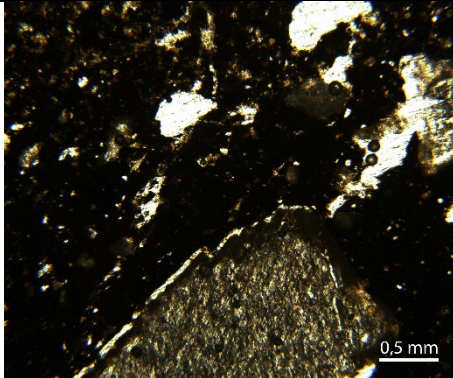
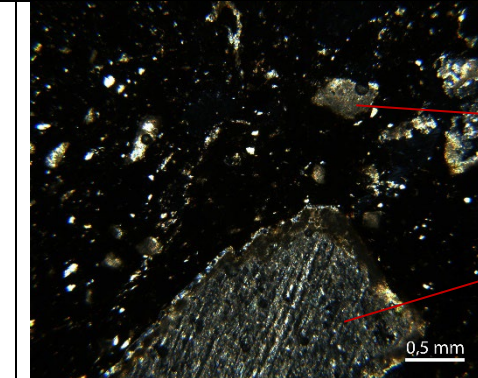
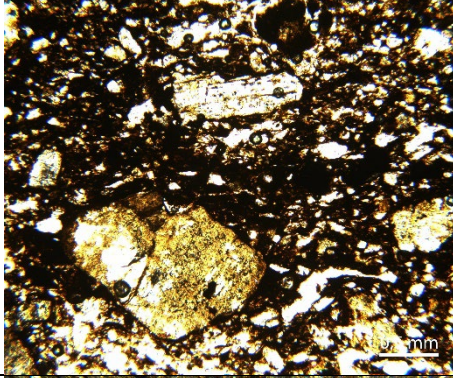
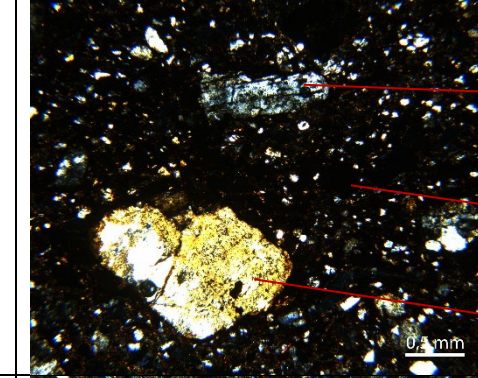
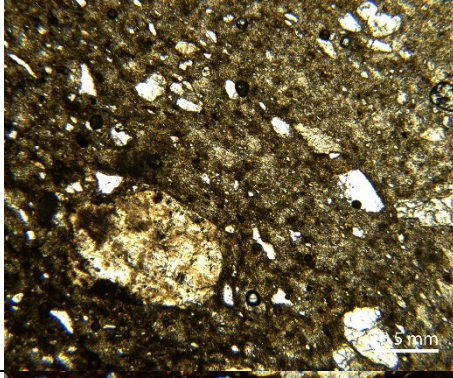
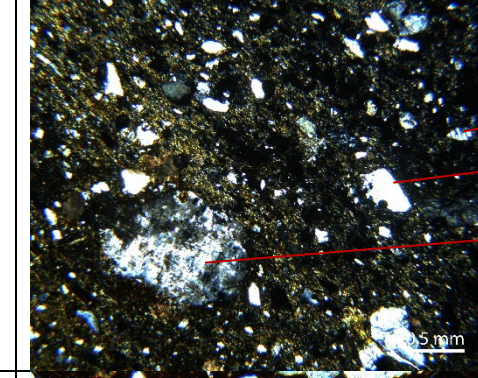
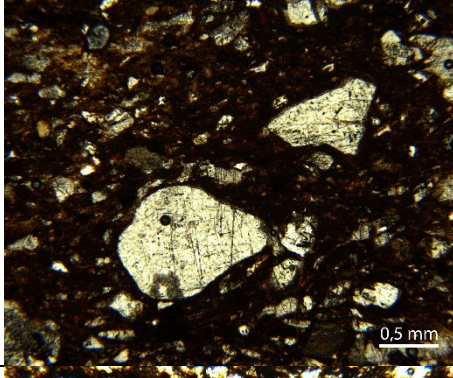
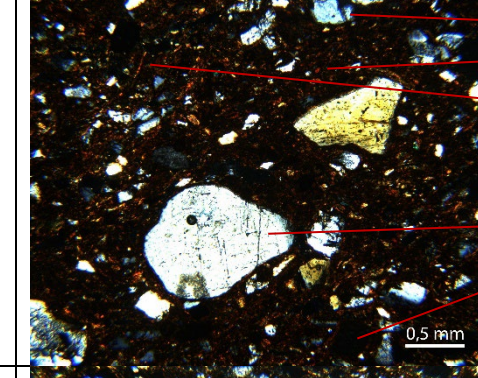
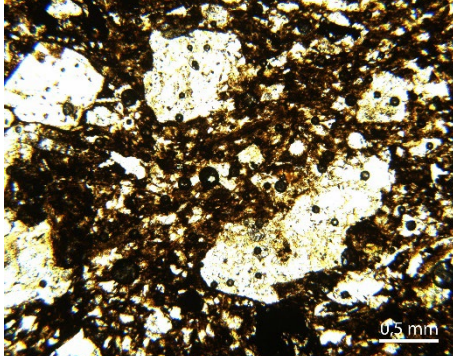
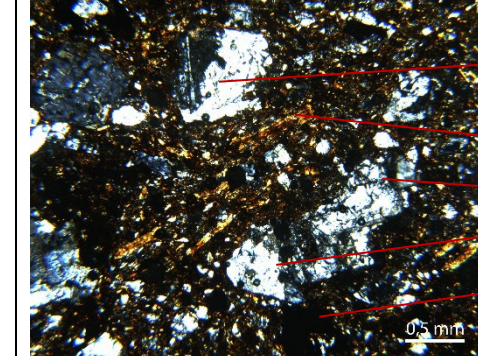
*Luz polarizada, ampliação de 5x.*

| Nº  | Nicóis paralelos  | Nicóis cruzados  | Identificação   |
|---|---|--|---|
| <b>Vila Nova de São Pedro (26 amostras)</b> |   |  |   |
| <b>VNSP-3</b>                               |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mica branca</li> <li>→ Mineral carbonatado</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Quartzo</li> </ul> <p>A amostra tem teores de CaO (13,2 %) mais altos que a média (4,5 %). Foi ainda identificado hematite, clorite. Mica branca pode ser moscovite ou paragonite.</p> |
| <b>VNSP-5</b>                               |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mineral carbonatado</li> <li>→ Quartzo</li> </ul> <p>A amostra tem teores de CaO (18,2 %) mais altos que a média (4,5 %). Foi identificada também mica branca e hematite.</p>  |
| <b>VNSP-19</b>                              |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Mineral opaco</li> </ul> <p>Foi identificada clorite (mineral de alteração da biotite com presença de K).</p>  |

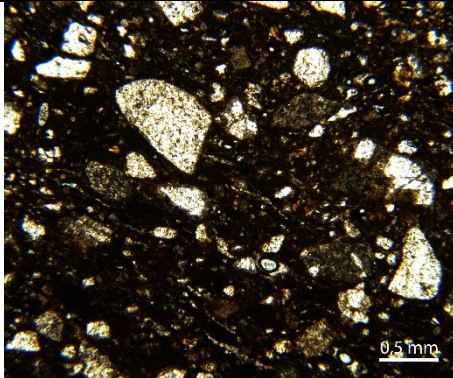
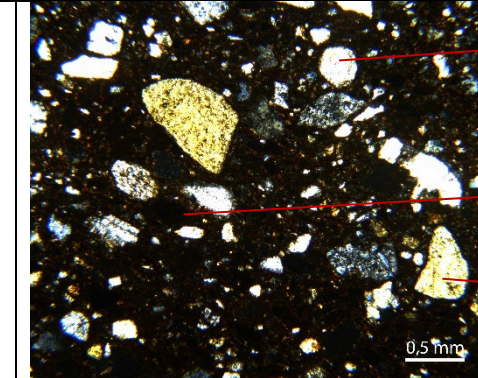
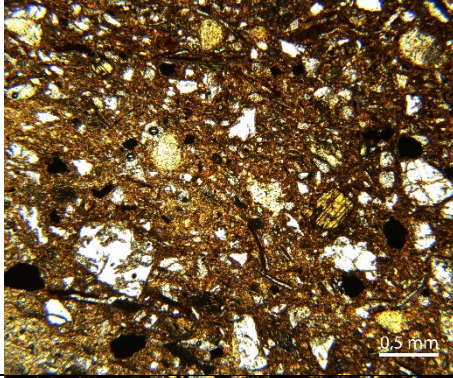
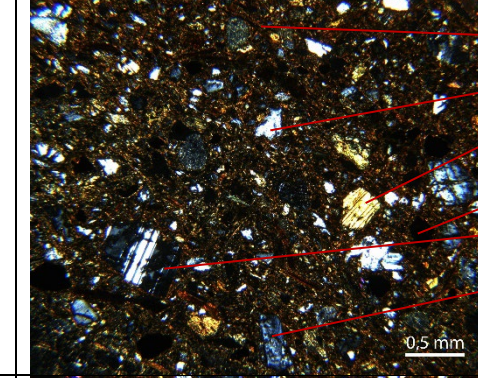
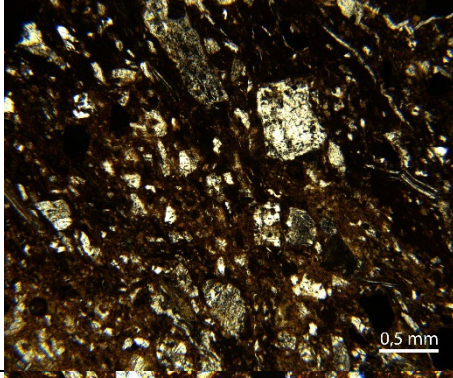
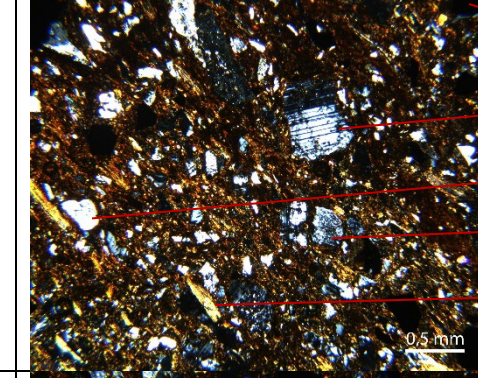
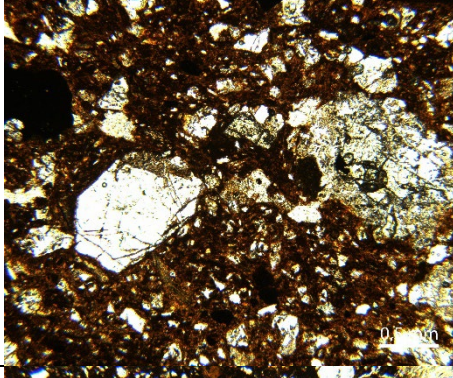
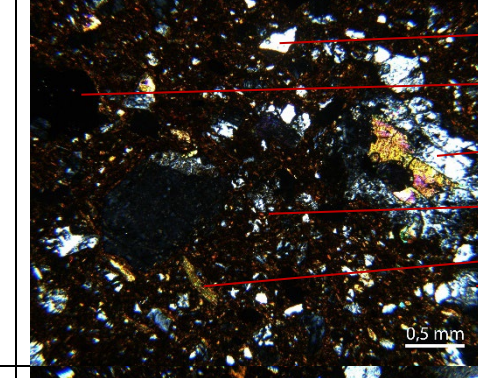
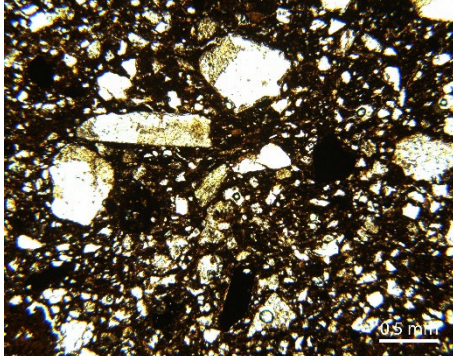
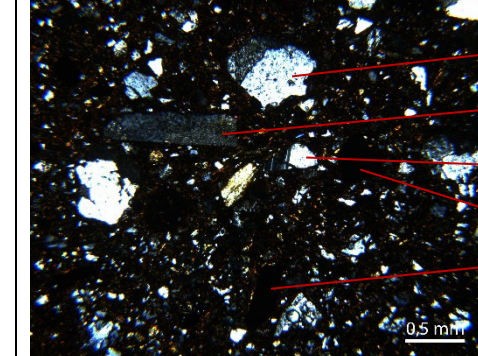
|         |   |  |   |
|---------|---|--|---|
| VNSP-22 |     |     | <p>Feldspato</p> <p>Quartzo</p> <p>Foi identificada plagioclase e hematite.</p>   |
| VNSP-23 |    |    | <p>Biotite</p> <p>Plagioclase</p> <p>Quartzo</p> <p>Mineral opaco</p> <p>Hematite</p> <p>Feldspato</p> <p>Foi identificada mica branca, clorite e epidoto.</p>  |
| VNSP-26 |   |   | <p>Quartzo</p> <p>Feldspato</p> <p>A amostra tem teores de SiO<sub>2</sub> (74,0 %) mais altos que a média (57,7 %). Foi identificada microclina.</p>   |
| VNSP-27 |  |  | <p>Quartzo</p> <p>Mica branca ou Silimanite</p> <p>Hematite</p> <p>Feldspato</p> <p>Foi identificada microclina, plagioclase e biotite clorizada. As inclusões encontram-se muito orientadas, corroborando com uma técnica de rolos. É possível ver a deformação de alguns minerais que terá de ter acontecido durante a cozedura, quando estes estão mais plásticos. Esta deformação só pode acontecer quando alguma pressão é feita, corroborando com a possibilidade de estarem várias cerâmicas sobrepostas durante a cozedura.</p> |
| VNSP-31 |  |  | <p>Feldspato</p> <p>Plagioclase</p> <p>Mineral opaco</p> <p>Biotite</p> <p>Quartzo</p> <p>Foi identificada hematite e anfíbola (provavelmente actinolite)</p>   |

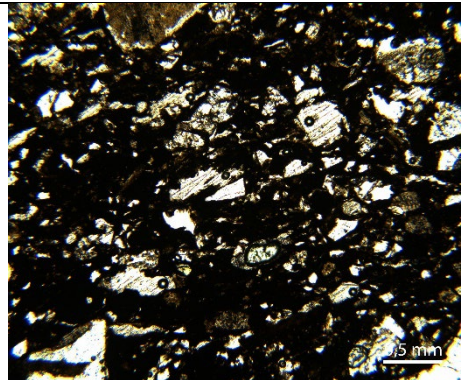
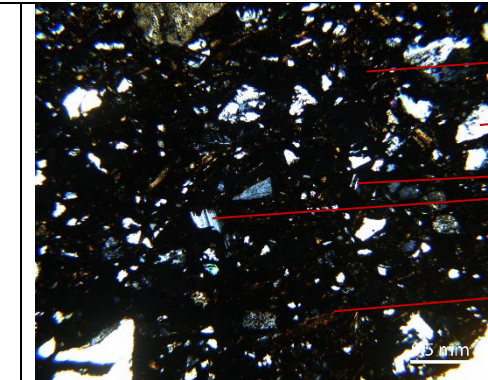
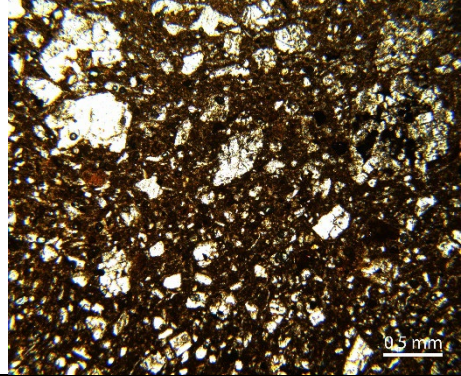
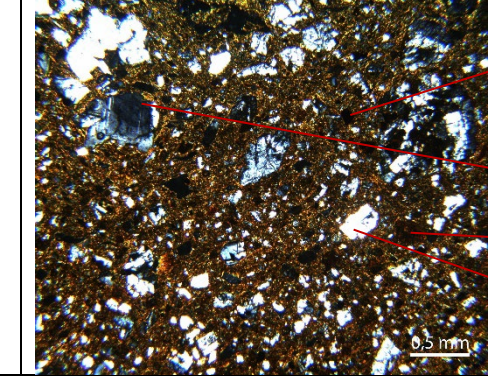
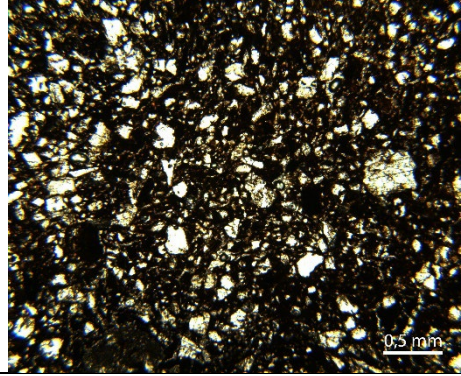
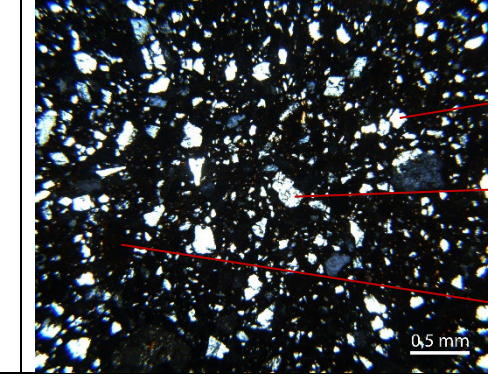
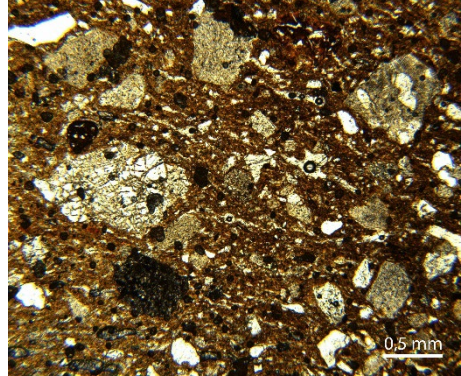
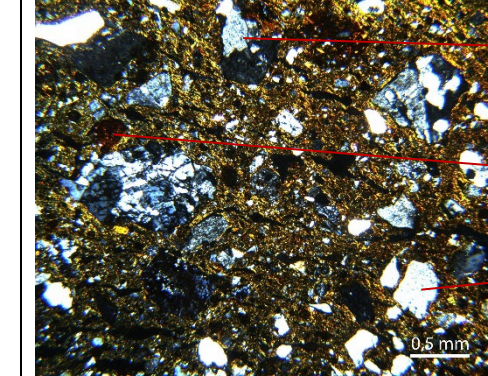
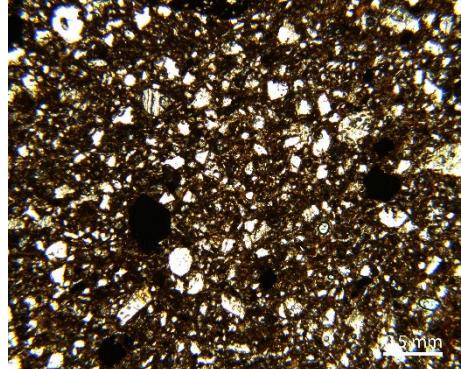
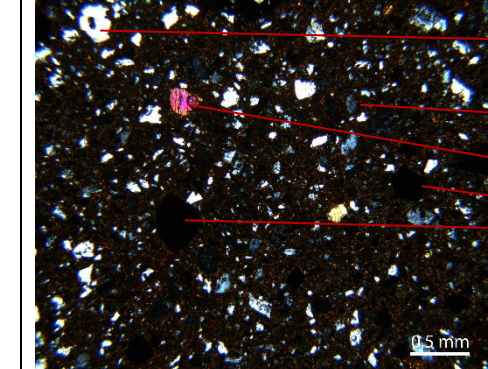
|         |   |  |   |
|---------|---|--|---|
| VNSP-37 |     |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Anfíbola cloritizada</li> <li>→ Fragmentos de granito</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Mineral opaco</li> </ul> <p>Foi identificada clorite, biotite cloritizada, e epidoto.</p> |
| VNSP-42 |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Quartzo</li> </ul> <p>Foi identificada microclina e provável epidoto.</p>   |
| VNSP-44 |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Hematite</li> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Mineral opaco</li> </ul>   |
| VNSP-53 |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Feldspato</li> </ul> <p>A amostra tem teores de SiO<sub>2</sub> (68,1 %) mais altos que a média (60,6 %). Foi identificada mica branca.</p>                                       |
| VNSP-56 |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Mica branca</li> <li>→ Feldspato</li> </ul>  |

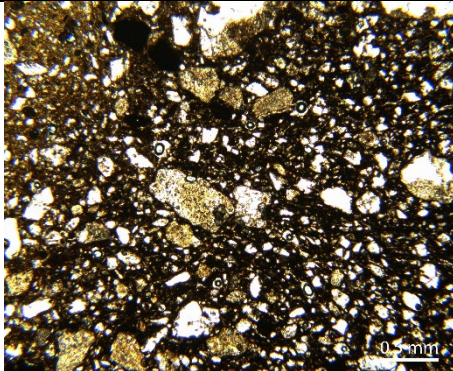
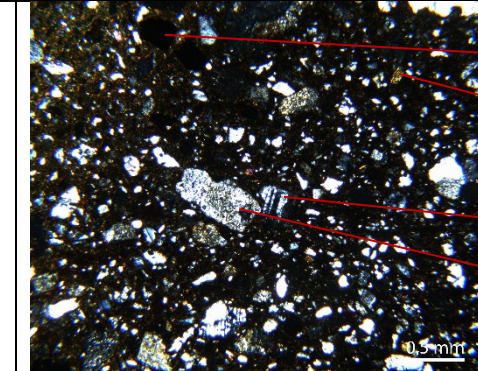
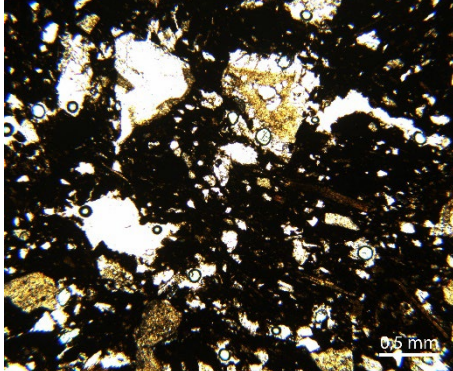
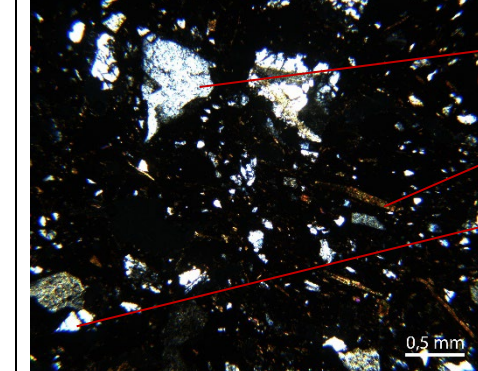
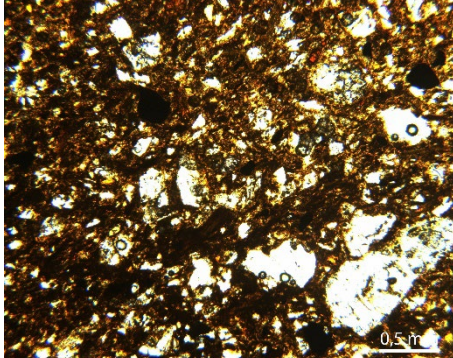
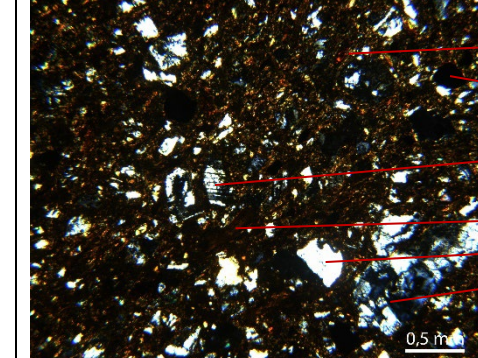
|         |   |  |   |
|---------|---|--|---|
| VNSP-61 |     |     | <p>→ Plagioclase</p> <p>→ Quartzo</p> <p>Foi identificada hematite e biotite cloritizada.</p>   |
| VNSP-62 |    |    | <p>→ Biotite</p> <p>→ Feldspato</p> <p>→ Mineral opaco</p> <p>→ Quartzo</p> <p>→ Plagioclase</p> <p>Foi identificada Anfibola (provavelmente actinolite) e piroxena, A amostra tem muito pouco quartzo. Parece provir de um gabro ou diorito.</p> |
| VNSP-63 |   |   | <p>→ Mineral opaco</p> <p>→ Feldspato</p> <p>→ Quartzo</p> <p>Muito quartzo e algum feldspato. Foi identificado um agregado de quartzo de pode ter vindo de um quartzito.</p>   |
| VNSP-65 |  |  | <p>→ Quartzo</p> <p>→ Feldspato</p> <p>→ Mica branca</p> <p>→ Chamote?</p> <p>→ Plagioclase</p>   |
| VNSP-79 |  |  | <p>→ Quartzo</p> <p>→ Feldspato</p>   |

|         |   |  |  |
|---------|---|--|--|
| VNSP-86 |     |     | <p>→ Feldspato</p> <p>Mineral carbonatado</p> <p>A amostra tem teores de CaO (21,2 %) mais altos que a média (7,7 %).</p>  |
| VNSP-87 |    |    | <p>→ Feldspato</p> <p>→ Mineral opaco</p> <p>→ Quartzo</p>   |
| VNSP-88 |   |   | <p>→ Plagioclase</p> <p>→ Quartzo</p> <p>→ Feldspato</p> <p>A amostra tem teores de CaO (10,5 %) ligeiramente mais altos que a média de VNSP (5,7 %).</p>  |
| VNSP-89 |  |  | <p>→ Plagioclase</p> <p>→ Hematite</p> <p>→ Biotite</p> <p>→ Quartzo</p> <p>→ Mineral opaco</p> <p>Foi identificada piroxena, epidoto e possível anfíbola</p>  |
| VNSP-92 |  |  | <p>→ Plagioclase</p> <p>→ Biotite</p> <p>→ Feldspato</p> <p>→ Quartzo</p> <p>→ Mineral opaco</p> <p>A amostra tem teores de Fe2O3 (13,7 %) mais altos que a média (7,7 %). Foi identificado epidoto.</p> |

|                                      |  |  |  |
|--------------------------------------|--|--|--|
| VNSP-95                              |  |  | <p>→ Quartzo</p> <p>→ Feldspato</p> <p>→ Mineral carbonatado</p> <p>A amostra tem teores de CaO (49,5 %) mais altos que a média de VNSP (5,7 %), e valore de SiO (24,8 %) mais baixos que a média (55,3%). Foi identificada plagioclase. O quartzo é encontrado em pouca quantidade.</p> |
| VNSP-96                              |  |  | <p>→ Feldspato</p> <p>→ Mica</p> <p>→ Quartzo</p>  |
| VNSP-98                              |  |  | <p>→ Mineral carbonatado</p> <p>→ Quartzo</p> <p>→ Mineral opaco</p> <p>A amostra tem teores de CaO (37,9 %) mais altos que a média de VNSP (5,7 %). Foi identificado feldspato, hematite e pertite (plagioclase no meio de feldspato).</p>  |
| <b>Penedo do Lexim (10 amostras)</b> |  |  |  |
| PL-2                                 |  |  | <p>→ Mineral opaco</p> <p>→ Quartzo</p> <p>→ Hematite</p> <p>→ Feldspato</p> <p>→ Plagioclase</p> <p>→ Anfíbola</p> <p>Foi identificada piroxena, epidoto, clorite, mica branca. Pouco quartzo. A anfíbola trata-se de actinolite.</p>   |
| PL-5                                 |  |  | <p>→ Quartzo</p> <p>→ Anfíbola</p> <p>→ Biotite</p> <p>→ Feldspato</p> <p>Pouco quartzo.</p>   |

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
| PL-7  |  <p>0.5 mm</p>    |  <p>0.5 mm</p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Feldspato</li> </ul>   |
| PL-8  |  <p>0.5 mm</p>   |  <p>0.5 mm</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Biotite</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Anfíbola</li> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Feldspato</li> </ul> <p>Pouco quartzo. Foi identificada piroxena e hematite.</p> |
| PL-13 |  <p>0.5 mm</p>  |  <p>0.5 mm</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Biotite</li> </ul> <p>Pouco quartzo. Foi identificada piroxena e anfíbola.</p>                     |
| PL-15 |  <p>0.5 mm</p> |  <p>0.5 mm</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Anfíbola</li> <li>→ Hematite</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Feldspato</li> </ul> <p>Pouco quartzo. Foi identificada clorite e epidoto.</p>      |
| PL-18 |  <p>0.5 mm</p> |  <p>0.5 mm</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Mineral opaco</li> </ul> <p>Foi identificada piroxena, anfíbola, biotite e mica branca.</p>                                 |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| PL-20                                    |     |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Biotite</li> </ul> <p>Foi identificada pertite e bocadinhos de granito. Parece material carbonoso.</p>                                   |
| PL-26                                    |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Hematite</li> <li>→ Quartzo</li> </ul> <p>Pouco quartzo.</p>  |
| PL-29                                    |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Mineral opaco</li> </ul> <p>Pouco quartzo.</p>  |
| <b>Espargueira e Baútas (5 amostras)</b> |   |  |  |
| EPR-6                                    |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Hematite</li> <li>→ Quartzo</li> </ul> <p>Matriz muito orientada.</p>  |
| EPR-7                                    |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Piroxena</li> <li>→ Mineral opaco</li> </ul> <p>Foi identificada uma amalgama (tipo chamote) de minerais opacos com feldspato. Também hematite e pouco quartzo.</p> |

|       |  |   |   |
|-------|--|---|---|
| EPR-9 |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Anfíbola</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Feldspato</li> </ul> <p>Foi identificada clorite. Pouco quartzo.</p>             |
| BAT-3 |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Feldspato</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Quartzo</li> </ul> <p>Foi identificado epidoto, plagioclase. Pouco quartzo.</p>                              |
| BAT-4 |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Hematite</li> <li>→ Mineral opaco</li> <li>→ Plagioclase</li> <li>→ Biotite</li> <li>→ Quartzo</li> <li>→ Feldspato</li> </ul> <p>Pouco quartzo.</p> |





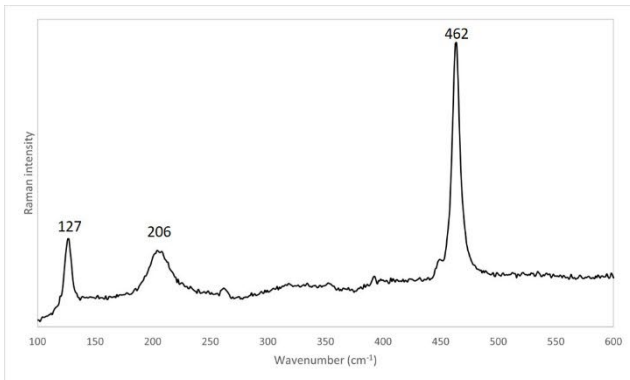


# ANEXO C.3

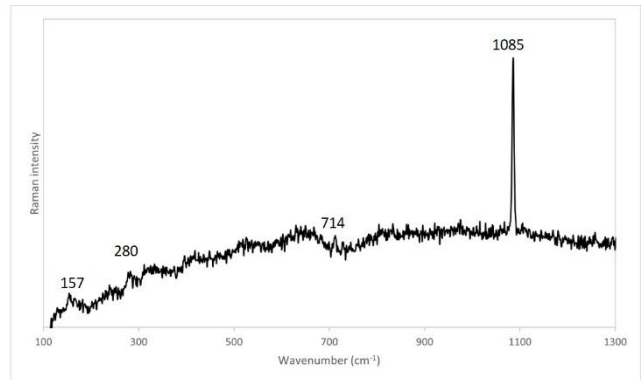
## – ANÁLISE MINERALÓGICA –

### Microespectroscopia Raman

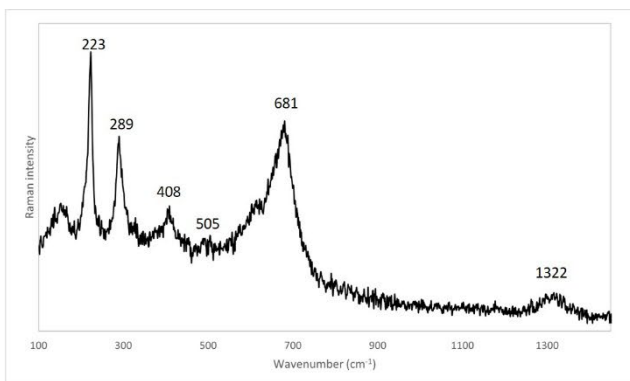
Espectros referentes aos principais minerais identificados por Microespectroscopia Raman.



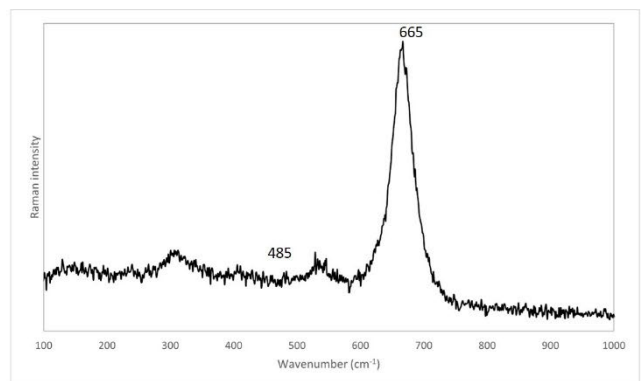
VN-75: Quartzo



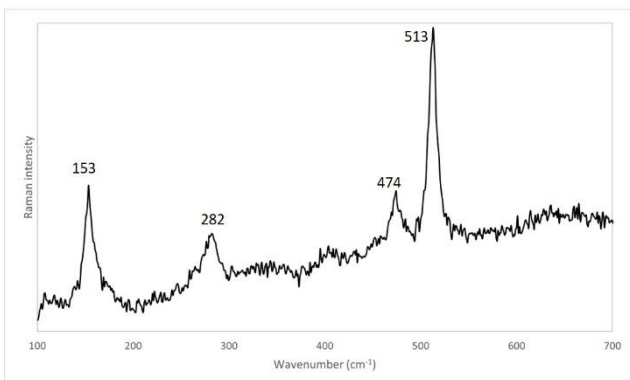
VN-15: Calcite



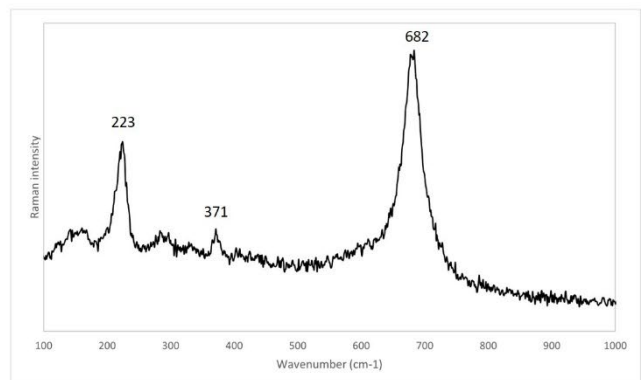
VN-44: Hematite e Magnetite



PL-13: Magnetite



PL-2: Feldspato



PL-7: Anfíbola



# ANEXO D.1

## ANÁLISE QUÍMICA

### **Rigor (exatidão), precisão, limites de detecção e Limites de quantificação calculados com o padrão certificado NIST Brick Clay SRM 679.**

O rigor e precisão do método ( $\mu$ EDXRF), bem como os limites de detecção e de quantificação de cada elemento foram calculados tendo por base os valores de referência (certificados e não-certificados) do padrão certificado *NIST Brick Clay SRM 679 (National Institute of Standards and Technology, Standard Reference Material 679)*. Assim, na Tabela 1 são apresentados os valores de referência do padrão certificado, para além dos valores medidos (em 20 pontos diferentes de uma pastilha deste material) tendo estes sido normalizados com a composição por diferença de  $\text{Na}_2\text{MgO}_2\text{CO}_3$ . Para avaliar o rigor, foi utilizada a fórmula:

$$\text{Rigor (Exatidão)} = \frac{\text{Valor medido} - \text{Valor referência}}{\text{Valor medido}} \times 100$$

Já o conceito de precisão é geral e pode ser avaliado de diferentes formas. O desvio-padrão é a medida de precisão mais amplamente reconhecida. Nesta tabela é apresentado o desvio-padrão medido para os mesmos 20 pontos de análise na pastilha do padrão BrickClay. Outra forma de avaliar a precisão é a reprodutibilidade, avaliada mais adiante, na Tabela 3.

**Tabela 1**

|                         | <b>Valor referência<br/>% (m/m)</b> | <b>Valor medido<br/>% (m/m)</b> | <b>Rigor<br/>(%)</b> | <b>Precisão<br/>(<math>\sigma</math>)</b> |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|---|
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ | 20,80                               | 21,53                           | 3                    | 0,86                                      |
| $\text{SiO}_2$          | 52,07                               | 51,06                           | 2                    | 2,61                                      |
| $\text{K}_2\text{O}$    | 2,93                                | 2,58                            | 14                   | 0,91                                      |
| $\text{CaO}$            | 0,2278                              | 0,2421                          | 2                    | 0,0621                                    |
| $\text{TiO}_2$          | 0,962                               | 1,037                           | 7                    | 0,272                                     |
| $\text{Cr}_2\text{O}_3$ | 0,01603                             | 0,0133                          | 21                   | 0,00089                                   |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | 12,94                               | 12,98                           | 0                    | 1,66                                      |
| $\text{SrO}$            | 0,00868                             | 0,0126                          | 31                   | 0,00095                                   |
| $\text{MnO}$            | 0,2234                              | 0,3274                          | 32                   | 0,0680                                    |
| $\text{CoO}$            | 0,00331                             | 0,00889                         | 63                   | 0,01829                                   |
| $\text{ZnO}$            | 0,0187                              | 0,0178                          | 5                    | 0,0022                                    |

|                                |         |         |    |         |
|--------------------------------|---------|---------|----|---------|
| Rb <sub>2</sub> O              | 0,021   | 0,026   | 20 | 0,0024  |
| Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,0123  | 0,0187  | 34 | 0,0027  |
| ThO <sub>2</sub>               | 0,00157 | 0,00150 | 5  | 0,00171 |

Na Tabela 2 são apresentados os limites de detecção e quantificação dos elementos vestigiais (onde é possível ver também a conversão para óxidos). O limite de detecção (menor quantidade de analito detetável numa amostra) depende da sensibilidade ( $S = \text{Área do pico em contagens/concentração de referência}$ ) e do fundo ( $B = \text{StdDev}$ ). Estes valores são reportados aquando da análise do padrão de referência, no caso no *software* de quantificação *WinAxil* (Figura 1) e relacionam-se na seguinte equação:

$$\text{Limite de Detecção} = \frac{1}{S} 3\sqrt{B}$$

Já o limite de quantificação (menor quantidade de analito que pode ser detetada com exatidão) é conseguido multiplicando o valor do limite de detecção por 10/3:

$$\text{Limite de Quantificação} = \text{Limite de Detecção} \times \frac{10}{3}$$

São, assim, encontrados os valores (para elementos e óxidos) que se encontram dentro dos limites de detecção e quantificação, num total de 14, por isso usados na quantificação das amostras cerâmicas em estudo.

**Tabela 2**

|                                | Valor referência | Limite de detecção | Limite de quantificação |
|--------------------------------|------------------|--------------------|-------------------------|
| <b>ELEMENTOS</b>               |                  |                    |                         |
| Crómio                         | 109,7 ppm        | 1,2 ppm            | 4 ppm                   |
| Estrôncio                      | 73,4 ppm         | 0,6 ppm            | 2 ppm                   |
| Manganês                       | 1730 ppm         | 7,7 ppm            | 25,67 ppm               |
| Cobalto                        | 26 ppm           | 0,07 ppm           | 0,23 ppm                |
| Zinco                          | 150 ppm          | 0,8 ppm            | 2,67 ppm                |
| Rubídio                        | 190 ppm          | 0,8 ppm            | 2,67 ppm                |
| Cério                          | 105 ppm          | 1,4 ppm            | 4,67 ppm                |
| Tório                          | 14 ppm           | 0,2 ppm            | 0,67 ppm                |
| <b>ÓXIDOS</b>                  |                  |                    |                         |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 160,3 ppm        | 1,75 ppm           | 5,85 ppm                |
| SrO                            | 86,8 ppm         | 0,71 ppm           | 2,37 ppm                |
| MnO                            | 2234 ppm         | 9,94 ppm           | 33,15 ppm               |
| CoO                            | 331 ppm          | 0,09 ppm           | 0,29 ppm                |
| ZnO                            | 187 ppm          | 0,10 ppm           | 3,32 ppm                |
| Rb <sub>2</sub> O              | 208 ppm          | 0,09 ppm           | 2,92 ppm                |
| Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 123 ppm          | 1,64 ppm           | 5,47 ppm                |
| ThO <sub>2</sub>               | 15 ppm           | 0,21 ppm           | 0,72 ppm                |

| El Line | E (keV) | Area ± StdDev  | Chi-Square |
|---------|---------|----------------|------------|
| Al Ka   | 1.487   | 4261 ± 120     | 1.0        |
| Si Ka   | 1.740   | 19590 ± 176    | 2.3        |
| P Ka    | 2.013   | 162 ± 90       | 0.3        |
| K Ka    | 3.313   | 52080 ± 256    | 1.5        |
| Ca Ka   | 3.691   | 5076 ± 150     | 0.7        |
| Sc Ka   | 4.089   | -289 ± 142     | 0.6        |
| Ti Ka   | 4.509   | 52279 ± 587    | 1.2        |
| Cr Ka   | 5.412   | 5171 ± 371     | 1.5        |
| Mn Ka   | 5.895   | 23072 ± 1181   | 4.6        |
| Fe Ka   | 6.399   | 3175939 ± 2587 | 13.5       |
| Co Ka   | 6.925   | 22768 ± 445    | 6.6        |
| Zn Ka   | 8.631   | 7074 ± 176     | 1.8        |
| Rb Ka   | 13.375  | 11104 ± 218    | 2.1        |
| Sr Ka   | 14.142  | 4936 ± 192     | 1.1        |
| Cs La   | 4.285   | -321 ± 121     | 0.5        |
| Ba La   | 4.464   | -8718 ± 1009   | 1.2        |
| Ce La   | 4.838   | 7852 ± 1338    | 0.7        |
| Eu La   | 5.843   | 14622 ± 967    | 2.8        |
| Hf La   | 7.893   | 279 ± 155      | 1.5        |
| Th La   | 12.953  | 2700 ± 206     | 4.3        |

**Figura 1: Relatório (reporte) do padrão certificado BrickClay**

Na Tabela 3 é ainda apresentada a comparação entre a  $\mu$ -EDXRF e WDXRF, realizada a 40 amostras dos quatro sítios arqueológicos em estudo, que serviu para avaliar a reprodutibilidade da análise, uma forma de medida de precisão, que avalia a capacidade de os resultados serem reproduzidos novamente, usando métodos de análise diferentes. Tendo em conta que estas duas técnicas permitem a quantificação de diferentes elementos, aqui são avaliados apenas os óxidos que são comuns às duas.

**Tabela 3**

|              |                            | % (m/m)                        |                  |                  |      |                  |                                | ppm  |     |                   |     |
|--------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------|------------------|--------------------------------|------|-----|-------------------|-----|
|              |                            | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO  | TiO <sub>2</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO  | ZnO | Rb <sub>2</sub> O | SrO |
| <b>BAT-3</b> | <b>WDXRF</b>               | 23,0                           | 46,1             | 1,84             | 5,00 | 2,37             | 12,50                          | 954  | 183 | 84                | 478 |
|              | <b>EDXRF</b>               | 21,2                           | 43,1             | 1,22             | 4,93 | 4,09             | 11,53                          | 1420 | 173 | 71                | 287 |
|              | <b>média</b>               | 22,1                           | 44,6             | 1,53             | 4,97 | 3,23             | 12,02                          | 1187 | 178 | 77                | 382 |
|              | <b><math>\sigma</math></b> | 1,2                            | 2,1              | 0,44             | 0,05 | 1,22             | 0,68                           | 330  | 7   | 10                | 135 |
| <b>BAT-4</b> | <b>WDXRF</b>               | 25,4                           | 45,2             | 1,16             | 5,84 | 2,83             | 13,10                          | 1270 | 176 | 70                | 646 |
|              | <b>EDXRF</b>               | 22,5                           | 40,8             | 0,77             | 5,99 | 2,80             | 11,43                          | 1260 | 170 | 38                | 270 |
|              | <b>média</b>               | 24,0                           | 43,0             | 0,96             | 5,92 | 2,82             | 12,26                          | 1265 | 173 | 54                | 458 |
|              | <b><math>\sigma</math></b> | 2,0                            | 3,1              | 0,28             | 0,11 | 0,02             | 1,18                           | 7    | 4   | 23                | 266 |
| <b>EPR-6</b> | <b>WDXRF</b>               | 24,4                           | 52,2             | 3,13             | 3,52 | 1,36             | 9,37                           | 643  | 342 | 133               | 282 |
|              | <b>EDXRF</b>               | 21,0                           | 48,0             | 2,13             | 3,38 | 0,97             | 7,20                           | 537  | 283 | 53                | 109 |
|              | <b>média</b>               | 22,7                           | 50,1             | 2,63             | 3,45 | 1,16             | 8,29                           | 590  | 313 | 93                | 196 |
|              | <b><math>\sigma</math></b> | 2,4                            | 2,9              | 0,71             | 0,10 | 0,28             | 1,53                           | 75   | 41  | 57                | 122 |
| <b>EPR-7</b> | <b>WDXRF</b>               | 20,8                           | 48,6             | 2,48             | 4,80 | 3,66             | 13,30                          | 1210 | 150 | 81                | 373 |
|              | <b>EDXRF</b>               | 18,3                           | 47,8             | 1,99             | 4,74 | 2,72             | 10,84                          | 700  | 173 | 48                | 191 |
|              | <b>média</b>               | 19,6                           | 48,2             | 2,24             | 4,77 | 3,19             | 12,07                          | 955  | 162 | 65                | 282 |
|              | <b><math>\sigma</math></b> | 1,7                            | 0,6              | 0,35             | 0,04 | 0,67             | 1,74                           | 361  | 16  | 23                | 129 |

|                |                            |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |
|----------------|----------------------------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>EPR-9</b>   | <b>WDXRF</b>               | 19,7 | 55,6 | 2,25 | 4,44  | 2,92 | 9,98  | 1240  | 138   | 89    | 462   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 17,2 | 52,0 | 1,97 | 6,28  | 1,82 | 7,79  | 993   | 147   | 50    | 230   |
|                | <b>média</b>               | 18,4 | 53,8 | 2,11 | 5,36  | 2,37 | 8,89  | 1117  | 142   | 69    | 346   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,8  | 2,6  | 0,20 | 1,30  | 0,78 | 1,55  | 174   | 6     | 27    | 164   |
| <b>PL-2</b>    | <b>WDXRF</b>               | 23,9 | 51,2 | 1,99 | 4,88  | 2,09 | 11,40 | 1080  | 124   | -     | 519   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 27,8 | 48,3 | 1,55 | 4,30  | 1,43 | 8,47  | 847   | 117   | 38    | 217   |
|                | <b>média</b>               | 25,9 | 49,7 | 1,77 | 4,59  | 1,76 | 9,94  | 963   | 121   |       | 368   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,8  | 2,1  | 0,31 | 0,41  | 0,47 | 2,07  | 165   | 5     |       | 214   |
| <b>PL-5</b>    | <b>WDXRF</b>               | 17,3 | 61,6 | 2,92 | 3,66  | 1,61 | 8,34  | 746   | 105   | 101   | 355   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 21,3 | 60,2 | 2,40 | 3,26  | 1,65 | 7,67  | 433   | 112   | 59    | 143   |
|                | <b>média</b>               | 19,3 | 60,9 | 2,66 | 3,46  | 1,63 | 8,01  | 590   | 108   | 80    | 249   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,9  | 1,0  | 0,37 | 0,28  | 0,03 | 0,47  | 221   | 5     | 29    | 150   |
| <b>PL-7</b>    | <b>WDXRF</b>               | 16,0 | 69,5 | 3,19 | 1,78  | 1,11 | 6,15  | 534   | 96    | 134   | 149   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 19,2 | 68,6 | 2,59 | 1,59  | 0,80 | 4,78  | 313   | 186   | 80    | 92    |
|                | <b>média</b>               | 17,6 | 69,0 | 2,89 | 1,69  | 0,95 | 5,47  | 424   | 141   | 107   | 121   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,3  | 0,7  | 0,42 | 0,13  | 0,22 | 0,97  | 156   | 64    | 38    | 40    |
| <b>PL-8</b>    | <b>WDXRF</b>               | 20,1 | 49,3 | 1,79 | 5,50  | 2,76 | 14,70 | 1490  | 209   | 54    | 573   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 25,4 | 49,8 | 1,52 | 5,49  | 2,96 | 13,07 | 1353  | 200   | 44    | 217   |
|                | <b>média</b>               | 22,8 | 49,5 | 1,65 | 5,49  | 2,86 | 13,88 | 1422  | 205   | 49    | 395   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 3,7  | 0,3  | 0,19 | 0,01  | 0,14 | 1,15  | 97    | 6     | 8     | 252   |
| <b>PL-13</b>   | <b>WDXRF</b>               | 23,3 | 46,5 | 1,84 | 5,22  | 3,15 | 11,80 | 1490  | 142   | -     | 226   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 31,4 | 40,8 | 1,50 | 5,08  | 2,67 | 12,17 | 1483  | 173   | 36    | 265   |
|                | <b>média</b>               | 27,4 | 43,7 | 1,67 | 5,15  | 2,91 | 11,98 | 1487  | 158   |       | 246   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 5,7  | 4,0  | 0,24 | 0,10  | 0,34 | 0,26  | 5     | 22    |       | 28    |
| <b>PL-15</b>   | <b>WDXRF</b>               | 23,5 | 47,9 | 2,04 | 5,07  | 2,46 | 12,10 | 1000  | 139   | 82    | 644   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 29,3 | 51,6 | 1,76 | 4,82  | 1,74 | 10,55 | 923   | 122   | 30    | 144   |
|                | <b>média</b>               | 26,4 | 49,8 | 1,90 | 4,94  | 2,10 | 11,33 | 962   | 130   | 56    | 394   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 4,1  | 2,6  | 0,20 | 0,18  | 0,51 | 1,09  | 54    | 12    | 37    | 354   |
| <b>PL-18</b>   | <b>WDXRF</b>               | 21,1 | 53,2 | 2,32 | 4,66  | 2,37 | 11,40 | 914   | 167   | 82    | 515   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 26,8 | 54,5 | 2,03 | 4,84  | 1,62 | 9,87  | 775   | 140   | 57    | 305   |
|                | <b>média</b>               | 23,9 | 53,8 | 2,18 | 4,75  | 1,99 | 10,63 | 845   | 154   | 69    | 410   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 4,0  | 0,9  | 0,21 | 0,12  | 0,53 | 1,09  | 98    | 19    | 18    | 148   |
| <b>PL-20</b>   | <b>WDXRF</b>               | 21,3 | 59,2 | 2,80 | 3,45  | 1,45 | 7,60  | 757   | 92    | 89    | 357   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 23,6 | 62,7 | 2,71 | 3,24  | 1,22 | 6,32  | 670   | 111   | 58    | 175   |
|                | <b>média</b>               | 22,5 | 61,0 | 2,76 | 3,35  | 1,33 | 6,96  | 714   | 101   | 73    | 266   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,6  | 2,5  | 0,06 | 0,15  | 0,17 | 0,91  | 62    | 14    | 22    | 128   |
| <b>PL-26</b>   | <b>WDXRF</b>               | 22,8 | 49,6 | 3,69 | 3,69  | 1,81 | 10,40 | 1220  | 200   | 145   | 501   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 26,2 | 52,4 | 3,01 | 3,84  | 1,68 | 8,82  | 1157  | 183   | 71    | 200   |
|                | <b>média</b>               | 24,5 | 51,0 | 3,35 | 3,76  | 1,74 | 9,61  | 1188  | 192   | 108   | 350   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,4  | 2,0  | 0,48 | 0,10  | 0,09 | 1,11  | 45    | 12    | 52    | 213   |
| <b>PL-29</b>   | <b>WDXRF</b>               | 21,4 | 47,0 | 2,72 | 3,75  | 3,06 | 14,60 | 2440  | 139   | 97    | 507   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 26,7 | 49,1 | 2,02 | 3,89  | 2,04 | 12,23 | 2290  | 143   | 66    | 297   |
|                | <b>média</b>               | 24,1 | 48,1 | 2,37 | 3,82  | 2,55 | 13,42 | 2365  | 141   | 82    | 402   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 3,8  | 1,5  | 0,49 | 0,10  | 0,72 | 1,67  | 106   | 3     | 22    | 149   |
| <b>VNSP-3</b>  | <b>WDXRF</b>               | 15,6 | 60,0 | 3,07 | 12,70 | 0,99 | 5,50  | 296   | 114   | 216   | 67    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 13,3 | 55,2 | 2,60 | 13,20 | 1,03 | 5,27  | 477   | 180   | 173   | 85    |
|                | <b>média</b>               | 14,5 | 57,6 | 2,84 | 12,95 | 1,01 | 5,38  | 386   | 147   | 195   | 76    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,6  | 3,4  | 0,33 | 0,35  | 0,03 | 0,16  | 128   | 47    | 30    | 13    |
| <b>VNSP-5</b>  | <b>WDXRF</b>               | 17,3 | 61,6 | 2,92 | 3,66  | 1,61 | 8,34  | 746   | 105   | 101   | 355   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 14,3 | 45,6 | 2,39 | 18,20 | 0,77 | 5,19  | 607   | 166   | 182   | 184   |
|                | <b>média</b>               | 15,8 | 53,6 | 2,7  | 10,9  | 1,2  | 6,8   | 676.5 | 135.5 | 141.5 | 269.5 |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,1  | 11,3 | 0,4  | 10,3  | 0,6  | 2,2   | 98.3  | 43.1  | 57.3  | 120.9 |
| <b>VNSP-19</b> | <b>WDXRF</b>               | 20,7 | 53,3 | 2,21 | 4,55  | 1,97 | 11,50 | 1010  | 369   | 103   | 433   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 18,5 | 52,3 | 2,01 | 4,50  | 1,13 | 9,67  | 1044  | 437   | 92    | 373   |
|                | <b>média</b>               | 19,6 | 52,8 | 2,11 | 4,53  | 1,55 | 10,58 | 1027  | 403   | 98    | 403   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,6  | 0,7  | 0,14 | 0,04  | 0,59 | 1,30  | 24    | 48    | 8     | 42    |
| <b>VNSP-22</b> | <b>WDXRF</b>               | 17,9 | 69,5 | 4,08 | 1,55  | 0,71 | 4,31  | 206   | 120   | 133   | 33    |

|                |                            |      |      |      |      |      |       |        |       |       |       |
|----------------|----------------------------|------|------|------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                | <b>EDXRF</b>               | 14,1 | 70,5 | 3,30 | 1,21 | 0,55 | 4,00  | 313    | 190   | 170   | 55    |
|                | <b>média</b>               | 16,0 | 70,0 | 3,69 | 1,38 | 0,63 | 4,16  | 260    | 155   | 152   | 44    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,7  | 0,7  | 0,55 | 0,24 | 0,12 | 0,22  | 76     | 49    | 26    | 16    |
| <b>VNSP-23</b> | <b>WDXRF</b>               | 27,0 | 46,4 | 1,99 | 5,30 | 2,32 | 11,90 | 1220   | 188   | 54    | 351   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 23,2 | 43,8 | 1,54 | 4,93 | 2,17 | 9,90  | 1667   | 190   | 65    | 410   |
|                | <b>média</b>               | 25,1 | 45,1 | 1,8  | 5,1  | 2,2  | 10,9  | 1443.3 | 189.0 | 59.7  | 380.5 |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,7  | 1,8  | 0,3  | 0,3  | 0,1  | 1,4   | 315.8  | 1.4   | 7.5   | 41.7  |
| <b>VNSP-26</b> | <b>WDXRF</b>               | 15,2 | 72,8 | 3,72 | 2,37 | 0,73 | 4,45  | 242    | 76    | 196   | 43    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 14,6 | 74,0 | 3,10 | 2,10 | 0,57 | 4,17  | 233    | 157   | 203   | 65    |
|                | <b>média</b>               | 14,9 | 73,4 | 3,4  | 2,2  | 0,6  | 4,3   | 237.7  | 116.1 | 199.7 | 53.6  |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 0,4  | 0,8  | 0,4  | 0,2  | 0,1  | 0,2   | 6.1    | 57.3  | 5.2   | 15.7  |
| <b>VNSP-27</b> | <b>WDXRF</b>               | 16,7 | 70,0 | 3,59 | 1,90 | 0,52 | 5,63  | 140    | 109   | 208   | 50    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 13,8 | 71,4 | 2,70 | 1,68 | 0,49 | 4,20  | 57     | 137   | 190   | 53    |
|                | <b>média</b>               | 15,3 | 70,7 | 3,15 | 1,79 | 0,50 | 4,92  | 98     | 123   | 199   | 51    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,0  | 1,0  | 0,63 | 0,15 | 0,02 | 1,01  | 59     | 20    | 13    | 2     |
| <b>VNSP-31</b> | <b>WDXRF</b>               | 22,9 | 51,7 | 1,85 | 4,81 | 2,62 | 13,40 | 1050   | 156   | 92    | 523   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 20,4 | 48,1 | 1,44 | 4,28 | 2,38 | 10,77 | 608    | 150   | 72    | 347   |
|                | <b>média</b>               | 21,6 | 49,9 | 1,6  | 4,5  | 2,5  | 12,1  | 829.0  | 153.0 | 82.2  | 434.8 |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,8  | 2,5  | 0,3  | 0,4  | 0,2  | 1,9   | 312.5  | 4.2   | 14.4  | 124.7 |
| <b>VNSP-37</b> | <b>WDXRF</b>               | 24,2 | 47,2 | 1,81 | 5,31 | 2,78 | 12,90 | 1020   | 132   | 50    | 331   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 20,7 | 47,0 | 1,52 | 5,10 | 2,37 | 12,00 | 1037   | 177   | 86    | 373   |
|                | <b>média</b>               | 22,5 | 47,1 | 1,67 | 5,21 | 2,57 | 12,45 | 1028   | 154   | 68    | 352   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,5  | 0,2  | 0,20 | 0,15 | 0,29 | 0,64  | 12     | 32    | 25    | 30    |
| <b>VNSP-42</b> | <b>WDXRF</b>               | 17,6 | 68,6 | 3,62 | 1,60 | 0,72 | 5,86  | 753    | 181   | 222   | 28    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 14,7 | 69,4 | 2,67 | 1,32 | 0,59 | 4,97  | 893    | 177   | 167   | 47    |
|                | <b>média</b>               | 16,2 | 69,0 | 3,14 | 1,46 | 0,66 | 5,41  | 823    | 179   | 194   | 38    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 2,0  | 0,6  | 0,67 | 0,20 | 0,09 | 0,63  | 99     | 3     | 39    | 14    |
| <b>VNSP-44</b> | <b>WDXRF</b>               | 24,2 | 48,6 | 1,82 | 5,41 | 2,40 | 12,50 | 980    | 190   | 85    | 416   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 22,3 | 46,4 | 1,48 | 5,37 | 2,17 | 11,77 | 1267   | 213   | 74    | 357   |
|                | <b>média</b>               | 23,3 | 47,5 | 1,65 | 5,39 | 2,28 | 12,13 | 1123   | 202   | 80    | 386   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,3  | 1,6  | 0,24 | 0,03 | 0,16 | 0,52  | 203    | 16    | 8     | 42    |
| <b>VNSP-53</b> | <b>WDXRF</b>               | 19,7 | 62,9 | 3,24 | 2,83 | 0,98 | 6,69  | 251    | 126   | 200   | 68    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 13,5 | 68,1 | 2,49 | 2,55 | 0,67 | 5,82  | 510    | 180   | 164   | 66    |
|                | <b>média</b>               | 16,6 | 65,5 | 2,87 | 2,69 | 0,83 | 6,26  | 381    | 153   | 182   | 67    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 4,4  | 3,7  | 0,53 | 0,20 | 0,22 | 0,61  | 183    | 38    | 26    | 2     |
| <b>VNSP-56</b> | <b>WDXRF</b>               | 23,2 | 56,4 | 3,69 | 2,94 | 0,93 | 7,10  | 409    | 161   | 164   | 70    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 18,2 | 51,7 | 2,64 | 2,49 | 0,68 | 5,57  | 440    | 187   | 128   | 81    |
|                | <b>média</b>               | 20,7 | 54,1 | 3,17 | 2,72 | 0,80 | 6,34  | 425    | 174   | 146   | 76    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 3,5  | 3,3  | 0,74 | 0,32 | 0,18 | 1,08  | 22     | 18    | 25    | 7     |
| <b>VNSP-61</b> | <b>WDXRF</b>               | 18,4 | 59,2 | 2,13 | 2,49 | 2,44 | 10,20 | 2840   | 116   | 108   | 131   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 16,8 | 60,7 | 1,86 | 2,54 | 2,74 | 9,66  | 3987   | 143   | 89    | 117   |
|                | <b>média</b>               | 17,6 | 60,0 | 2,00 | 2,52 | 2,59 | 9,93  | 3413   | 130   | 99    | 124   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,1  | 1,1  | 0,19 | 0,04 | 0,21 | 0,38  | 811    | 19    | 13    | 10    |
| <b>VNSP-62</b> | <b>WDXRF</b>               | 25,9 | 49,0 | 1,60 | 5,57 | 2,33 | 11,20 | 1310   | 168   | 54    | 377   |
|                | <b>EDXRF</b>               | 24,1 | 50,7 | 1,45 | 6,17 | 2,46 | 10,67 | 1870   | 170   | 64    | 390   |
|                | <b>média</b>               | 25,0 | 49,9 | 1,53 | 5,87 | 2,39 | 10,93 | 1590   | 169   | 59    | 384   |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,2  | 1,2  | 0,11 | 0,42 | 0,09 | 0,38  | 396    | 1     | 7     | 9     |
| <b>VNSP-63</b> | <b>WDXRF</b>               | 16,0 | 72,1 | 3,52 | 1,89 | 0,78 | 4,46  | 345    | 88    | 191   | 39    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 14,6 | 71,8 | 2,70 | 1,82 | 0,73 | 4,39  | 407    | 143   | 167   | 53    |
|                | <b>média</b>               | 15,3 | 72,0 | 3,11 | 1,85 | 0,76 | 4,43  | 376    | 116   | 179   | 46    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,0  | 0,2  | 0,58 | 0,05 | 0,04 | 0,05  | 44     | 39    | 17    | 9     |
| <b>VNSP-65</b> | <b>WDXRF</b>               | 20,4 | 63,6 | 3,29 | 2,61 | 0,91 | 6,51  | 345    | 147   | 171   | 54    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 18,5 | 64,2 | 3,00 | 2,66 | 0,84 | 6,29  | 693    | 233   | 180   | 65    |
|                | <b>média</b>               | 19,4 | 63,9 | 3,14 | 2,64 | 0,88 | 6,40  | 519    | 190   | 176   | 59    |
|                | <b><math>\sigma</math></b> | 1,4  | 0,4  | 0,21 | 0,04 | 0,05 | 0,15  | 246    | 61    | 6     | 8     |
| <b>VNSP-79</b> | <b>WDXRF</b>               | 19,4 | 65,3 | 3,19 | 2,58 | 0,77 | 6,68  | 468    | 123   | 287   | 71    |
|                | <b>EDXRF</b>               | 17,2 | 66,3 | 2,70 | 2,41 | 0,57 | 5,57  | 413    | 147   | 210   | 58    |

|                |              |      |      |      |       |      |       |      |     |     |     |
|----------------|--------------|------|------|------|-------|------|-------|------|-----|-----|-----|
|                | <b>média</b> | 18,3 | 65,8 | 2,95 | 2,50  | 0,67 | 6,13  | 441  | 135 | 249 | 65  |
|                | <b>σ</b>     | 1,5  | 0,7  | 0,34 | 0,12  | 0,15 | 0,78  | 39   | 17  | 54  | 9   |
| <b>VNSP-86</b> | <b>WDXRF</b> | 17,9 | 44,6 | 2,60 | 24,00 | 0,95 | 7,55  | 1810 | 181 | 212 | 133 |
|                | <b>EDXRF</b> | 12,1 | 36,1 | 1,92 | 21,23 | 0,59 | 5,32  | 1670 | 160 | 147 | 104 |
|                | <b>média</b> | 15,0 | 40,4 | 2,26 | 22,62 | 0,77 | 6,43  | 1740 | 171 | 180 | 118 |
|                | <b>σ</b>     | 4,1  | 6,0  | 0,48 | 1,96  | 0,25 | 1,58  | 99   | 15  | 46  | 21  |
| <b>VNSP-87</b> | <b>WDXRF</b> | 20,0 | 53,9 | 2,61 | 3,58  | 2,71 | 12,90 | 1120 | 182 | 87  | 296 |
|                | <b>EDXRF</b> | 17,7 | 54,0 | 2,11 | 3,41  | 1,94 | 10,57 | 987  | 163 | 88  | 320 |
|                | <b>média</b> | 18,9 | 54,0 | 2,36 | 3,50  | 2,33 | 11,73 | 1053 | 173 | 88  | 308 |
|                | <b>σ</b>     | 1,6  | 0,1  | 0,36 | 0,12  | 0,54 | 1,65  | 94   | 13  | 0   | 17  |
| <b>VNSP-88</b> | <b>WDXRF</b> | 18,9 | 59,0 | 3,07 | 9,48  | 0,99 | 7,16  | -    | 129 | 218 | 198 |
|                | <b>EDXRF</b> | 13,6 | 52,4 | 2,53 | 10,46 | 0,72 | 5,87  | 417  | 183 | 145 | 173 |
|                | <b>média</b> | 16,3 | 55,7 | 2,80 | 9,97  | 0,86 | 6,51  |      | 156 | 182 | 185 |
|                | <b>σ</b>     | 3,7  | 4,7  | 0,38 | 0,70  | 0,19 | 0,91  |      | 38  | 52  | 18  |
| <b>VNSP-89</b> | <b>WDXRF</b> | 26,8 | 48,6 | 2,07 | 4,57  | 2,19 | 12,40 | 912  | 141 | 89  | 398 |
|                | <b>EDXRF</b> | 21,2 | 40,5 | 1,66 | 3,64  | 1,64 | 8,64  | 930  | 120 | 72  | 303 |
|                | <b>média</b> | 24,0 | 44,6 | 1,86 | 4,11  | 1,92 | 10,52 | 921  | 131 | 81  | 351 |
|                | <b>σ</b>     | 4,0  | 5,7  | 0,29 | 0,66  | 0,39 | 2,66  | 13   | 15  | 12  | 67  |
| <b>VNSP-92</b> | <b>WDXRF</b> | 23,7 | 48,3 | 1,99 | 4,37  | 2,80 | 15,30 | 1050 | 162 | 81  | 339 |
|                | <b>EDXRF</b> | 22,3 | 48,7 | 1,72 | 4,39  | 2,19 | 13,70 | 1385 | 200 | 82  | 365 |
|                | <b>média</b> | 23,0 | 48,5 | 1,85 | 4,38  | 2,49 | 14,50 | 1218 | 181 | 82  | 352 |
|                | <b>σ</b>     | 1,0  | 0,2  | 0,19 | 0,01  | 0,43 | 1,13  | 237  | 27  | 0   | 18  |
| <b>VNSP-95</b> | <b>WDXRF</b> | 14,5 | 28,6 | 0,26 | 48,50 | 1,71 | 4,32  | 960  | 38  | -   | 82  |
|                | <b>EDXRF</b> | 8,5  | 24,8 | 0,46 | 49,13 | 1,38 | 3,41  | 850  | 74  | 16  | 95  |
|                | <b>média</b> | 11,5 | 26,7 | 0,36 | 48,82 | 1,54 | 3,87  | 905  | 56  |     | 89  |
|                | <b>σ</b>     | 4,2  | 2,7  | 0,14 | 0,45  | 0,24 | 0,64  | 78   | 25  |     | 10  |
| <b>VNSP-96</b> | <b>WDXRF</b> | 20,7 | 67,1 | 3,79 | 1,37  | 0,94 | 4,67  | 278  | 105 | 173 | 46  |
|                | <b>EDXRF</b> | 18,0 | 66,9 | 2,73 | 1,07  | 0,57 | 3,92  | 287  | 157 | 163 | 54  |
|                | <b>média</b> | 19,3 | 67,0 | 3,26 | 1,22  | 0,76 | 4,29  | 282  | 131 | 168 | 50  |
|                | <b>σ</b>     | 1,9  | 0,1  | 0,75 | 0,21  | 0,26 | 0,53  | 6    | 37  | 7   | 5   |
| <b>VNSP-98</b> | <b>WDXRF</b> | 14,4 | 40,6 | 2,64 | 36,20 | 0,77 | 4,54  | 247  | 147 | 230 | 55  |
|                | <b>EDXRF</b> | 7,7  | 33,9 | 2,27 | 37,93 | 0,47 | 3,84  | 327  | 170 | 157 | 58  |
|                | <b>média</b> | 11,1 | 37,3 | 2,45 | 37,07 | 0,62 | 4,19  | 287  | 159 | 193 | 57  |
|                | <b>σ</b>     | 4,7  | 4,7  | 0,26 | 1,23  | 0,21 | 0,49  | 56   | 16  | 52  | 2   |

Dada a heterogeneidade da composição das peças cerâmicas, todos os valores apresentados foram considerados bons e com uma ordem de valores correta, sendo muito semelhantes e com desvios-padrão dentro do aceitável. As diferenças observadas são expectáveis tendo em conta que a análise por WDXRF realiza a média global de toda a amostra uma vez que esta é analisada em *bulk*, enquanto a  $\mu$ -EDXRF analisou 3 pontos da amostra.





2022

RUTE CORREIA CHAVES

CERÂMICA CALCOLÍTICA DA REGIÃO DE LISBOA:  
CARACTERIZAÇÃO ARQUEOMÉTRICA  
DE CERÂMICA PRÉ-HISTÓRICA

