

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 29 • 2021

ACTAS DO XIII CONGRESSO IBÉRICO DE ARQUEOMETRIA
(Faro, 2019)



SAPaC

**Editores Científicos: Célia Gonçalves, Daniel García Rivero, M.^a Isabel Dias,
Nuno Bicho, Ruth Taylor, Manuel García-Heras, João Luís Cardoso**

INTERDISCIPLINARY CENTER FOR ARCHAEOLOGY AND EVOLUTION
OF HUMAN BEHAVIOUR, UNIVERSIDADE DO ALGARVE
DEPARTAMENTO DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR,
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO DE HISTORIA, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL
CENTRO DE ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DO CONCELHO DE OEIRAS /
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS

2021

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 29 • 2021 ISSN: 0872-6086

- DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas
PRODUÇÃO – Gabinete de Comunicação / CMO
CORRESPONDÊNCIA – Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras
Fábrica da Pólvora de Barcarena
Estrada das Fontainhas
2745-615 BARCARENA

Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos Autores.
É expressamente proibida a reprodução de quaisquer imagens sobre as quais existam direitos de autor sem o prévio consentimento dos signatários dos artigos respectivos.

Aceita-se permuta
On prie l'échange
Exchange wanted
Tauschverkehr erwünscht

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – Editores

PAGINAÇÃO – César Antunes

IMPRESSÃO E ACABAMENTO – Grificamares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

CERÂMICAS CALCOLÍTICAS DE VILA NOVA DE SÃO PEDRO (REGIÃO DE LISBOA) – CARACTERIZAÇÃO TEXTURAL E QUÍMICA

CHALCOLITHIC CERAMICS FROM VILA NOVA DE SÃO PEDRO (LISBON REGION) – TEXTURAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION

Rute Correia Chaves¹, João Pedro Veiga² & António Monge Soares³

Abstract

The archaeological site of Vila Nova de São Pedro, Lisbon region, is a Chalcolithic fortified settlement extensively excavated in the last century, being one of the best known settlements in the Iberian Peninsula with this chronology. Early Chalcolithic pottery is characterized by cylindrical cups with polished corrugated outer surface, while the so-called acacia-leaf decoration is usual in Full Chalcolithic pottery. The Late Chalcolithic corresponds to the Bell Beaker culture with a very characteristic pottery decoration. The objective of this work is the characterization of Chalcolithic ceramics from the Lisbon region in order to expand our knowledge of prehistoric ceramics and production techniques. 74 ceramic shards were analyzed (26 samples of cups with corrugated outer surface, 22 with acacia leaf decoration, and 26 from Beaker vessels).

Textural analysis using Optical Microscopy of cross sections allowed to characterize pastes and inclusions. Chemical characterization was undertaken using Micro Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry in powder pellets. The elements Si, Al, Fe, Ca and K were identified and quantified as major elements, Ti and Mn as minor, and Ce, Sr, Zn, Cr, Rb, Co and Th as trace elements. Results suggest three different sources of raw material, two of them used for the Early Chalcolithic ceramics, one of these two continued in use for acacia-leaf pottery, and the third source was used mainly for the production of Beaker ceramics. On the other hand, textural analysis shows that production techniques may have remained similar throughout all the Chalcolithic period.

Keywords: Ceramics, μ -EDXRF, Optical Microscopy, Vila Nova de São Pedro, Lisbon region

1 – INTRODUÇÃO

O estudo arqueométrico de cerâmicas, tendo por base a sua caracterização textural e química, é um campo ainda pouco utilizado em Portugal, nomeadamente no que se refere a cerâmicas pré-históricas.

¹ Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

Unidade de Investigação VICARTE – Vidro e Cerâmica para as Artes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal. rutecorreiachaves@gmail.com

² CENIMAT/i3N, Departamento de Ciência dos Materiais, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

³ C2TN – Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Estrada Nacional 10 (km 139,7), 2695-066 Bobadela LRS, Portugal.

A investigação arqueológica sobre as tipologias das cerâmicas calcolíticas, bem como sobre as suas decorações e tamanhos, tem-se desenvolvido nestes últimos tempos; contudo, ainda muito pouco se sabe sobre a sua manufatura, significado das formas e decorações e, quase nada, sobre a sua funcionalidade (AMARO, 2011). Os estudos arqueométricos são cada vez mais necessários para a interpretação dos artefactos cerâmicos, pois possibilitam o acesso a dados importantes sobre as tecnologias de antigas comunidades, revelando-se particularmente relevantes para o conhecimento sobre a produção e distribuição destes materiais no passado (SILVA *et al.*, 2004).

A cerâmica arqueológica aqui estudada é proveniente do povoado calcolítico fortificado de Vila Nova de São Pedro (VNSP), Azambuja (região de Lisboa). VNSP é um importante sítio arqueológico, localizado a cerca de 100 m de altitude num planalto de calcários miocénicos, perto da ribeira de Almoester, tendo sido extensamente escavado em meados do século passado. A sua localização privilegiada, 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. VNSP constitui um dos mais importantes e conhecidos sítios arqueológicos desta época (ARNAUD & FERNANDES, 2005).

O Calcolítico da região de Lisboa é usualmente dividido em três períodos cronológico-culturais caracterizados, entre outros indicadores, pelas tipologias da decoração cerâmica:

- Calcolítico Inicial, correspondente ao final do IV início do III milénio a.C., é caracterizado por copos cilíndricos com a superfície externa canelada e polida, os designados copos canelados.
- Calcolítico Pleno, correspondente à 1ª metade do III milénio a.C., a que se associa a cerâmica com decoração folha-de-acácia.
- Calcolítico Final, correspondente à 2ª metade do III milénio a.C., com a presença de cerâmica campaniforme.

O objetivo do presente trabalho consistiu na caracterização química e textural de 74 amostras cerâmicas destes três períodos cronológicos, provenientes das escavações arqueológicas realizadas em VNSP no século passado e depositadas nas reservas do Museu Arqueológico do Carmo (Associação dos Arqueólogos Portugueses), com vista a expandir o conhecimento sobre a cerâmica pré-histórica, nomeadamente se as matérias-primas e as técnicas de produção em uso nesta região se mantiveram as mesmas ao longo do tempo.

Os resultados aqui apresentados correspondem a parte da Tese de Doutoramento “Cerâmica Calcolítica da Região de Lisboa – Caracterização Arqueométrica de Cerâmica Pré-Histórica”, que se encontra em desenvolvimento pela primeira autora deste trabalho.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Os fragmentos cerâmicos

Foi analisado um conjunto de 74 fragmentos cerâmicos correspondentes aos três períodos cronológico-culturais em causa: 26 fragmentos de copos canelados, 22 de cerâmica com decoração em folha-de-acácia e, por fim, 26 fragmentos de cerâmica campaniforme. Os materiais encontravam-se, como já referido, depositados nas reservas do Museu Arqueológico do Carmo. Foram primeiramente devidamente limpos, fotografados em detalhe, inventariados (VNSP-1 a 74), desenhados e descritos. Após esta tarefa inicial, procedeu-se à prepa-

ração das amostras consoante o tipo de análises a realizar: secções transversais polidas, para observação à lupa binocular, e pastilhas de pó comprimido, para análise química por Micro-Fluorescência de Raios-X Dispersiva de Energias (μ -EDXRF).

2.2 – Caracterização Textural

A caracterização textural foi realizada a partir de uma análise macroscópica e também microscópica. A análise macroscópica dos fragmentos e de fotografias detalhadas dos mesmos, permitiu avaliar as decorações, formas dos recipientes (quando possível), a cor da pasta e os acabamentos de superfície. Por sua vez, a análise microscópica em secções transversais polidas permitiu determinar a distribuição, tamanho, geometria e percentagem de inclusões (elementos não plásticos). Esta observação foi feita através de fotografias com ampliações de 7,5x e 20x, através da Lupa Binocular *Zeiss, SteREO Discovery, V20*, com possibilidade de ampliações entre 7,5x e 150x, e registo de imagem com *AxioCam ERc5s*. Recorrendo às ferramentas do programa de edição *Adobe Photoshop®*, foi possível determinar o tamanho e percentagem de inclusões presentes na matriz cerâmica. Neste processo consideraram-se inclusões não-plásticas aquelas cujo tamanho era superior a 0,01 mm (CABRAL, 1991).

2.3 – Caracterização Química

A caracterização química permitiu tanto identificar como quantificar os óxidos presentes nas amostras. Esta análise foi realizada através de μ -EDXRF com um espectrómetro *ARTAX 800*, equipado com uma âmpola de molibdénio, 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 μ m. O detetor é um semi-condutor 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 *AriTAX Spectra Software*. O equipamento permite detetar e quantificar os elementos compreendidos entre o alumínio e o urânio, inclusive.

A análise foi efectuada em pastilhas de pó comprimido e, para a sua realização, foram recolhidos 1-2 g de cada fragmento cerâmico, utilizando um disco de corte diamantado de 38 mm (*Dremel*). Anteriormente à moagem de cada amostra, foi feita a remoção da camada superficial (superfícies externa, interna e de fraturas antigas) do fragmento cerâmico com lixa de óxido de alumínio (*Dremel*). Procedeu-se, a seguir, a uma descontaminação final das amostras através da lavagem com água destilada e escovagem com o auxílio de uma escova suave. Por fim, as amostras foram secas na estufa a 90°C. A moagem foi feita em moinho elétrico de esferas de ágata, durante pelo menos 45 minutos a 450 rpm, até à obtenção de um pó com uma granulometria de 63 μ m, inferior às dimensões 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. Para a obtenção da pastilha foram utilizados cerca de 300 mg de pó e uma pressão de 10 ton, durante 5 minutos. Antes de efetuar cada análise, as pastilhas foram secas durante 2 horas a 140°C, a fim de evitar a interferência da humidade nos resultados a obter. Em cada pastilha foram realizadas três medições, com as seguintes condições de análise: atmosfera de hélio, voltagem de 40 kV, corrente de 600 μ A, tempo de aquisição de

300 s. A desconvolução dos espectros foi realizada com recurso ao programa *WinAxil* e a quantificação com o programa *WinFund*. Para a calibração foi usada uma pastilha do padrão NIST Brick Clay SRM 679, tratada da mesma forma que as amostras. O erro associado ao resultado da análise é inferior a 6% para os óxidos de silício, ferro, alumínio, cálcio, potássio, titânio e zinco, inferior a 11% para o de manganês, e entre 20% e 40% para os restantes elementos.

2.4 – Análise Estatística

A fim de se obter uma melhor interpretação dos resultados obtidos foi realizada uma análise estatística fazendo uso do programa *R versão 3.6.1*. 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 (AHC) e a análise em componentes principais (PCA).

A classificação hierárquica ascendente (AHC) é um método de agrupamento das amostras em conjuntos, 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, isto é, a que correspondem menores distâncias euclidianas entre si (JOHNSON & WICHERN, 1982), utilizando-se para esse fim o método Ward (WARD, 1963).

Na análise em componentes principais, com o método de elipse a 0.5%, a partir das 14 variáveis (óxidos) que foram quantificadas obtiveram-se os componentes principais (PC's). A PCA 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. 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 os três primeiros componentes principais, mas não existe uma resposta definitiva, 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 components.” (JOHNSON & WICHERN, 1982, p. 444).

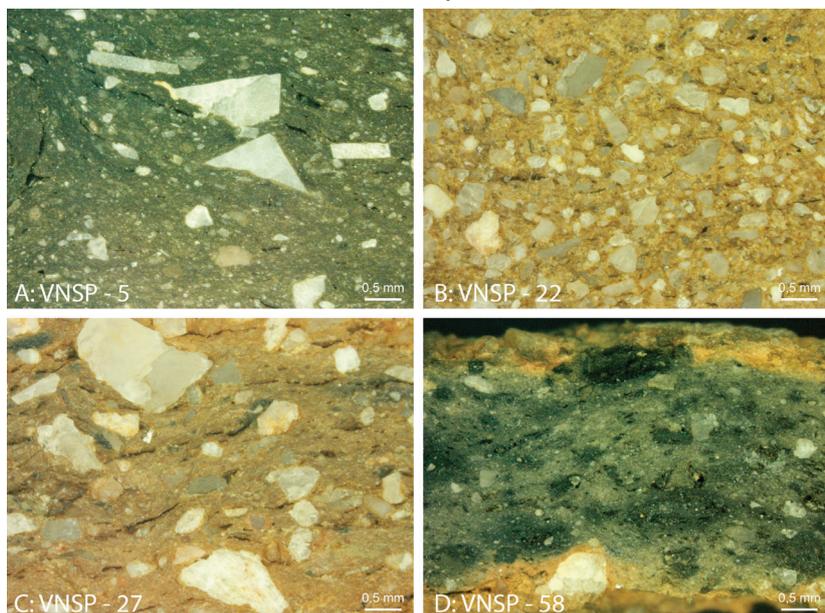


Fig. 1 – Secções transversais de algumas amostras.

A – VNSP-5 (cerâmica canelada); B – VNSP 22 (cerâmica canelada);

C – VNSP-27 (folha-de-acácia); D – VNSP-58 (campaniforme).

3 – RESULTADOS

3.1 – Análise Textural

Na Fig. 1 podem observar-se secções transversais de algumas amostras, as quais se podem considerar como exemplo da variedade do conjunto, enquanto que no Quadro 1 se apresenta um resumo dos resultados da análise textural.

Quadro 1 – Sumário da caracterização textural.

	Canelada N=26	Folha-de -Acácia N=22	Campaniforme N=26
Cor da pasta	Maioritariamente uma gama de castanhos	Maioritariamente uma gama de cinzentos	Maioritariamente com núcleo negro e superfícies laranja
Percentagem	29%	26%	20%
Distribuição	Não uniforme	Não uniforme	Não uniforme
Inclusões			
Tamanho do grão	Maioritariamente fino (89% fino)	Fino a pequeno (50% fino e 50% pequeno)	Maioritariamente fino (57,5% fino)
Geometria	Subangular a subrolado (69% subrolado)	Subangular a subrolado (73% subangular)	Subangular a subrolado (54% subangular)

3.2 – Análise Química

No Quadro 2 são apresentadas as concentrações médias dos óxidos obtidas com a análise química efetuada.

Quadro 2 – Concentração média dos óxidos para cada tipologia decorativa.

		% (m/m)						ppm							
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO	CoO	ZnO	Rb ₂ O	SrO	Ce ₂ O ₃	ThO ₂
Canelada	Média	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
Folha-de-Acácia	Média	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	Média	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

4 – DISCUSSÃO

A análise textural sugere que as técnicas de produção deverão ter permanecido semelhantes ao longo do Calcolítico neste sítio da península de Lisboa. As ligeiras diferenças observadas poderão resultar simplesmente das diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos integrados nas três tipologias em causa. Em relação à percentagem e tamanho do grão presente nas amostras, os resultados indicam que foram utilizadas pastas mais depuradas (mais finas) para a manufatura de vasos de pequenas dimensões, como são os copos canelados, enquanto pastas mais grosseiras foram utilizadas para cerâmicas mais robustas, como são os contentores cerâmicos com decoração em folha-de-acácia. As pastas “voltam” a tornar-se mais finas no período campa-

niforme, onde se pensa que as cerâmicas com esta designação seriam de prestígio e, por isso, de preparação mais cuidada, revelando uma melhor depuração das matérias-primas. A distribuição das inclusões (têmpera) é considerada “não uniforme” uma vez que se observam aglomerados maiores de inclusões em algumas zonas. Por fim, a geometria destes elementos não plásticos é sobretudo subrolada a subangular. Verifica-se, contudo, que as cerâmicas com decoração em folha-de-acácia são aquelas que apresentam inclusões mais angulares, o que indicia uma maior utilização de têmpera no processo de fabrico (RICE, 1987).

A fim de se obter uma melhor interpretação para os resultados da análise química, estes foram objeto de uma análise estatística multivariada, cujos resultados se encontram representados na Figura 2.

Na Fig. 2A apresenta-se o diagrama resultante da análise em componentes principais, encontrando-se as 74 amostras distribuídas por três grupos consoante a sua composição química. O eixo PC1 é aquele que agrupa a maior parte das amostras verificando-se que quando as amostras têm maiores teores de SiO_2 , K_2O e Rb_2O têm, por outro lado, menores teores de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , SrO , CoO , CaO , MnO e ThO_2 e vice-versa. O eixo PC2 permite caracterizar a distribuição de Cr_2O_3 , Ce_2O_3 e ZnO , os quais apresentam uma correlação fraca com os outros óxidos, mas com uma boa correlação entre si. PC3 associa-se à distribuição de CaO , indicando que este é um óxido com pouca correlação com os demais óxidos. Note-se que as únicas amostras que apresentam teores elevados de cálcio são VNSP-3 e 5, qualquer delas correspondentes a copos canelados.

Complementando esta análise a classificação hierárquica ascendente permitiu obter o dendrograma representado na Fig. 2B, o que torna mais explícita a composição (em amostras) dos três grupos definidos pela análise em componentes principais.

Assim:

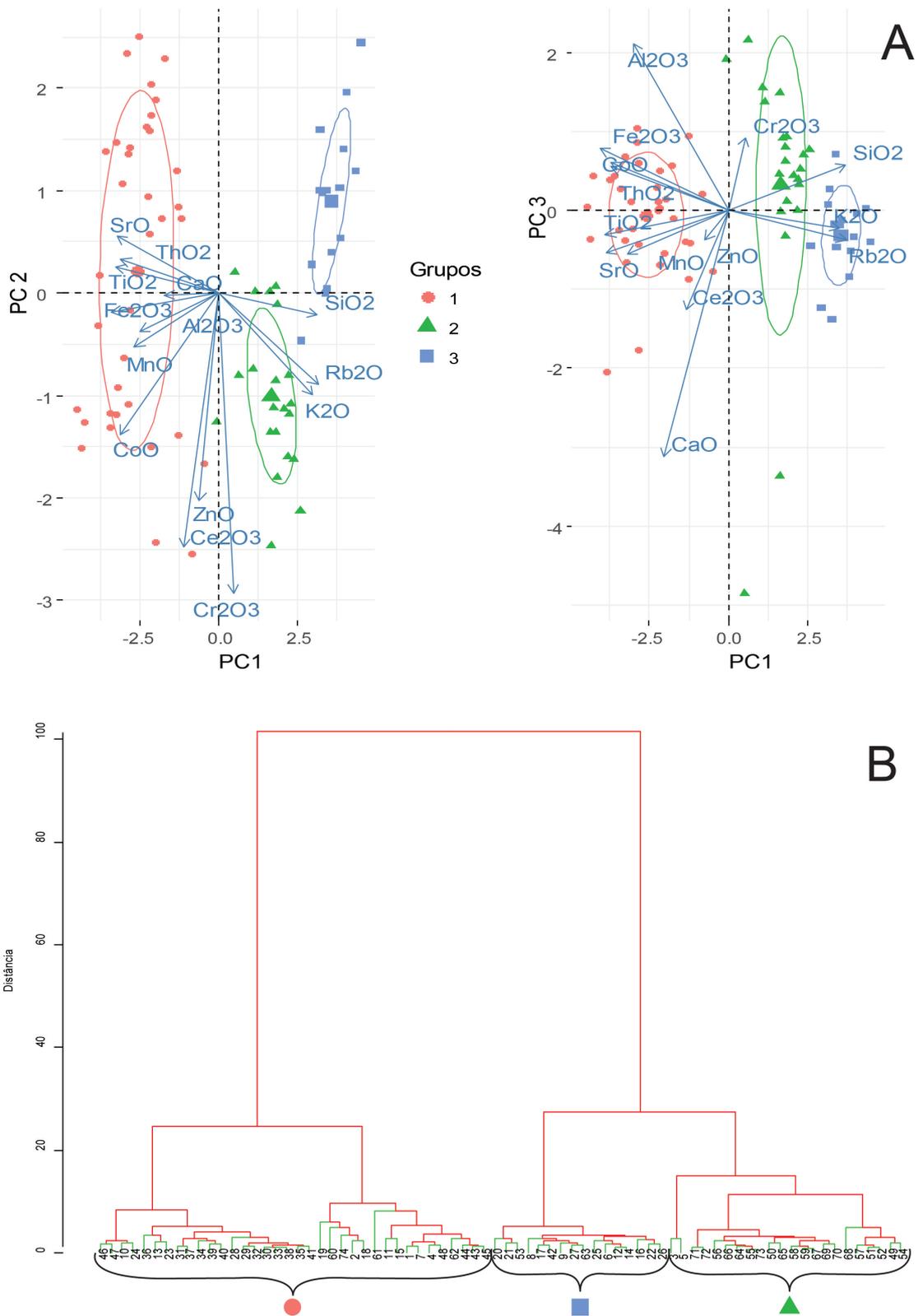
- Ao grupo representado pelo círculo associam-se as maiores concentrações de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , SrO , CoO , CaO , MnO e ThO_2 .
- O grupo representado pelo triângulo corresponde às amostras com maiores concentrações de SiO_2 , K_2O e Rb_2O .
- O grupo representado pelo quadrado diferencia-se do anterior por as amostras que o integram apresentarem menores concentrações de Cr_2O_3 , Ce_2O_3 e ZnO .

O Quadro 3 permite uma leitura fácil de quais as amostras e, por conseguinte, quais as tipologias decorativas englobadas em cada um dos três grupos definidos pela classificação hierárquica ascendente.

Quadro 3 – Distribuição das amostras pelos três grupos formados pela análise por componentes principais.

	Canelada	Folha-de-Acácia	Campaniforme
●	1, 2, 4, 7, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 23, 24	28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48	60, 61, 62, 74,
▲	3, 5		49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73
■	6, 8, 9, 12, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 26	27, 42	53, 63

A análise estatística efetuada sugere, por conseguinte, o uso de três fontes de matéria-prima, duas delas utilizadas para a cerâmica canelada (grupos círculo e quadrado), sendo uma delas também usada para a cerâmica com decoração em folha-de-acácia (grupo círculo). Tal facto pode explicar a pequena diferença identificada pela



classificação hierárquica ascendente (ver Fig. 2B), uma vez que pode ter sido recolhida, para a manufatura dos contentores com decoração em folha-de-acácia, matéria-prima de uma zona do barreiro com composição ligeiramente diferente da utilizada para os copos canelados ou, então, essa pequena diferença resultar de uma melhor depuração da argila para estes últimos, como a análise textural indicia. Uma terceira fonte de matéria-prima terá sido usada essencialmente para a produção de cerâmica campaniforme (grupo triângulo).

5 – CONCLUSÕES

Foram analisadas 74 amostras de cerâmica pré-histórica recolhida no povoado calcolítico de VNSP, associadas a três tipos diferentes de decoração: 26 amostras de copos canelados (Calcolítico Inicial), 22 amostras com decoração em folha-de-acácia (Calcolítico Pleno) e 26 amostras de cerâmica com decoração campaniforme (Calcolítico Final).

A análise multivariada dos dados de composição química destas amostras sugere o uso de três fontes de matéria-prima, duas delas utilizadas para a cerâmica canelada, sendo uma delas também usada para a cerâmica com decoração em folha-de-acácia, enquanto uma terceira fonte de matéria-prima terá sido usada essencialmente para a produção de cerâmica campaniforme. A análise textural, realizada principalmente através da Microscopia Ótica em secções transversais polidas, sugere que as técnicas de produção deverão ter permanecido semelhantes ao longo do tempo e que as pequenas diferenças observadas, nomeadamente no que se refere à quantidade de têmpera utilizada na conformação das peças, poderão resultar simplesmente das diferentes formas e funções dos vasos cerâmicos integrados nas três tipologias decorativas amostradas.

AGRADECIMENTOS

RCC agradece à FCT a bolsa PD/BD/114409/2016. Um agradecimento especial também à Associação dos Arqueólogos Portugueses por nos ter disponibilizado o material cerâmico objeto deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

- AMARO, G. (2011) – Continuidade e Evolução nas Cerâmicas Calcolíticas da Estremadura – Um Estudo Arqueométrico das Cerâmicas do Zambujal. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. 18, p. 201-233.
- ARNAUD, J; FERNANDES, C., eds. (2005) – *Construindo a Memória. As coleções do Museu Arqueológico do Carmo*. Associação do Arqueólogos Portugueses, p. 140-219.
- CABRAL, J. (1991) – Arqueometria. *Revista Colóquio/Ciências*. Fundação Calouste Gulbenkian. 7, p. 58-79.
- JOHNSON, R. & WICHERN, D. (1982) – *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall. United States of America. 767.
- RICE, P. (1987) – *Pottery Analysis: A sourcebook*. Chicago/London: The University of Chicago Press. 547.
- SALANOVA, L. & SHERIDAN, A. (2013) – When the Potter Make the Story, *The European Archaeologist*. 40, p. 80-82.
- SILVA, F.; APPOLINI, C.; QUIÑONES, F.; SANTOS, A.; SILVA, L.; BARBIERI, F. & FILHO, V. (2004) – A 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, p. 41-61.
- WARD, J. (1963) – Hierarchical Grouping to Optimize a Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*. 58, p. 236-244.