



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Departamento de Conservação e Restauro

Dissertação de Mestrado em Conservação e Restauro

Área de Especialização de Cerâmica

**Cerâmicas de Ornatos Brunidos de Povoados do
Bronze Final do Sudoeste da Bacia do Enxóe
Caracterização Química, Mineralógica e Textural**

João Francisco Carrapiço Barreto

Orientador;

Doutor António Manuel Monge Soares

Co-orientadores;

Dra. Augusta Moniz Lima

Doutor Nuno Leal

Setembro 2010

Agradecimentos

Foi-me referido, com razão, que uma tese de Mestrado não é um trabalho de uma pessoa só. Apesar de envolver um processo muitas vezes solitário, uma dissertação reúne o contributo de muitos sem os quais, a sua elaboração não seria possível.

Ao Professor Doutor António Monge Soares, orientador da dissertação, agradeço o apoio, a partilha do saber e as valiosas contribuições para o trabalho.

À Professora Augusta Lima e ao Professor Doutor Nuno Leal, co-orientadores, agradeço o interesse e disponibilidade para colaborarem sempre que solicitado.

À Professora Doutora Fátima Araújo, ao Professor Doutor João Coroado e ao Professor Carlos Galhano, agradeço a disponibilidade para a realização das análises e posterior auxílio na interpretação dos resultados, sem os quais seria impossível tirar conclusões.

Aos arqueólogos que participaram nas escavações de Entre Àguas 5 e Santa Margarida agradeço a disponibilização das peças para a realização deste estudo. E ao Rui Soares, agradeço os fantásticos desenhos arqueológicos dos fragmentos cerâmicos.

Agradeço especialmente à minha família, e sobretudo ao meu pai, à minha mãe e à minha “sister”, porque me aturam e apoiam. E ainda, às minhas colegas e amigas, Andreia, Marijke e Susana, pela amizade e bom ambiente.

Cerâmicas de Ornatos Brunidos de Povoarijkedos do Bronze Final do Sudoeste da Bacia do Enxoé. Caracterização Química, Mineralógica e Textural.

J. Barreto

Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica
joaoarroba@gmail.com

Resumo

A presente dissertação tem como base a caracterização textural, mineralógica e química de um conjunto de cerâmicas de ornatos brunidos, datadas do Bronze Final do Sudoeste do território português, provenientes de escavações arqueológicas em dois povoados, localizados na Bacia do Enxoé, no concelho de Serpa - os povoados de Santa Margarida e Entre Águas 5.

A caracterização das cerâmicas foi feita com recurso a vários métodos de exame e análise, nomeadamente, à microscopia óptica, com e sem luz polarizada transmitida (MOLPT), à difracção de raios X (DRX) e à micro-análise por espectrometria de fluorescência de raios X, dispersiva de energias (μ -FRX).

Através da comparação das pastas cerâmicas pretendeu-se determinar a existência de uma relação entre as cerâmicas dos dois povoados e identificar, se possível, a proveniência da matéria-prima utilizada nas mesmas. Por isso, procedeu-se também à recolha e análise de amostras de argila de um barreiro existente no local de implantação do povoado de Entre Águas 5 e de um tijolo de um forno moderno (séc. XIX) localizado entre os povoados de Entre Águas 5 e Santa Margarida.

Os resultados obtidos sugerem que as cerâmicas dos dois povoados têm proveniências distintas. Contudo, a afinidade entre as cerâmicas de Entre Águas 5 e a amostra de argila, e entre as cerâmicas de Santa Margarida e o tijolo de forno, sugere que os barreiros utilizados, apesar de distintos, estariam localizados próximo ou na área de implantação dos respectivos povoados.

Abstract

As result of the archaeological works taken in the last two decades at the Portuguese left bank of the Guadiana River, several settlements dated from de Late Bronze Age were indentified. Those findings helped unveiled important data concerning the occupation of that region during the Late Bronze Age and the pattern-burnished ceramics characteristic from that period [1]. Two of those settlements, located near Serpa – Santa Margarida and Entre Àguas 5 – are considered of great importance due to the vast collection of pattern-burnished ceramics there found.

The aim of the present study was to determine the possibility of a relation between the pattern-burnished ceramics from Santa Margarida and Entre Águas 5. For that purpose, a set of ceramics from both settlements were characterized through the following analytical techniques: X-ray diffraction (XRD) in order to identify the existing crystalline phases present in the ceramic materials and to estimate firing temperature; micro-energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (μ -EDXRF) in order to define the chemical composition of the pastes; petrographic analysis using optical polarized light microscopy (OPLM) to settle the textural aspects, such as non-plastic mineral inclusions and its distribution in the ceramic matrix [2]. The same techniques were applied to characterize samples of clay retrieved from where the Entre Águas 5 settlement was established, and brick´s samples of a local oven.

Contrary to what was expected, the results obtained so far indicate that there is no direct relation between the ceramics of the two settlements. On the other hand, there were chemical and mineralogical similarities between the ceramics from Entre Águas 5 and the clay´s sample and between the ceramics from Santa Margarida and the brick´s samples, which indicates that the sources of raw-materials were distinct, but local.

Simbologia e Notações

Å – ångström

DRX – Difracção de raios X

EA5 – Entre Àguas 5

kV – quilovolt

mA – miliampere

min – minutos

mm – milímetro

M.O. – minerais opacos

SM – Santa Margarida

v.g. – vestígios

vs. – versus

μFRX - μ Fluorescência de raios X

μm – micrómetro

< LD – inferior ao limite de detecção

Índice

1. Introdução.....	8
1.1. Cerâmicas de Ornatos Brunidos	12
2. Metodologia.....	13
2.1. Caracterização Textural	14
2.2. Caracterização Mineralógica.....	15
2.3. Caracterização Química	15
3. Resultados e Discussão.	16
3.1. Sítio Arqueológico de Entre Águas 5	16
3.2. Sítio Arqueológico de Santa Margarida.....	21
4. Comparação entre as cerâmicas dos dois povoados à luz dos resultados obtidos.	26
5. Conclusões.....	30
4. Referências Bibliográficas.....	31
Anexo A – Recolha e preparação de amostras para análise.....	34
Anexo B – Resultados das Análises.....	42
Análise textural	42
Análise química.....	47
μ Fluorescência de raios X, dispersiva de energias (<i>ArtTAX Pro XRF</i>)	47
Fluorescência de raios X, dispersiva de energias (<i>KEVEX 711</i>).....	49
Fluorescência de raios X, dispersiva de comprimentos de onda (<i>Philips PW 1410/00</i>)	50
Análise mineralógica	52
Anexo C – Diagnóstico e Conservação de Cerâmicas Arqueológicas.	54
Diagnóstico	55
Intervenção.....	56

Índice de Imagens

Fig. 1 – Localização dos sítios arqueológicos em estudo (pag. 9).

Fig. 2 – Sítio arqueológico de Entre Águas 5 depois das escavações para recolha de material argiloso para a construção da Barragem de Serpa (pag. 9).

Fig. 3 – Padrões de ornatos brunidos em fragmentos cerâmicos recuperados no Sítio de Entre Águas 5 (pag. 10).

Fig. 4 – Sítio arqueológico de Santa Margarida com a indicação dos três núcleos que o compõem (pag. 11).

Fig. 5 – Padrões de decoração de fragmentos cerâmicos recuperados no Sítio de Santa Margarida (pag. 11).

Fig. 6 - Secção transversal polida dos fragmentos EA5 6 (**A**) e EA5 5 (**B**), do Bronze Final, do sítio de Entre Águas 5 (pag. 17).

Fig. 7 – Aspecto da amostra EA5 13, do sítio de Entre Águas 5 ao microscópio petrográfico, em nicóis paralelos (**A**) e em nicóis cruzados (**B**) (pag. 19).

Fig. 8 – Difractograma de DRX da amostra EA5 1, do Bronze Final, do sítio de Entre Águas 5 (pag. 19).

Fig. 9 - Secção transversal polida do fragmento SM 16, do Bronze Final, do sítio de Santa Margarida (pag. 21).

Fig. 10 - Aspecto da amostra SM 5, do sítio de Santa Margarida, ao microscópio petrográfico, em nicóis paralelos (**A**) e em nicóis cruzados (**B**) (pag. 22).

Fig. 11 – Difractograma de DRX da amostra SM 1, do Bronze Final, do sítio de Santa Margarida (pag. 24).

Fig. 12 – Diagramas binários com a distribuição das concentrações de CaO vs. Fe₂O₃, Al₂O₃ vs. SiO₂ e CaO vs. K₂O obtidas por μ -FRX para as cerâmicas de EA5 e SM, bem como para as amostras de argila de Entre Águas 5 e de tijolo do forno localizado entre os dois povoados (pag. 27).

Fig. 13 – Comparação entre os espectros de DRX de uma amostra de cerâmica do sítio de Entre Águas 5 (EA5 16) e uma amostra de argila recolhida no local em que este povoado foi implantado (pag. 29).

Fig. 14 – Comparação entre os espectros de DRX de uma amostra de cerâmica do sítio de Santa Margarida (SM 1) e uma amostra de tijolo de um forno vizinho (pag. 29).

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Análise mineralógica das cerâmicas de ornatos brunidos de EA5 (pag. 18).

Tabela 2 – Análise quantitativa dos elementos identificados por μ -FRX nas cerâmicas de ornatos brunidos de EA5 (pag. 20).

Tabela 3 - Média das concentrações dos óxidos dos principais elementos identificados por μ -FRX (pag. 20).

Tabela 4 - Análise mineralógica das cerâmicas de ornatos brunidos de SM (pag. 23).

Tabela 5 - Análise quantitativa dos elementos identificados por μ -FRX nas cerâmicas de ornatos brunidos de SM (pag. 25).

Tabela 6 – Média das concentrações dos óxidos dos principais elementos identificados por μ -FRX (pag. 25).

Tabela 7 – Estruturas cristalinas e outros minerais identificados em lâmina delgada e por difracção de raios X (pag. 28).

1. Introdução

O período correspondente ao Bronze Final caracteriza-se geralmente por uma crescente complexidade dos mecanismos de interação social e política que permitiram a emergência de interdependências entre os povoados do território que é hoje Portugal e a Europa de além-Pirinéus [1, 2, 3]. Neste fenómeno são admitidas diversas singularidades espaço-temporais e diferentes ritmos de complexificação [1] que resultaram numa grande diversidade regional que levou os especialistas a dividirem o território português em três áreas: Norte, Estremadura e Sul [2].

Como resultado dos trabalhos de prospecção levados a cabo, ao longo das últimas duas décadas, foram identificados, na margem esquerda do Guadiana, no Sudoeste português, diversos povoados atribuíveis ao Bronze Final. Estas descobertas vieram revelar dados importantes relativos à ocupação do Bronze Final nessa região, bem como sobre a cerâmica de ornatos brunidos característica dessa época pré-histórica [4]. De entre esses povoados, salientam-se na zona de Serpa, na bacia do Enxoé, os povoados de Santa Margarida (SM) e de Entre Águas 5 (EA 5) (Fig. 1) devido ao vasto espólio de cerâmica de ornatos brunidos em excelente estado de conservação neles recolhido.

O povoado de Entre Águas 5, na freguesia de Brinches (Serpa), foi identificado, em 2008, no decurso do acompanhamento arqueológico dos trabalhos para a construção da Barragem de Serpa [5].

O povoado encontra-se implantado na margem esquerda da Ribeira do Enxoé, um afluente da margem esquerda do Guadiana, num vale aberto, em zona de cheia, sobre um depósito argiloso, provavelmente de origem aluvionar [5] (Fig. 2). Dadas as características do local, julga-se que não teria tido uma ocupação permanente mas, muito provavelmente, apenas sazonal.

A escavação do sítio revelou dois tipos de estruturas relacionadas com a ocupação humana – fundos de cabana em forma de 8 e fossas de forma ovalada. Nos fundos de cabana, particularmente num onde se terá praticado a metalurgia do bronze, existiam numerosos materiais cerâmicos, dos quais se destacavam diversos fragmentos de cerâmica decorada com ornatos brunidos (Fig. 3).

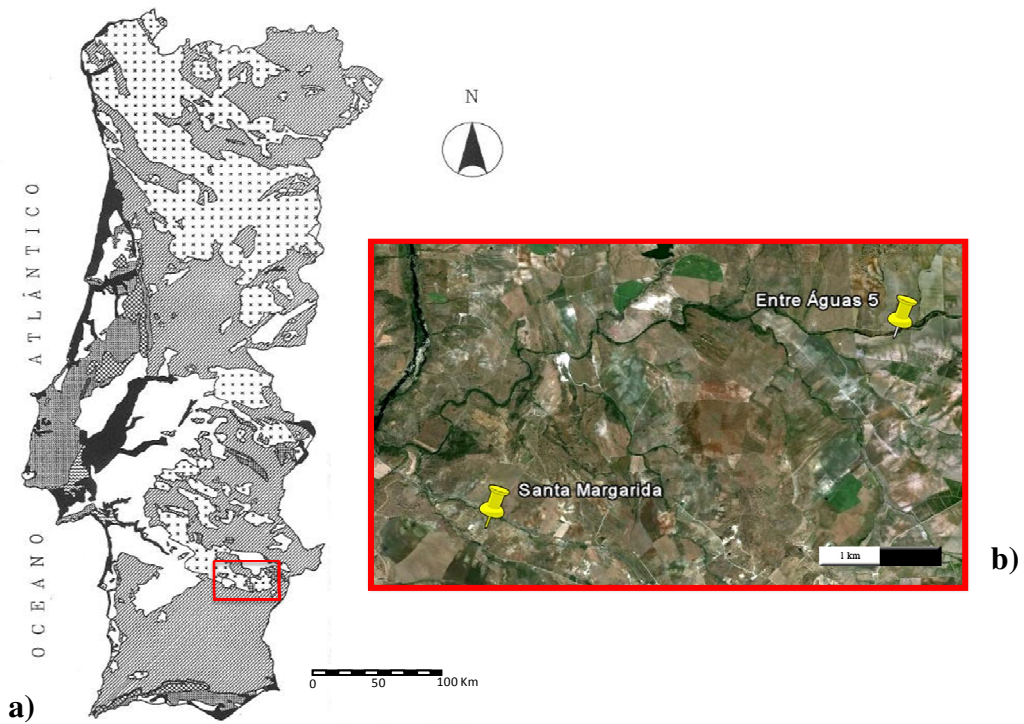


Fig. 1 – Localização dos sítios arqueológicos em estudo.

- a) Mapa de Portugal com a zona de Serpa assinalada; b) Localização dos sítios arqueológicos de Santa Margarida e Entre Águas 5. A distância aproximada entre os dois sítios arqueológicos é de 7 Km.



Fig. 2 – Sítio arqueológico de Entre Águas 5 depois das escavações para recolha de material argiloso para a construção da Barragem de Serpa. Margem esquerda da Ribeira do Enxoé.

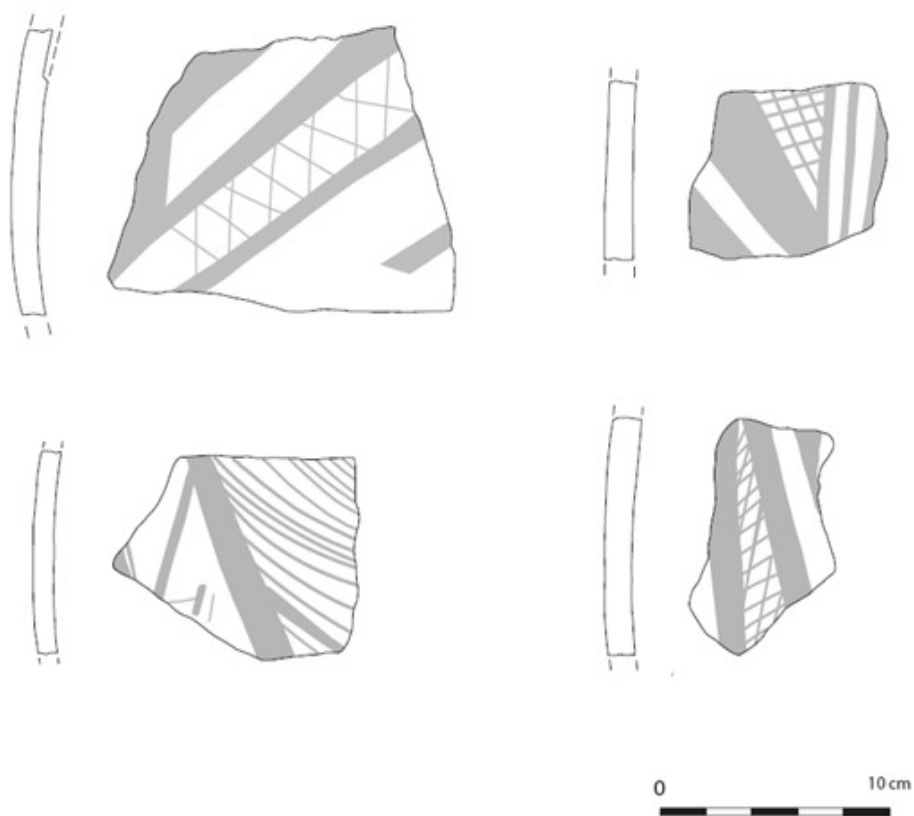


Fig. 3 – Padrões de ornatos brunidos em fragmentos cerâmicos recuperados no Sítio de Entre Águas 5.

O sítio arqueológico de Santa Margarida situa-se na freguesia de Santa Maria e encontra-se dividido em três núcleos, distando entre si cerca de cento e cinquenta metros (**Fig. 4**), distribuídos por uma área aplanada entre os barrancos da Carelinha e de Santa Ana, afluentes do Enxoé.

Inicialmente referenciado como uma *villa* da época romana [6], o sítio arqueológico de Santa Margarida veio a revelar-se de interesse acrescido na investigação sobre o Bronze Final do Sudoeste, dado o vasto espólio de cerâmica de ornatos brunidos aí encontrado (várias centenas de fragmentos, em que os motivos decorativos se distribuem pela superfície externa – o mais frequente – pela interna ou por ambas). Um primeiro estudo sistemático desta cerâmica foi já feito por Monge Soares [4]. Na Fig. 5 pode observar-se uma selecção de motivos decorativos da cerâmica de ornatos brunidos encontrada em Santa Margarida, muito semelhantes aos de Entre Águas 5.



Fig. 4 – Sítio arqueológico de Santa Margarida com a indicação dos três núcleos que o compõem.

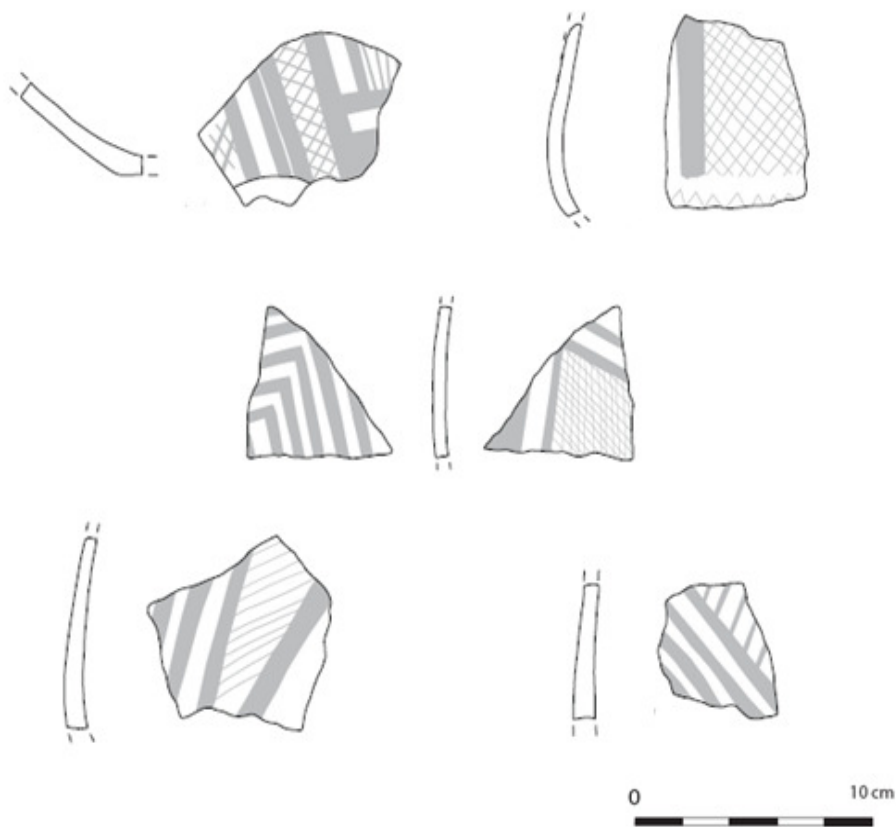


Fig. 5 – Padrões de decoração de fragmentos cerâmicos recuperados no Sítio de Santa Margarida.

Considerando a semelhança macroscópica entre as cerâmicas de ornatos brunidos encontradas nos sítios de Entre Águas 5 e de Santa Margarida, a proximidade entre os dois povoados, e o facto de o último estar implantado sobre um depósito argiloso que poderia ter servido de barreiro para a manufactura de cerâmica, colocava-se a hipótese de as argilas utilizadas nas pastas cerâmicas de ambos os povoados terem a mesma proveniência, que poderia ser o referido depósito argiloso. Por outro lado, se para a Época Romana em Portugal existem já vários trabalhos sobre a caracterização de pastas cerâmicas [7], o mesmo não se verifica para a cerâmica pré-histórica no nosso país, sobre a qual são raros os trabalhos publicados [8, 9].

Por tudo isto deve-se o interesse deste trabalho de investigação, que consistiu no estudo e comparação das cerâmicas de ornatos brunidos dos povoados do Bronze Final de Entre Águas 5 e Santa Margarida, com recurso a técnicas de análise textural, mineralógica e química, tendo também como objectivo a determinação da proveniência das pastas cerâmicas.

Como complemento deste trabalho de investigação procedeu-se à conservação e restauro de fragmentos cerâmicos provenientes da escavação arqueológica levada a cabo em Santa Margarida (**Anexo C**), uma vez que é a análise, com base científica, das pastas cerâmicas que permite levar a cabo, correctamente e de um modo seguro, essas operações de conservação e restauro.

1.1. Cerâmicas de Ornatos Brunidos

Apesar da grande diversidade morfológica das cerâmicas do Bronze Final salienta-se uma tipologia decorativa característica deste período cultural. As cerâmicas desta tipologia apresentam normalmente polimento das superfícies exteriores, pastas negras ou castanho escuro, e ornatos brunidos geométricos.

A atribuição das cerâmicas de ornatos brunidos à Idade do Bronze Final é hoje consensual, uma vez que não existem indícios da utilização desta técnica nos períodos antecedentes e posteriores [10]. A técnica de brunir consiste na utilização de um utensílio rombo (o brunidor) com o qual se passa sobre a pasta cerâmica ou sobre um engobe, antes da cozedura e quando esta já se encontra seca, produzindo sulcos polidos que contrastam com o fundo baço mais claro [11].

O estudo das cerâmicas de ornatos brunidos em Portugal só começou a ganhar importância com a investigação arqueológica levada a cabo na Lapa do Fumo por E. da

Cunha Serrão e a descoberta dos primeiros exemplares desta tipologia de cerâmicas em território português [12].

Devido à sua raridade e qualidade excepcional, vários especialistas atribuem às cerâmicas de ornatos brunidos um significado ritual que poderá corresponder a ofertas em santuários dessa época [12].

As cerâmicas dos sítios estudados neste trabalho, Santa Margarida e Entre Águas 5, são aparentemente muito semelhantes entre si, como já foi referido, apresentando padrões brunidos que, na sua maioria, se enquadram nas tipologias 3 e 4 definidas por Cunha Serrão [13]:

“3 – Faixas paralelas, preenchidas por linhas ou por faixas mais estreitas perpendiculares ou oblíquas às faixas limitantes.

4 – Linhas e faixas em ziguezague, formando triângulos ou losangos, preenchidos, como no padrão anterior, ou totalmente polidos [brunidos] dentro das faixas e linhas limitantes.”

2. Metodologia

Durante muito tempo os processos de identificação e caracterização de materiais arqueológicos baseavam-se sobretudo em critérios tipológicos e estilísticos pouco objectivos. Actualmente é consensual a importância da colaboração com outras ciências, sendo as mais pertinentes, no caso da cerâmica arqueológica, a geologia/ mineralogia e a química. Neste contexto, algumas das técnicas mais utilizadas na caracterização de materiais cerâmicos são a espectrometria de fluorescência de raios X (FRX), a observação de lâminas delgadas ao microscópio óptico com luz polarizada transmitida (MOLPT), associada à análise por difracção de raios X (DRX), a análise por activação de neutrões (AAN), a espectrometria Raman e a análise através do microscópio electrónico de varrimento (MEV) [14, 15, 16]. No âmbito deste trabalho utilizaram-se as três primeiras técnicas referidas.

Para além dos fragmentos de cerâmicas com decorações brunidas, provenientes dos sítios arqueológicos atrás referidos, foi analisada uma amostra de argila recolhida no depósito argiloso sobre o qual o povoado de Entre Águas 5 se encontra implantado e uma outra de um tijolo proveniente de um forno moderno (séc. XIX), localizado na margem esquerda do Enxoé, sensivelmente equidistante dos dois sítios, com o fim de investigar a proveniência das cerâmicas em causa. Por outro lado, considerando as

alterações químicas e mineralógicas que ocorrem durante o processo de cozedura, a amostra de argila recolhida no sítio de Entre Águas 5 foi moldada, seca e cozida a uma temperatura de aproximadamente 800°C, uma vez que é essa a temperatura média esperada para cerâmicas da Idade do Bronze [2, 9].

Devido à necessidade de recolher amostras para a caracterização das pastas cerâmicas, os fragmentos brunidos foram exaustivamente fotografados e registados através de desenho arqueológico, preservando assim toda a informação relativa aos padrões decorativos. O local para a recolha das amostras foi escolhido de modo a não interferir na leitura do padrão decorativo (**Anexo A**).

2.1. Caracterização Textural

A caracterização textural diz sobretudo respeito à morfologia das pastas cerâmicas, relacionando parâmetros tais como a homogeneidade da pasta, coesão, porosidade, cor, percentagem de inclusões não plásticas presentes, bem como a sua orientação, tamanho e geometria. Estes dados podem ser úteis, não só em estudos de proveniência, pela comparação com outras cerâmicas, mas também no estudo da técnica de fabrico, uma vez que fornecem informação sobre o tipo de atmosfera de cozedura e arrefecimento, os métodos utilizados na preparação das argilas e as técnicas de tratamento da superfície [15, 17].

A caracterização textural foi realizada através da observação de secções transversais polidas ao microscópio estereoscópico (Olympus SZX12), com máquina fotográfica acoplada, e análise de lâminas delgadas ao microscópio petrográfico. Esta técnica envolve a observação e análise com luz polarizada de amostras de materiais que contenham minerais e permite caracterizar eficazmente as pastas cerâmicas quanto à sua textura e porosidade e avaliar a percentagem, orientação, distribuição, forma e cor das inclusões não plásticas [14].

A determinação da percentagem de inclusões não plásticas nas pastas cerâmicas foi feita através da análise de fotografias das secções transversais polidas com o programa *ImageJ*. Este programa de processamento de imagem, com aplicações na área da metalurgia e da medicina, permite converter as imagens em sistemas binários (preto e branco) e desta forma calcular a percentagem de partículas presentes numa matriz [18].

O tamanho das partículas não plásticas foi determinado por observação das lâminas delgadas através de uma lupa monocular com escala micrométrica incorporada (*TM20 ESCHENBACH - Germany*).

2.2. Caracterização Mineralógica

A caracterização mineralógica tem como objectivo a determinação da natureza das inclusões não plásticas presentes nas pastas cerâmicas. A identificação dos minerais foi feita através da observação de lâminas delgadas ao microscópio petrográfico (NIKON Labophot-pol), com luz polarizada, em nicóis paralelos e cruzados, complementada pela análise por difracção de raios X (DRX), pelo método dos pós agregados, não orientados. Os difractogramas foram obtidos com um difractómetro Philips X'Pert PW 3040/60, utilizando a radiação $\text{CuK}\alpha$, de acordo com as seguintes condições operacionais: 50 kV (voltagem) e 30 mA (intensidade de corrente), fenda de divergência automática, monocromador de grafite e intervalos de registo de $1^\circ/2\theta/\text{min}$. A interpretação dos difractogramas e identificação das fases cristalinas foi feita por comparação, utilizando a informação disponibilizada nos Powder Diffraction Files do International Centre for Diffraction Data (ICDD PDF).

2.3. Caracterização Química

A caracterização química das pastas cerâmicas foi feita por meio de espectrometria de fluorescência de raios X, dispersiva de energias (EDXRF). Esta técnica de análise elementar tem como base o efeito fotoeléctrico, segundo o qual cada elemento emite uma radiação característica quando sujeito a uma excitação apropriada. Os espectros obtidos com este método permitem não só a identificação qualitativa da maioria dos elementos presentes numa amostra, mas também o seu teor (determinação quantitativa) na amostra.

Neste estudo optou-se pela utilização do espectrómetro *ArtTAX Pro XRF*, um aparelho portátil com capacidade de análise em áreas muito reduzidas (cerca de $70 \times 50 \mu\text{m}^2$), especialmente desenvolvido para aplicação no âmbito do património cultural. Desta forma foi possível reduzir o tamanho da amostra a analisar. Cada amostra foi moída num almofariz de ágata e com o pó resultante foi preparada uma pastilha, a qual foi analisada em três locais distintos (**Anexo A**). As condições de análise foram: voltagem de 40 kV, intensidade de $600 \mu\text{A}$, tempo de aquisição 360 s em atmosfera de hélio.

Para a análise quantitativa dos elementos detectados procedeu-se ao tratamento dos espectros com o programa *WinAxil*, tendo sido utilizados para a calibração padrões de argila com composição semelhante à dos materiais cerâmicos em estudo: NIST 98b – Plastic Clay e NIST 679 – Brick Clay. O erro associado ao procedimento experimental

para cada elemento foi calculado através da análise dos mesmos materiais de referência certificados. Obtiveram-se valores inferiores a 10% para o silício, potássio, cálcio, titânio, ferro e alumínio, e valores superiores a 15% para os elementos vestigiais.

Complementarmente, amostras dos fragmentos cerâmicos foram analisadas através de um espectrómetro de fluorescência de raios X, dispersivo de comprimentos de onda, *Philips PW 1410/00*, e foi também seleccionado um conjunto de amostras para ser analisado com um espectrómetro de fluorescência de raios X, dispersivo de energias, modelo *KEVEX 771* (**Anexo B**). Desta forma foi possível assegurar a fiabilidade e reprodutibilidade dos resultados obtidos considerando a heterogeneidade das pastas cerâmicas e a impossibilidade de detectar elementos com número atómico inferior a 13 (Alumínio) com o espectrómetro de μ -FRX.

3. Resultados e Discussão.

3.1. Sítio Arqueológico de Entre Águas 5

Os dezassete fragmentos cerâmicos provenientes de Entre Águas 5 possuem todos decoração brunida na superfície exterior, sendo que em alguns casos a superfície interior também aparece revestida por um engobe e noutros encontra-se apenas alisada. O fragmento EA5 17 (**Anexo A**) apresenta decoração brunida na superfície exterior e na interior.

No geral, as pastas apresentam coesão média com alguma porosidade e textura homogénea. A cor das pastas varia entre tons de castanho e cinzento-escuro. Em alguns casos as pastas apresentam uma coloração homogénea, vermelha acastanhada ou acinzentada, o que sugere uma cozedura e arrefecimento em atmosfera oxidante, sendo que as pastas mais escuras poderiam ter incorporada uma maior percentagem de material orgânico ou ter sido cozidas e arrefecidas em atmosfera redutora [19]. Verificam-se também alguns casos em que as pastas apresentam uma coloração mais escura no cerne (Fig. 6 A), o que sugere uma cozedura em atmosfera redutora e arrefecimento em atmosfera oxidante [20], e ainda dois casos (EA5 5 e EA5 17) em que apenas a superfície interior aparece totalmente escurecida (Fig. 6 B). Neste caso a cozedura poderá ter sido realizada em atmosfera redutora, mas apenas a superfície mais clara foi arrefecida em atmosfera oxidante, ou, durante a cozedura, apenas a superfície interior esteve exposta a uma atmosfera redutora.

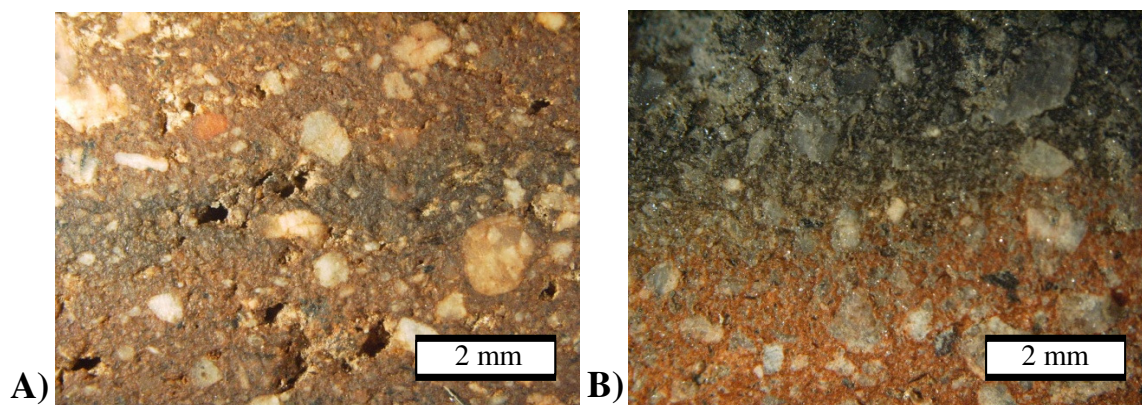


Fig. 6 - Secção transversal polida dos fragmentos EA5 6 (A) e EA5 5 (B), do Bronze Final, do sítio de Entre Águas 5.

As inclusões não plásticas presentes nas amostras representam cerca de 30 a 45% da matriz e o tamanho dos grãos varia de muito fino a médio¹, verificando-se a presença de grãos com aproximadamente 0,01mm e grãos com 2,5mm na mesma amostra. Estas inclusões não possuem orientação definida e apresentam geometria angular, sub-angular e sub-rolada. A presença de inclusões com geometria angular sugere que estas tenham sido adicionadas à argila durante o fabrico das cerâmicas.

Através da análise das lâminas delgadas no microscópio petrográfico (em nicóis paralelos e cruzados) foi possível identificar a presença de quartzo, por vezes com plagioclase associada, clorite, hematite e outros minerais opacos (Fig. 7). A análise por DRX permitiu ainda identificar a presença de nontronite, moscovite, albite, actinolite, microclina e goetite (Tabela 1). A goetite pode estar relacionada com os minerais opacos observados em lâmina delgada. Nos espectros de DRX, o pico identificado como albite, aproximadamente a 7,682 Å (Fig. 8), poderá corresponder também à hematite identificada em lâmina delgada.

A presença de estruturas cristalinas do grupo das esmectites, tais como a nontronite, e de feldspatos potássicos (microclina) que se degradam acima dos 900/1000°C, associada à ausência de estruturas do grupo espinela que se formam à mesma temperatura e de calcite que é completamente decomposta acima dos 850/900°C permite concluir que as cerâmicas estudadas do Sítio de Entre Águas 5 foram cozidas a temperaturas próximas dos 850/900°C [21, 22].

¹ Grão muito fino : inferior a 0,1mm; Grão fino: 0,1 – 0,33mm; Grão pequeno: 0,33 – 1 mm; Grão médio: 1 – 3,3mm; Grão grosseiro: 3,3 – 10 mm. [14]

Tabela 2 – Análise mineralógica das cerâmicas de ornatos brunidos de EA5, em que N – nontronite; M – moscovite; A – albite; Q – quartzo; Mi – microclina; Ac – actinolite; G – goetite; M.O. – minerais opacos; vg – vestígios.

Amostra	Estruturas cristalinas identificadas por DRX	Minerais identificados em lâmina delgada e a sua abundância relativa							
		Quartzo	Plagioclase	Clorite	Biotite	Hematite	Anfíbola	M.O.	
Entre Águas 5	EA5 1	N, M, A, Act, Q, Mi, G	+++	++	+	-	++	-	++
	EA5 2	M, Act, A, G, Q, Mi	+++	+	+	-	++	-	+
	EA5 3	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	vg	-	++	-	++
	EA5 4	N, M, Act, Q, A, Mi, G	+++	++	vg	-	++	-	++
	EA5 5	N, Act, A, M, Q, G, Mi	+++	+	+	vg	++	-	+
	EA5 6	N, M, Act, A, Q, G, Mi	+++	++	+	-	++	-	++
	EA5 7	N, M, Act, A, Q, G, Mi	+++	++	+	-	++	+	+
	EA5 8	N, M, Act, A, Q, G, Mi	+++	+	+	+	++	-	+
	EA5 9	N, Act, A, M, Q, Mi, G	+++	++	vg	vg	++	vg	++
	EA5 10	Act, A, N, M, Q, Mi, G	+++	+	+	vg	+	-	+
	EA5 11	N, M, Act, A, Mi, Q, G	+++	+	+	vg	++	-	++
	EA5 12	N, M, A, G, Q, Mi,	+++	++	+	vg	++	-	++
	EA5 13	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	vg	-	++	vg	+
	EA5 14	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	+++	-	-	++	-	++
	EA5 15	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	+	-	vg	++	-	++
	EA5 16	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	+	-	++	-	++
	EA5 17	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	+	vg	+	-	+

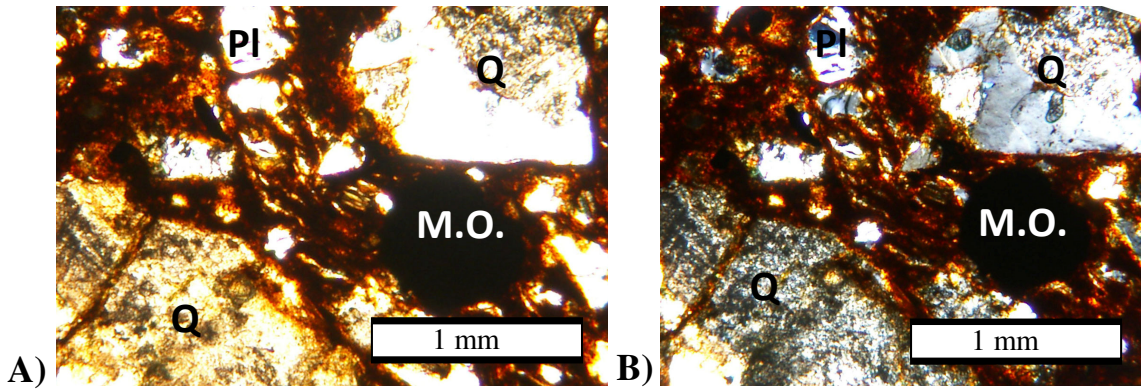


Fig. 7 – Aspecto da amostra EA5 13, do sítio de Entre Águas 5 ao microscópio petrográfico, em nicóis paralelos (A) e em nicóis cruzados (B): Q – quartzo; Pl – plagioclase; M.O. – minerais opacos.

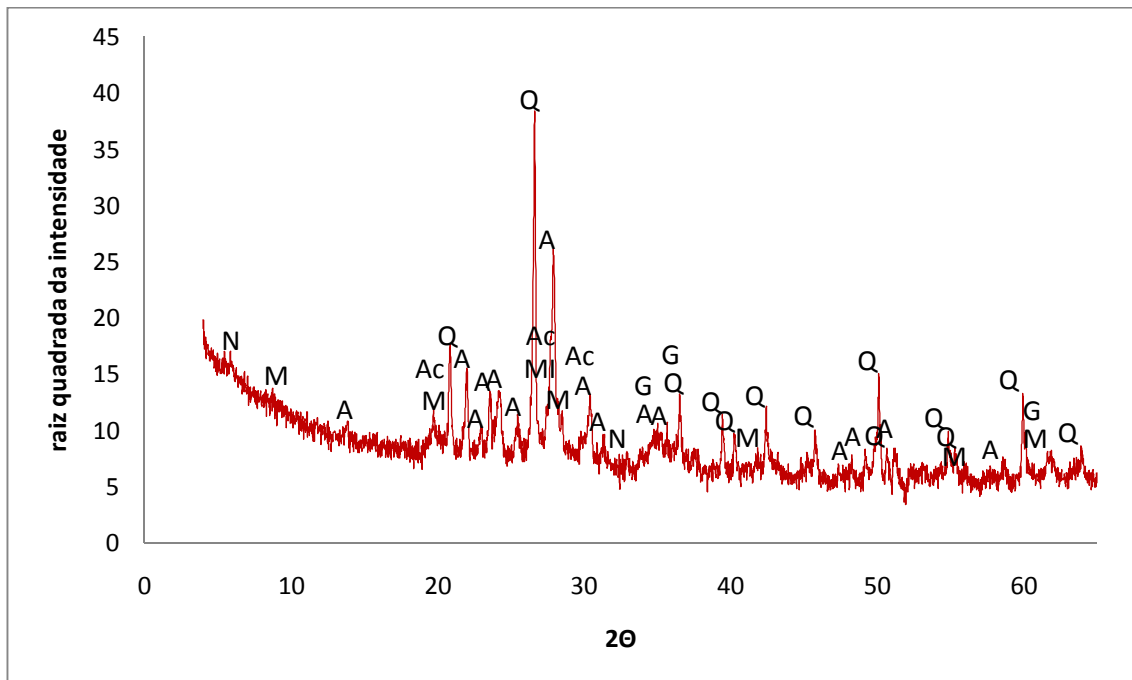


Fig. 8 – Difractograma de DRX da amostra EA5 1, do Bronze Final, do sítio de Entre Águas 5, em que N – nontronite; M – moscovite; A – albite; Q – quartzo; Mi – microclina; Ac – actinolite; G – goetite.

Os principais elementos identificados através da análise dos fragmentos por μ -FRX foram: o silício (Si), o alumínio (Al), o ferro (Fe), o cálcio (Ca), o titânio (Ti) e o potássio (K) (Tabela 2). E os elementos menos abundantes: manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), estrôncio (Sr), e mais raramente, bário (Ba) e rubídio (Rb).

A análise quantitativa dos dados permitiu obter as concentrações relativas dos óxidos presentes. A semelhança dos valores obtidos para a maioria dos fragmentos sugere uma proveniência comum (Tabela 3).

Tabela 2 – Análise quantitativa dos elementos identificados por μ -FRX nas cerâmicas de ornatos brunidos de EA5.

		EA5 1	EA5 2	EA5 3	EA5 4	EA5 5	EA5 6	EA5 7	EA5 8	EA5 9	EA5 10	EA5 11	EA5 12	EA5 13	EA5 14	EA5 15	EA5 16	EA5 17
%	Al ₂ O ₃	17,67	17,33	18,00	17,33	20,00	18,33	18,00	18,33	19,33	19,33	16,33	19,58	16,00	18,94	16,75	16,00	16,00
	SiO ₂	58,67	58,33	59,33	59,67	59,67	60,67	59,33	58,00	61,67	59,00	55,00	53,71	55,33	55,36	59,50	56,33	58,67
	K ₂ O	1,34	0,82	1,31	1,31	1,52	1,68	1,36	1,36	1,79	1,03	1,38	1,10	1,47	1,18	1,14	1,10	1,60
	CaO	3,17	2,57	2,77	3,33	3,33	2,70	3,67	2,73	2,23	4,67	3,67	4,15	4,17	3,82	3,10	2,33	2,53
	TiO ₂	0,50	2,60	0,53	1,02	0,56	1,01	0,68	0,94	0,53	0,62	1,63	0,98	2,10	0,82	0,55	0,53	1,04
	Fe ₂ O ₃	6,00	10,00	5,73	8,33	6,33	8,33	7,67	6,23	6,33	6,33	6,33	9,33	7,35	10,67	6,90	6,70	4,97
ppm	MnO	1110	261	493	661	573	684	604	723	547	351	521	1436	1436	1327	966	377	516
	CuO	72	107	56	51	73	80	138	68	41	67	69	78	78	76	90	114	69
	ZnO	121	169	153	112	145	150	233	110	112	161	134	116	116	117	271	321	220
	Ga ₂ O ₃	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	122	68	68	89	87	87	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Rb ₂ O	16	13	n.d.	n.d.	n.d.	23	16	16	17	11	20	18	18	17	19	19	30
	SrO	59	155	135	178	209	186	116	124	107	155	155	82	82	75	57	217	189

Tabela 3 - Média das concentrações dos óxidos dos principais elementos identificados por μ -FRX.

%	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
Média	17,84	58,13	1,32	3,23	0,98	7,48
Desvio padrão	1,32	2,21	0,25	0,71	0,60	1,69

3.2. Sítio Arqueológico de Santa Margarida

Dos dezassete fragmentos cerâmicos provenientes de Santa Margarida apenas o fragmento SM 15 possui decoração brunida na superfície interior e exterior. Os restantes fragmentos apresentam apenas decoração na superfície exterior, sendo que em alguns casos a superfície interior também aparece revestida por um engobe e noutros encontra-se apenas alisada.

No geral os fragmentos de Santa Margarida apresentam uma pasta bastante coesa, de baixa porosidade e textura homogênea (Fig. 9). A cor das pastas varia entre tons de castanho alaranjado e o cinzento-escuro. Em alguns casos as pastas apresentam uma coloração regular, predominantemente castanho-escuro ou acinzentada, o que sugere processos de cozedura e arrefecimento em atmosferas redutoras, sendo que a quantidade de material orgânico incorporado na argila também vai contribuir para o seu escurecimento durante a cozedura. Verifica-se também alguns casos em que as pastas apresentam coloração predominantemente castanho-avermelhada e apenas o cerne aparece escurecido, o que sugere uma cozedura em atmosfera redutora e arrefecimento em atmosfera oxidante.



Fig. 9 - Secção transversal polida do fragmento SM 16, do Bronze Final, do sítio de Santa Margarida.

As inclusões não plásticas presentes nas amostras representam cerca de 30 a 45% da matriz e o tamanho dos grãos varia de muito fino a médio, verificando-se a presença de grãos com aproximadamente 0,01mm e grãos com 2,5mm na mesma amostra. Estas inclusões não possuem orientação definida e uma vez que apenas apresentam geometria sub-angular e sub-rolada é provável que a argila tenha sido

utilizada sem a incorporação de materiais não plásticos adicionais e a sua preparação deve ter consistido apenas na remoção de inclusões de maiores dimensões.

Através da análise das lâminas delgadas no microscópio petrográfico - em nicóis paralelos e cruzados - foi possível identificar a presença de quartzo, por vezes com plagioclase associada, clorite, biotite, hematite, outros minerais opacos, e grandes quantidades de anfíbola de cor verde intensa - associada a teores elevados de ferro (Fig. 10). A análise por DRX (Fig. 11) permitiu identificar a presença de actinolite, tremolite, anortite, microclina e goetite. A goetite poderá estar relacionada com os minerais opacos observados e a actinolite e tremolite são anfíbolas de coloração verde clara em lâmina delgada. Em algumas amostras foi também detectada a presença de ilite e albite (Tabela 4).

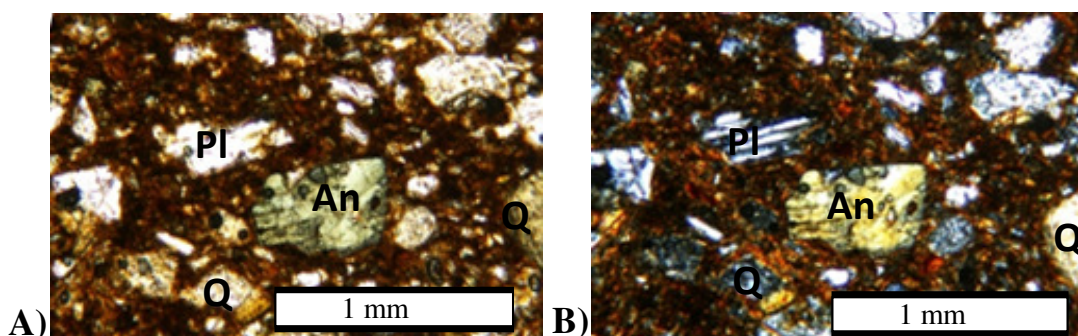


Fig. 10 - Aspecto da amostra SM 5, do sítio de Santa Margarida, ao microscópio petrográfico, em nicóis paralelos (A) e em nicóis cruzados (B), em que: Q – quartzo; Pl – plagioclase; An – anfíbola.

A anortite encontra-se com mais frequência nas cerâmicas cozidas a temperaturas que excedem os 950°C ou que foram sujeitas a longos períodos de cozedura. A sua presença, associada à goetite, que a temperaturas altas dá origem a hematite bem cristalizada, e feldspatos potássicos (microclina) que se degradam acima dos 900/1000°C, sugere que as cerâmicas estudadas, provenientes do sítio de Santa Margarida, foram submetidas a processos de cozedura lentos a temperaturas próximas dos 900/1000°C [21, 22].

Tabela 4 - Análise mineralógica das cerâmicas de ornatos brunidos de SM: Ac – actinolite; Q - quartzo; Mi – microclina; An – anortite; Tr – tremolite; G – goetite; I – ilite; M.O. – minerais opacos; vg – vestígios.

Amostra	Estruturas cristalinas identificadas por DRX	Minerais identificados em lâmina delgada e a sua abundância relativa							
		Quartzo	Plagioclase	Clorite	Biotite	Hematite	Anfíbola	M.O.	
Santa Margarida	SM 1	Ac, Tr, Q, G, An, Mi	+++	+	-	Vg	++	++	++
	SM 2	I, Ac, Tr, An, Q, Mi, G	+++	++	-	Vg	++	++	+
	SM 3	N, I, Ac, A, An, G, Q, Mi	+++	+	-	Vg	++	+	++
	SM 4	N, I, Ac, A, An, G, Q, Mi	+++	++	-	-	+	+	++
	SM 5	Ac, Tr, Q, Mi, An, G	+++	++	vg	-	++	++	+
	SM 6	I, Ac, Tr, An, Q, Mi, G	+++	++	+	-	+	++	+
	SM 7	I, Ac, Tr, An, Q, Mi, G	+++	+	+	Vg	++	++	++
	SM 8	I, Ac, Tr, A, An, Q, Mi, G	+++	++	vg	-	+	++	+
	SM 9	I, Ac, Tr, An, Q, Mi, G	+++	++	-	-	+	++	++
	SM 10	Ac, Tr, An, Q, G, Mi	+++	+	+	Vg	+	++	++
	SM 11	Ac, Tr, A, An, Q, Mi, Fa, G	+++	++	+	-	++	++	+
	SM 12	I, Ac, Tr, A, An, Q, Mi, G	+++	++	vg	-	+	++	+
	SM 13	I, Ac, A, An, Q, G, Mi	+++	+	+	-	++	+	++
	SM 14	Ac, Tr, An, Mi, Q, G	+++	++	+	-	++	++	++
	SM 15	Ac, Tr, Q, Mi, A, An, Q, G	+++	++	-	Vg	++	vg	++
	SM 16	Ac, An, Tr, Q, Mi, G	+++	++	-	Vg	+	++	+
	SM 17	Ac, Tr, Fa, Q, A, Mi, An, G	+++	++	vg	Vg	+	++	++

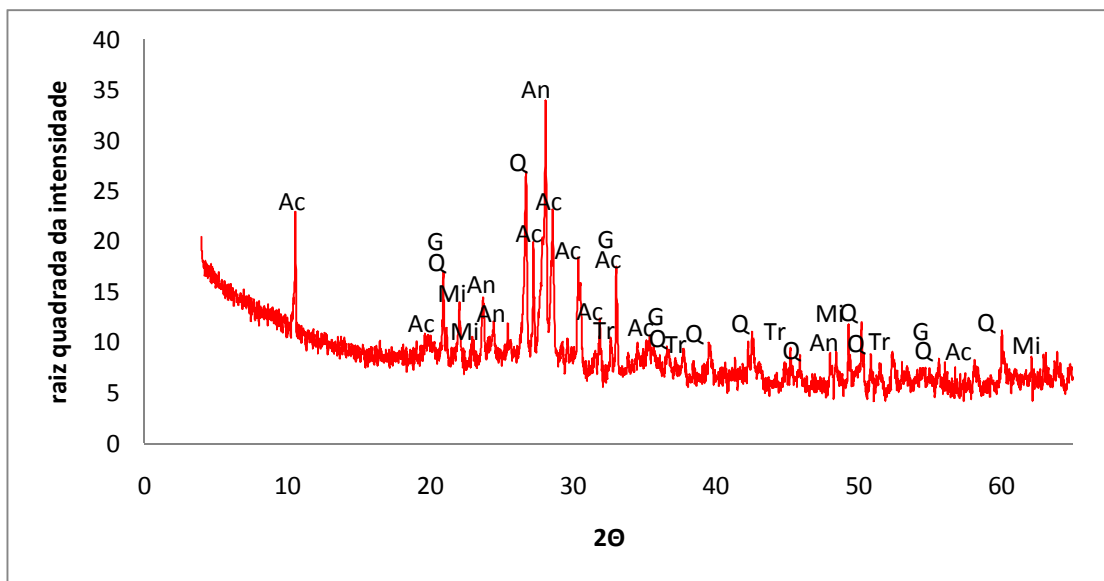


Fig. 11 – Difractograma de DRX da amostra SM 1, do Bronze Final, do sítio de Santa Margarida, em que Ac – actinolite; Q - quartzo; Mi – microclina; An – anortite; Tr – tremolite; G – goetite.

A análise dos fragmentos por μ -FRX permitiu identificar os principais elementos presentes nas pastas cerâmicas, sendo estes, o silício (Si), o alumínio (Al), o ferro (Fe), o cálcio (Ca), o titânio (Ti) e o potássio (K) (Tabela 5). E os elementos menos abundantes: manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), estrôncio (Sr), e em alguns casos, bário (Ba) e rubídio (Rb).

Através da análise quantitativa dos dados obtidos por μ -FRX verificou-se que, à exceção do fragmento SM15, todos possuem composições semelhantes, o que sugere uma proveniência comum (Tabela 6).

Tabela 5 - Análise quantitativa dos elementos identificados por μ -FRX nas cerâmicas de ornatos brunidos de SM.

		SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6	SM 7	SM 8	SM 9	SM 10	SM 11	SM 12	SM 13	SM 14	SM 15	SM 16	SM 17
%	Al ₂ O ₃	19,67	19,33	22,00	19,00	19,67	20,00	19,67	18,33	17,67	17,33	18,00	18,67	18,67	20,00	18,00	17,67	18,67
	SiO ₂	47,67	46,67	48,00	49,67	52,00	51,33	51,00	50,00	49,67	55,67	52,67	51,33	55,00	46,33	59,00	53,33	52,67
	K ₂ O	0,76	1,37	0,66	0,70	0,70	0,66	1,03	1,24	0,76	0,87	0,51	1,09	0,84	0,49	1,80	0,97	0,81
	CaO	5,67	5,00	5,67	5,00	6,33	6,67	7,00	5,33	5,33	5,67	5,67	5,67	4,33	7,00	3,67	6,33	5,67
	TiO ₂	0,89	2,27	0,96	0,98	0,73	0,69	1,22	0,73	0,98	0,94	0,79	1,06	0,68	0,80	1,03	1,70	1,04
	Fe ₂ O ₃	7,07	9,33	7,67	8,67	7,67	7,27	8,00	7,50	8,00	7,07	9,00	7,67	6,23	6,67	9,00	11,00	7,67
ppm	MnO	351	653	439	509	457	514	516	798	511	367	12193	444	249	403	503	671	449
	CuO	56	80	77	61	67	66	51	70	290	86	83	112	93	96	130	99	96
	ZnO	94	110	131	112	134	95	104	92	107	305	126	115	104	91	150	134	99
	Ga ₂ O ₃	58	62	51	68	60	59	71	84	241	74	58	71	65	73	64	73	64
	Rb ₂ O	13	18	10	11	9	12	12	13	18	13	9	13	12	n.d.	28	20	10
	SrO	166	271	192	242	200	180	155	273	225	231	268	183	220	440	121	7162	203

Tabela 6 – Média das concentrações dos óxidos dos principais elementos identificados por μ -FRX.

%	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
Média	18,96	51,29	0,90	5,65	1,03	7,97
Desvio Padrão	1,16	3,33	0,33	0,88	0,40	1,15

4. Comparação entre as cerâmicas dos dois povoados à luz dos resultados obtidos.

Quando comparadas, considerando apenas a decoração, a textura e a cor, as cerâmicas de ornatos brunidos provenientes dos povoados do Bronze Final de Entre Águas 5 e Santa Margarida são, como foi referido, muito semelhantes, o que as torna indistinguíveis por observação directa, à vista desarmada. No entanto, os resultados obtidos a partir das análises efectuadas permitiram separar as cerâmicas estudadas em dois grupos distintos, dos quais um é composto maioritariamente por cerâmicas de EA5 e o outro, por cerâmicas de SM, verificando-se apenas uma excepção.

A diferença mais evidente observada ao microscópio óptico, entre as cerâmicas de ornatos brunidos de Entre Águas 5 e Santa Margarida, apesar de não ser suficiente para as distinguir, é a textura. Verificou-se através da observação de lâminas delgadas e secções transversais polidas que, na maioria dos casos observados, as pastas cerâmicas de Santa Margarida são mais coesas e menos porosas do que as de Entre Águas 5 e apresentam também maior percentagem de inclusões não plásticas.

A natureza das inclusões não plásticas também varia, sendo que as amostras de cerâmicas provenientes do sítio de Santa Margarida apresentam geralmente grandes quantidades de anfíbola de cor verde intensa (associada aos picos de actinolite e tremolite dos espectros de DRX).

Quanto à composição química das pastas também é muito semelhante, sendo os elementos identificados, através das análises de espectrometria de fluorescência de raios X, os mesmos para as cerâmicas de ornatos brunidos de ambos os povoados. Contudo, quando é feita a comparação tendo em conta as concentrações relativas dos óxidos dos elementos químicos presentes nas pastas a separação dos dois grupos é evidente (Tabelas 2 e 5).

As cerâmicas de ornatos brunidos de EA5 apresentam, em média, concentrações mais elevadas de SiO_2 (óxido de silício) e K_2O (óxido de potássio) e as cerâmicas de Santa Margarida apresentam concentrações mais elevadas de Al_2O_3 (óxido de alumínio) e CaO (óxido de cálcio), verificando-se que as concentrações de Fe_2O_3 (óxido de ferro) e TiO_2 (óxido de titânio) são semelhantes (Fig. 12 e Tabelas 2 e 5). No entanto, num ou outro caso, as concentrações obtidas para uma determinada pasta cerâmica afastam-se

das determinadas para as restantes cerâmicas do mesmo sítio arqueológico. O caso mais flagrante é o do fragmento SM 15, de Santa Margarida, cujas concentrações dos principais óxidos estão mais próximas das observadas nas cerâmicas de Entre Águas 5, o que poderá implicar que este fragmento tenha a mesma origem que as restantes cerâmicas estudadas deste último povoado.

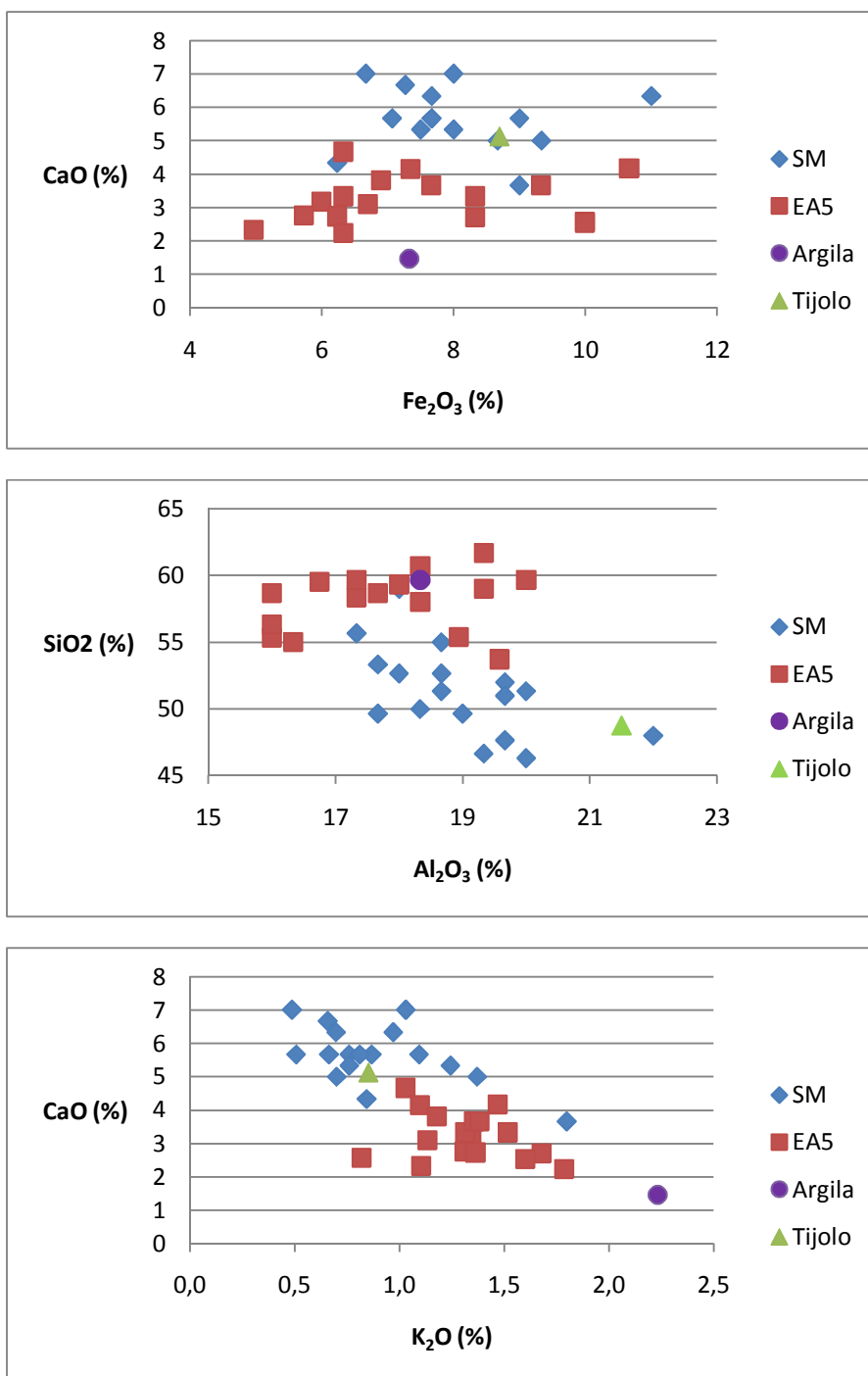


Fig. 12 – Diagramas binários com a distribuição das concentrações de CaO vs. Fe₂O₃, Al₂O₃ vs. SiO₂ e CaO vs. K₂O obtidas por μ -FRX para as cerâmicas de EA5 e SM, bem como para as amostras de argila de Entre Águas 5 e de tijolo do forno localizado entre os dois povoados.

Relativamente à amostra de argila recolhida no sítio de Entre Águas 5 e à do tijolo do forno localizado entre os dois povoados, verificam-se algumas semelhanças, sobretudo ao nível da composição mineralógica e química (Tabela 7), com as cerâmicas de ornatos brunidos de EA5 e SM, respectivamente. Esta relação está bem evidenciada nos diagramas binários com a distribuição das concentrações dos principais óxidos obtidas por EDXRF (Fig.12). É também evidente a concordância entre os picos presentes nos espectros de DRX das cerâmicas de EA5 e da argila cozida (Fig.13) e das cerâmicas de SM e do tijolo de forno (Fig.14).

A análise textural não evidenciou qualquer similaridade entre as cerâmicas, a argila de EA5 e o tijolo de forno, o que não influencia as possíveis conclusões uma vez que a textura e a tipologia das inclusões não plásticas dependem sobretudo da técnica de fabrico.

Tabela 7 – Estruturas cristalinas e outros minerais identificados em lâmina delgada e por difracção de raios X, em que: N – nontronite; M – moscovite; A – albite; Ac – actinolite; Q - quartzo; Mi – microclina; An – anortite; Tr – tremolite; G – goetite; I – ílite; Fa – faialite; D – diopsido; O – ortoclase; M.O. – minerais opacos.

	DRX	Lâmina Delgada
Entre Águas 5	N, M, A, Ac, Q, Mi, G	Quartzo, Plagioclase, Biotite, Clorite, Hematite, M.O.
Santa Margarida	Ac, I, A, Tr, Fa, Q, A, Mi, An, G	Quartzo, Plagioclase, Biotite, Clorite, Hematite, Anfíbola, M.O.
Argila	N, M, A, G, Q, O	Quartzo, Plagioclase, Hematite, M.O.
Tijolo	Ac, A, An, Tr, Q, Mi, Fa, D	Quartzo, Plagioclase, Hematite, Anfíbola, M.O.

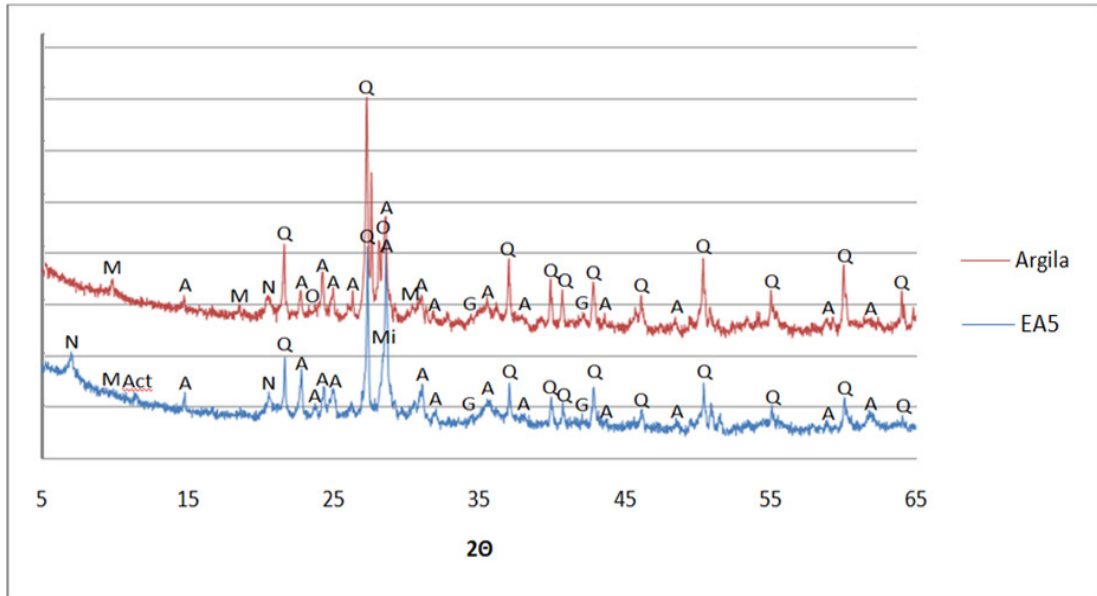


Fig. 13 – Comparação entre os espectros de DRX de uma amostra de cerâmica do sítio de Entre Águas 5 (EA5 16) e uma amostra de argila recolhida no local em que este povoado foi implantado: N – nontronite; M – moscovite; A – albite; Ac – actinolite; Q - quartzo; Mi – microclina; An – anortite; Tr – tremolite; G – goetite; I – ílite; Fa – faialite; D – diopsido; O – ortoclase.

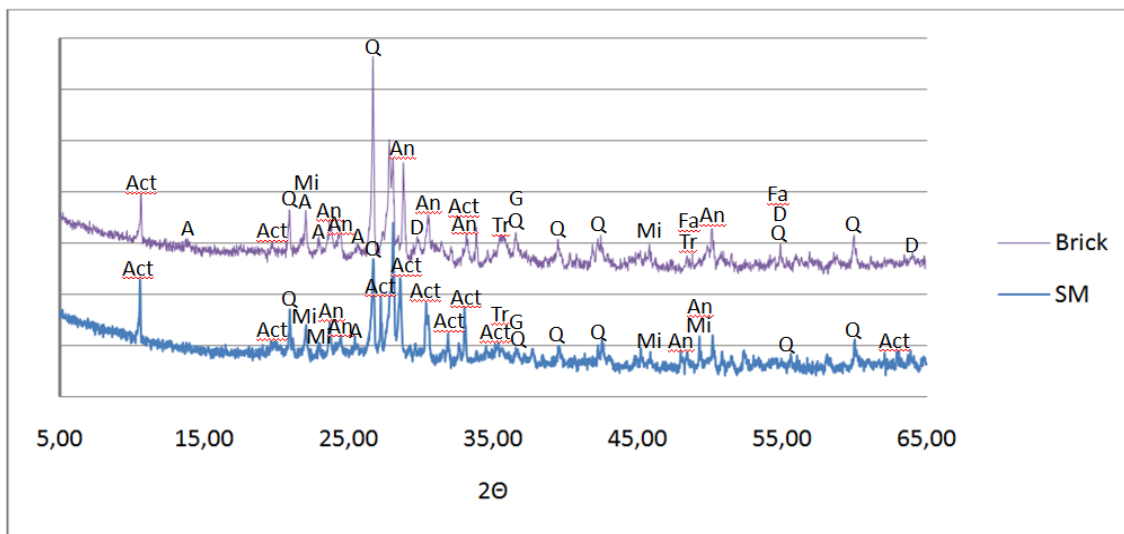


Fig. 14 – Comparação entre os espectros de DRX de uma amostra de cerâmica do sítio de Santa Margarida (SM 1) e uma amostra de tijolo de um forno vizinho. N – nontronite; M – moscovite; A – albite; Ac – actinolite; Q - quartzo; Mi – microclina; An – anortite; Tr – tremolite; G – goetite; I – ílite; Fa – faialite; D – diopsido; O – ortoclase.

5. Conclusões

Os materiais cerâmicos são dos achados mais abundantes na maioria das intervenções arqueológicas de campo, em contextos de cronologia posterior ao Neolítico. Como fonte de estudo, estes achados são de grande importância, contribuindo para a análise e compreensão da dinâmica social e cultural dos povos estudados. O conhecimento dos locais de colecta de argila, de fabrico e de utilização são fundamentais para o entendimento do ambiente ocupado e da cultura que lhe está associada.

Neste contexto, o estudo das cerâmicas de ornatos brunidos de Santa Margarida e de Entre Águas 5 poderá servir para melhor compreender as relações entre os dois povoados, e mesmo servir de ponte para o estudo de outros povoados do Bronze Final do Sudoeste português.

Apesar das semelhanças macroscópicas entre as cerâmicas de ornatos brunidos dos sítios arqueológicos de Entre Águas 5 e de Santa Margarida, os resultados obtidos a partir da análise textural, mineralógica e química sugerem que não há nenhuma relação directa entre a maior parte das cerâmicas de ornatos brunidos de ambos os povoados. Contudo, verificaram-se algumas similaridades entre as cerâmicas de Entre Águas 5 e de Santa Margarida e as amostras de argila e do tijolo do forno, respectivamente. Apesar da amostragem relativamente reduzida utilizada neste estudo, os dados obtidos sugerem que os lugares de recolha de matéria-prima, apesar de distintos, eram próximos dos locais de implantação dos respectivos povoados. No caso de Entre Águas 5 a argila seria provavelmente recolhida do barreiro sobre o qual o povoado estava implantado e em Santa Margarida, apesar de não se ter identificado um terreno particularmente argiloso nas imediações, a geologia do local está de acordo com a natureza das inclusões não plásticas identificadas nas cerâmicas deste povoado.

Um estudo mais aprofundado, fazendo uso de uma amostra de maior dimensão e, por conseguinte, de maior significado estatístico, poderá estabelecer, em bases mais seguras, a existência de algumas cerâmicas com a mesma proveniência em ambos os povoados e, conseqüentemente, a inferência de contactos estreitos entre os mesmos, como os dados deste estudo agora apenas indiciam.

4. Referências Bibliográficas

- [1] Jorge, S. O., *Diversidade Regional na Idade do Bronze na Península Ibérica: Visibilidade e Opacidade do «Registo Arqueológico»*, Portugalia 7/8 (1997), 77-93.
- [2] Cruz, M. D., Correia, V. H., *Normas de Inventário: Cerâmica Utilitária (Arqueologia)*, Instituto dos Museus e da Conservação (2007).
- [3] Jorge, S. O., *A Idade do Bronze em Portugal: Discursos de poder*, Secretaria de Estado da Cultura, Instituto Português dos Museus, Museu Nacional de Arqueologia, Lisboa (1995).
- [4] Soares, A. M. M., *Os Povoados do Bronze Final do Sudoeste na margem esquerda portuguesa do Guadiana: novos dados sobre a cerâmica de ornatos brunidos*, Revista Portuguesa de Arqueologia 8, nº1, Lisboa (2005), 111-145.
- [5] Rebelo, P., Santos, R., Neto, N., Fontes, T., Soares, A. M. M., Deus, M.; Antunes, A. S., *Dados Preliminares da Intervenção Arqueológica no Sítio do Bronze Final de Entre Águas 5 (Serpa)*, in Actas del IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular, Huelva (2009), 281-289.
- [6] Dias, M. M. A., Soares, A. M. M., *Os lateres “ex officina Vincinti” do Sul de Portugal*, O Arqueólogo Português, série IV, nºs 6/7 (1989), 263-269.
- [7] Dias, M.I., Prudêncio, M.I., *Neutron Activation Analysis of Archaeological Materials: an overview of the ITN NAA Laboratory*, Archaeometry 49, nº 2, Portugal (2007), 383-393.
- [8] Cabral, J.M.P., Prudêncio, M.I., Gouveia, M.A., Arnaud, J.E.M., *Chemical and mineralogical characterization of pre-Beaker and Beaker pottery from Ferreira do Alentejo (Beja, Portugal)*, in R.M. Farquhar, R.G.V. Hancock, L.A. Pavlish (eds.), “Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium”, Archaeometry Laboratory, University of Toronto, Toronto (1988), 172-178.
- [9] Dias, M.I., Valera, A.C., Prudêncio, M.I., *Pottery production technology through out the 3rd millennium B.C. on a local settlement network in Fornos de Algodres, central Portugal*, in M.I. Prudêncio, M.I. Dias, J.C. Waerenborgh (eds), “Understanding people through their pottery. EMAC’03”, Série Monográfica Trabalhos de Arqueologia 42 (2005), 41-50.
- [10] Soares, A. M. M., *O Passo Alto: uma fortificação única do Bronze Final do Sudoeste*, Revista Portuguesa de Arqueologia 6 nº2, Lisboa (2003), 293-312.
- [11] Serrão, E. C., *Cerâmica Proto-histórica da Lapa do Fumo (Sesimbra) com ornatos coloridos e brunidos*, Zephyrus 9 (1958.), 177-186.

- [12] Cardoso, J. L., *As cerâmicas de ornatos brunidos da Lapa do Fumo* in Jorge, Susana Oliveira, *A Idade do Bronze em Portugal: Discursos de poder*, Secretaria de Estado da Cultura, Instituto Português dos Museus, Museu Nacional de Arqueologia, Lisboa (1995).
- [13] Serrão, E. C., *As Cerâmicas de «Retícula Bruñida» das estações arqueológicas espanholas e com «ornatos brunidos» da Lapa do Fumo*, in *Actas das I Jornadas Arqueológicas*, Associação dos Arqueólogos Portugueses, Lisboa (1970), 271-308.
- [14] Reedy, C. L., *Thin-section petrography of stone and ceramic cultural materials*, Archetype Publications (2008).
- [15] Homem, P. M., *As cerâmicas arqueológicas e os estudos de proveniência de matérias-primas e transformações tecnológicas: contributo do estudo textural da fracção não plástica e respectiva distribuição nas pastas*, Faculdade de Letras da Universidade do Porto (n.d.).
- [16] Orna, M. V., *Archaeological chemistry: organic, inorganic and biochemical analysis*, ACS Symposium 625, American Chemical Society, Washington, D.C. (1996).
- [17] Shepard, A. O., *Ceramics for the archaeologist*, Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C. (1976).
- [18] “ImageJ: Image Processing and Analysis in Java”, <http://rsbweb.nih.gov/ij/> (acedido a 15 de Março de 2010)
- [19] Rice, P. M., *Pottery Analysis: A Sourcebook*, The University of Chicago Press/ Chicago and London, Estados Unidos da América (1987).
- [20] Maurício, C., Soares, A. M. M., Lima, A., Coroado, J., Deus, M. e Antunes, A. S., *Caracterização química, mineralógica e textural das cerâmicas do Bronze Final do Sudoeste provenientes do Passo Alto e da Salsa 3 (Serpa, Baixo Alentejo, Portugal)*, IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular, Huelva (2009), 576-591.
- [21] Trindade, M.J., Dias, M. I., Coroado, J. e Rocha, F., *Mineralogical transformation of calcareous rich clays with firing: A comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal*, Applied Clay Science, Vol. 42, ELSEVIER (2009), 345-355.
- [22] Trindade, M.J., Dias, M. I., Coroado, J. e Rocha, F., *Firing testes on clay-rich raw materials from the Algarve Basin (Southern Portugal): Study of mineral transformations with temperature*, Clays and Clay Minerals, Vol. 58, nº 2 (2010), 188-204.
- [23] Unruh, J., *A revised endpoint for ceramics desalination at the archaeological site of Gordion – Turkey*, Studies in Conservation, Vol. 46, Nº 2, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (2001), 81-92.

[24] Koob, S. P., *The use of Paraloid B-72 as an adhesive: its application for archaeological ceramics and other materials*, Studies in Conservation, Vol. 31, N° 1, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (1986), 7-14.

Anexo A – Recolha e preparação de amostras para análise.

Após a documentação dos fragmentos cerâmicos, através de fotografia e desenho, procedeu-se à recolha de amostras com o auxílio de uma máquina de corte, provida de um motor de rotação com disco de diamante (Fig. 1).



Fig. 1 – Recolha de amostras com máquina de corte de motor de rotação com disco de diamante.

O local para a recolha da amostra foi escolhido de modo a não deturpar o padrão decorativo brunido. Na fig. 2 pode observar-se um dos fragmentos cerâmicos após a retirada da amostra para ser sujeita às diversas análises atrás referidas. Comparando-o com o seu aspecto anterior à ablação que sofreu, verifica-se que o padrão decorativo continua presente em todos os seus elementos.

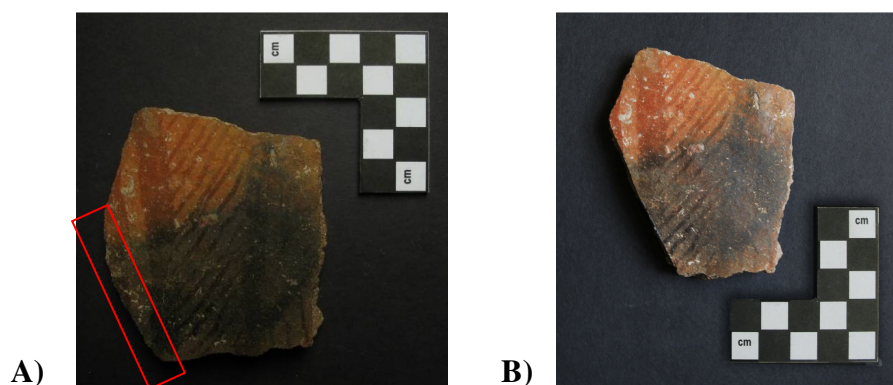


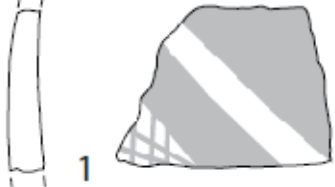
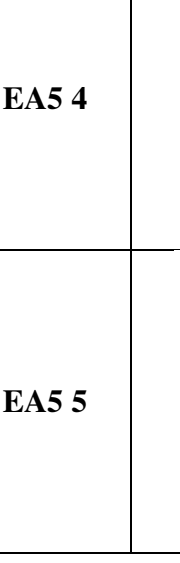



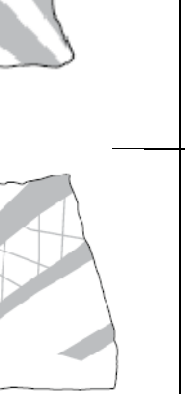




Fig. 2 – Fragmento EA5 2 antes (A) e depois (B) da recolha da amostra para análise.

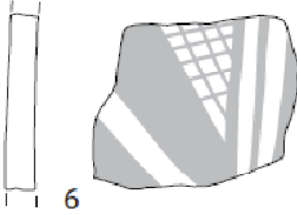



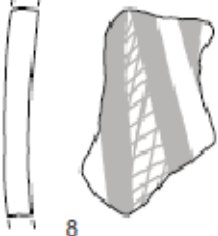

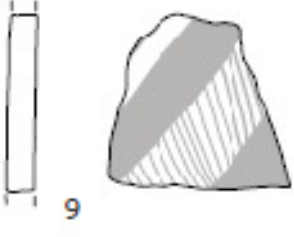



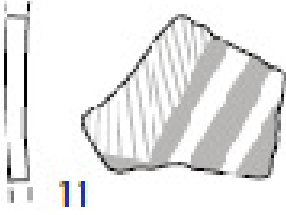

Na seguinte tabela (Tabela 1) estão sumariamente descritos os processos de preparação das amostras para as diferentes análises efectuadas.

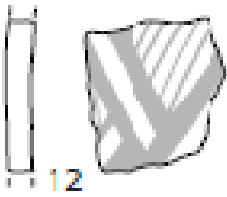



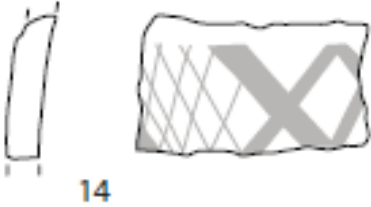



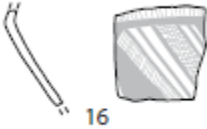

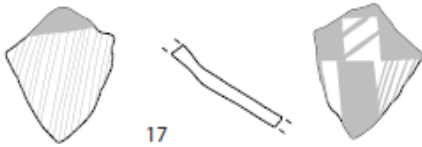

Tabela 1 – Preparação das amostras.

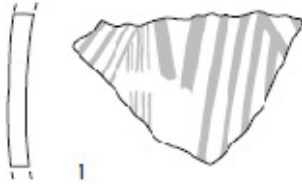





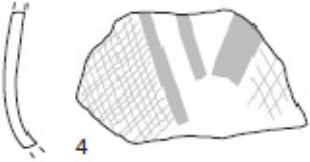

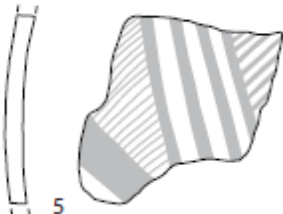



Secção transversal polida	As amostras recolhidas foram alisadas e polidas com o auxílio de lixas de granulometria média a baixa. Depois de analisadas ao microscópio óptico.
Difracção de raios X	Foram utilizados aproximadamente 4 g de amostra, que foi seca a 60°C e moída num almofariz de ágata até se obter um pó homogéneo
μ-Fluorescência de raios X	Foram preparadas pastilhas com 0,5 g. Cada amostra foi previamente seca a 60°C e moída num almofariz de ágata até se obter um pó fino e completamente homogéneo que foi posteriormente compactado em pastilhas através de uma prensa de alta pressão (10 toneladas).
Lâmina delgada	Utilizaram-se secções da amostra com cerca de 2 cm ² de área. Estas foram alisadas e coladas a lâminas de vidro. Posteriormente as secções foram desbastadas através de um disco diamantado controlado por um parafuso micrométrico e, por fim, foram polidas com abrasivos de alumina (de granulometria variável entre 0,5 e 0,01 mm) até terem aproximadamente 0,03 mm de espessura

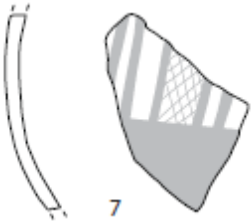

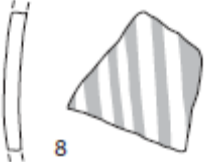

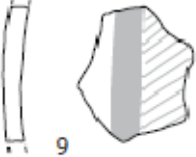

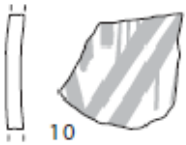

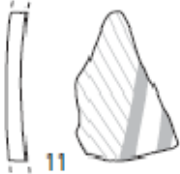

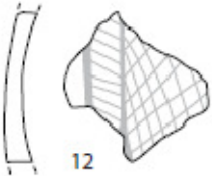

Tabela 2 – Fragmentos de Entre Águas 5 e Santa Margarida analisados, os respectivos desenhos arqueológicos e fotografias depois da recolha da amostra.

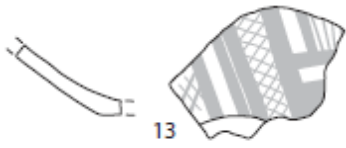

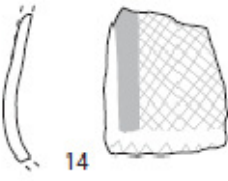

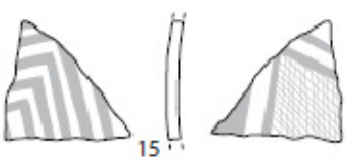

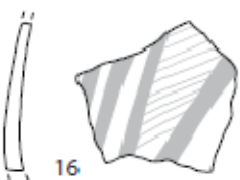

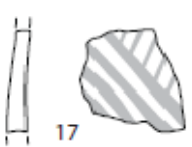

Fragmento	Desenho Arqueológico	Fotografia depois da recolha da amostra
EA5 1		
EA5 2		
EA5 3		
EA5 4		
EA5 5		

<p>EA5 6</p>		
<p>EA5 7</p>		
<p>EA5 8</p>		
<p>EA5 9</p>		
<p>EA5 10</p>		
<p>EA5 11</p>		

<p>EA5 12</p>		
<p>EA5 13</p>		
<p>EA5 14</p>		
<p>EA5 15</p>		
<p>EA5 16</p>		
<p>EA5 17</p>		


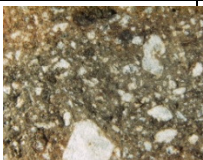
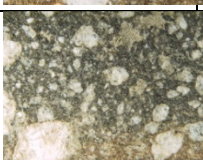
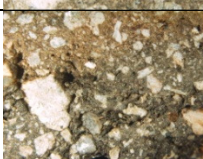

<p>SM 1</p>		
<p>SM 2</p>		
<p>SM 3</p>		
<p>SM 4</p>		
<p>SM 5</p>		
<p>SM 6</p>		

<p>SM 7</p>		
<p>SM 8</p>		
<p>SM 9</p>		
<p>SM 10</p>		
<p>SM 11</p>		
<p>SM 12</p>		







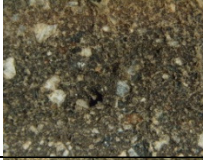

<p>SM 13</p>	 <p>13</p>	
<p>SM 14</p>	 <p>14</p>	
<p>SM 15</p>	 <p>15</p>	
<p>SM 16</p>	 <p>16</p>	
<p>SM 17</p>	 <p>17</p>	





Anexo B – Resultados das Análises

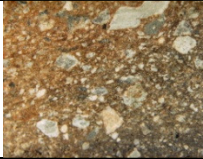

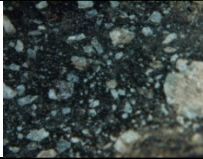
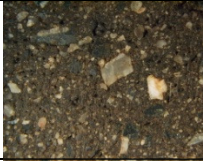

Análise textural

	Secção transversal polida	Acabamento da Superfície	Coesão da Pasta	Cor da pasta	Textura	Porosidade	Inclusões não-plásticas			
							%	Orientação	Tamanho	Forma
EA5 1		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média/ Baixa	35	não definida	0,02mm a 3mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 2		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja – Cozimento e arrefecimento oxidante (com contaminações de fumo)	Homogénea	Média/ Baixa	32	não definida	0,03mm a 2mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 3		Brunido e alisado	Pouco coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média/ Baixa	43	não definida	0,02mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 4		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média/ Baixa	39	não definida	0,02mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 5		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com superfície interior negra – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média/ Baixa	38	não definida	0,02mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo

EA5 6		Brunido e alisado	Pouco coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média/ Baixa	38	não definida	0,03mm a 1mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 7		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa	43	não definida	0,02mm a 2,5mm	rolados, sub rolados, sub angularo
EA5 8		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa	35	não definida	0,01mm a 2,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 9		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa	37	não definida	0,02mm a 4mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 10		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa	38	não definida	0,03mm a 2mm	sub rolado
EA5 11		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Média	44	não definida	0,03mm a 2mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 12		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Média	43	não definida	0,02mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 13		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média	43	não definida	0,04mm a 1,4mm	sub rolado, sub angularo, angularo

EA5 14		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média	41	não definida	0,025mm a 1,8 mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 15		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	40	não definida	0,02mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 16		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	37	não definida	0,02mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
EA5 17		Brunido em ambas as superfícies	Muito coesa	Castanha escura/ Laranja, com superfície interior escurecida - – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Muito baixa	36	não definida	0,03 mm a 2mm	sub rolado, sub angularo, angularo
SM 1		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Média	33	não definida	0,02mm a 2mm	sub rolado, sub angularo
SM 2		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Média	29	não definida	0,02mm a 5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
SM 3		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	38	não definida	0,03mm a 1mm	sub rolado, sub angularo
SM 4		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa	44	não definida	0,03mm a 2mm	sub rolado, sub angularo

SM 5		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa	37	não definida	0,03mm a 1,5mm	sub rolado, sub anguloso
SM 6		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	37	não definida	0,02mm a 3,5mm	sub rolado, sub anguloso
SM 7		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	38	não definida	0,03 mm a 2mm	sub rolado, sub anguloso, anguloso
SM 8		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	34	não definida	0,02mm a 5mm	sub rolado, sub anguloso
SM 9		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa	29	não definida	0,03mm a 2mm	Rolado, sub rolado, sub anguloso
SM 10		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa	33	não definida	0,02mm a 3,5mm	sub rolado, sub anguloso
SM 11		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ Laranja – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	35	não definida	0,02mm a 5mm	Rolado, sub rolado, sub anguloso
SM 12		Brunido e alisado	Coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa/ Muito baixa	36	não definida	0,02mm a 5mm	sub rolado, sub anguloso

SM 13		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ Laranja – Cozimento e arrefecimento oxidante	Homogénea	Baixa	37	não definida	0,03 mm a 2mm	sub rolado, sub angularo, angularo
SM 14		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Baixa	43	não definida	0,02mm a 5mm	Rolado, sub rolado, sub angularo
SM 15		Brunido em ambas as superfícies	Muito coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Muito baixa	23	não definida	0,02mm a 5mm	Rolado, sub rolado, sub angularo
SM 16		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ cinzenta – Cozimento e arrefecimento redutor	Homogénea	Muito baixa	28	não definida	0,02mm a 3,5mm	sub rolado, sub angularo, angularo
SM 17		Brunido e alisado	Muito coesa	Castanha escura/ Laranja, com cerne mais escuro – Cozimento redutor e arrefecimento oxidante	Homogénea	Muito baixa	21	não definida	0,03mm a 1,5mm	sub rolado, sub angularo

Análise Química

μ Fluorescência de raios X, dispersiva de energias (*ArtTAX Pro XRF*)

		EA5 1	EA5 2	EA5 3	EA5 4	EA5 5	EA5 6	EA5 7	EA5 8	EA5 9	EA5 10	EA5 11	EA5 12	EA5 13	EA5 14	EA5 15	EA5 16	EA5 17
%	Al ₂ O ₃	17,67	17,33	18,00	17,33	20,00	18,33	18,00	18,33	19,33	19,33	16,33	19,58	16,00	18,94	16,75	16,00	16,00
	SiO ₂	58,67	58,33	59,33	59,67	59,67	60,67	59,33	58,00	61,67	59,00	55,00	53,71	55,33	55,36	59,50	56,33	58,67
	K ₂ O	1,34	0,82	1,31	1,31	1,52	1,68	1,36	1,36	1,79	1,03	1,38	1,10	1,47	1,18	1,14	1,10	1,60
	CaO	3,17	2,57	2,77	3,33	3,33	2,70	3,67	2,73	2,23	4,67	3,67	4,15	4,17	3,82	3,10	2,33	2,53
	TiO ₂	0,50	2,60	0,53	1,02	0,56	1,01	0,68	0,94	0,53	0,62	1,63	0,98	2,10	0,82	0,55	0,53	1,04
	Fe ₂ O ₃	6,00	10,00	5,73	8,33	6,33	8,33	7,67	6,23	6,33	6,33	9,33	7,35	10,67	6,90	6,70	4,97	10,00
ppm	MnO	1110	261	493	661	573	684	604	723	547	351	521	1436	1436	1327	966	377	516
	CuO	72	107	56	51	73	80	138	68	41	67	69	78	78	76	90	114	69
	ZnO	121	169	153	112	145	150	233	110	112	161	134	116	116	117	271	321	220
	Ga ₂ O ₃	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	122	68	68	89	87	87	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
	Rb ₂ O	16	13	<LD	<LD	<LD	23	16	16	17	11	20	18	18	17	19	19	30
	SrO	59	155	135	178	209	186	116	124	107	155	155	82	82	75	57	217	189

μ Fluorescência de raios X, dispersiva de energias (ArtTAX Pro XRF) (continuação)

		SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6	SM 7	SM 8	SM 9	SM 10	SM 11	SM 12	SM 13	SM 14	SM 15	SM 16	SM 17	
%	Al ₂ O ₃	19,67	19,33	22,00	19,00	19,67	20,00	19,67	18,33	17,67	17,33	18,00	18,67	18,67	20,00	18,00	17,67	18,67	
	SiO ₂	47,67	46,67	48,00	49,67	52,00	51,33	51,00	50,00	49,67	55,67	52,67	51,33	55,00	46,33	59,00	53,33	52,67	
	K ₂ O	0,76	1,37	0,66	0,70	0,70	0,66	1,03	1,24	0,76	0,87	0,51	1,09	0,84	0,49	1,80	0,97	0,81	
	CaO	5,67	5,00	5,67	5,00	6,33	6,67	7,00	5,33	5,33	5,67	5,67	5,67	5,67	4,33	7,00	3,67	6,33	5,67
	TiO ₂	0,89	2,27	0,96	0,98	0,73	0,69	1,22	0,73	0,98	0,94	0,79	1,06	0,68	0,80	1,03	1,70	1,04	
	Fe ₂ O ₃	7,07	9,33	7,67	8,67	7,67	7,27	8,00	7,50	8,00	7,07	9,00	7,67	6,23	6,67	9,00	11,00	7,67	
ppm	MnO	351	653	439	509	457	514	516	798	511	367	12193	444	249	403	503	671	449	
	CuO	56	80	77	61	67	66	51	70	290	86	83	112	93	96	130	99	96	
	ZnO	94	110	131	112	134	95	104	92	107	305	126	115	104	91	150	134	99	
	Ga ₂ O ₃	58	62	51	68	60	59	71	84	241	74	58	71	65	73	64	73	64	
	Rb ₂ O	13	18	10	11	9	12	12	13	18	13	9	13	12	<LD	28	20	10	
	SrO	166	271	192	242	200	180	155	273	225	231	268	183	220	440	121	7162	203	

		Argila	Tijolo
%	Al ₂ O ₃	18,33	21,50
	SiO ₂	59,67	48,75
	K ₂ O	2,23	0,85
	CaO	1,47	5,13
	TiO ₂	1,06	1,45
	Fe ₂ O ₃	7,33	8,70
ppm	MnO	687	1762
	CuO	83	84
	ZnO	177	111
	Ga ₂ O ₃	<LD	<LD
	Rb ₂ O	66	21
	SrO	104	106

Fluorescência de raios X, dispersiva de energias (KEVEX 711)

		EA5 1	EA5 4	EA5 7	EA5 14	EA5 15	SM 1	SM 5	SM 6	SM 8	SM 12	Tijolo	Argila	
%	Al ₂ O ₃	17,65	16,95	16,91	18,01	16,91	20,60	19,99	19,46	16,34	18,86	18,88	17,14	
	SiO ₂	59,47	56,05	57,76	57,85	59,52	52,46	52,80	50,68	49,74	57,08	54,42	63,79	
	K ₂ O	1,45	1,33	2,23	1,16	1,63	0,73	0,88	0,76	1,12	1,13	1,36	2,71	
	CaO	2,62	2,81	1,82	3,36	2,25	6,31	6,11	6,13	4,74	5,85	5,05	1,22	
	TiO ₂	0,62	0,97	0,73	0,62	0,60	0,95	1,77	0,82	0,90	1,23	0,62	0,77	
	Fe ₂ O ₃	5,53	6,95	5,38	6,41	5,26	7,66	7,68	7,43	8,06	7,29	6,13	4,62	
ppm	V	102	<LD	82	79	72	124	150	142	55	120	90	24	
	Cr	19	40	47	39	39	76	84	77	117	128	252	52	
	Mn	803	764	780	595	670	778	776	762	731	727	1100	819	
	Ni	25	13	21	16	21	19	30	17	34	40	71	17	
	Cu	21	19	21	23	19	27	26	26	26	36	19	20	
	Zn	65	65	78	67	66	45	44	46	46	44	45	72	
	As	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	11
	Br	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	19	<LD	<LD	<LD	<LD	11
	Rb	55	57	116	49	71	18	<LD	16	25	32	42	153	
	Sr	248	208	152	230	201	224	212	226	216	209	180	84	
	Y	22	30	39	26	29	15	19	17	30	21	18	49	
	Zr	160	165	189	154	152	48	67	75	72	92	88	220	
	Pb	139	138	23	16	47	10	11	16	24	12	32	28	

Fluorescência de raios X, dispersiva de comprimentos de onda (*Philips PW 1410/00*)

	EA5 1	EA5 2	EA5 3	EA5 4	EA5 5	EA5 6	EA5 7	EA5 8	EA5 9	EA5 10	EA5 11	EA5 12	EA5 13	EA5 14	EA5 15	EA5 16	EA5 17
SiO ₂	63,86	63,53	61,91	61,24	62,34	60,82	62,60	62,62	62,87	57,36	58,42	68,85	58,26	62,13	63,84	62,96	63,03
Al ₂ O ₃	17,58	15,54	18,26	17,76	18,33	17,84	17,69	18,07	18,10	18,88	17,18	16,25	16,95	18,23	17,39	17,16	17,18
Fe ₂ O ₃ T	5,25	7,86	6,44	7,24	6,20	7,67	6,10	6,09	6,16	6,95	8,85	3,25	9,18	6,16	5,41	6,26	6,71
MnO	0,11	0,07	0,11	0,11	0,10	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,12	0,05	0,13	0,09	0,09	0,08	0,09
MgO	1,41	1,25	1,80	1,55	1,85	1,62	1,74	1,73	1,56	1,69	1,74	0,81	1,79	1,78	1,47	1,57	1,50
CaO	2,51	2,37	2,52	2,97	2,93	3,06	2,76	2,59	2,57	4,49	4,04	2,16	4,48	3,43	2,59	2,82	2,28
Na ₂ O	2,64	1,38	2,16	2,34	2,29	2,26	2,39	2,17	2,31	1,94	2,19	1,52	2,22	2,19	2,24	2,02	2,66
K ₂ O	1,52	1,05	1,46	1,46	1,39	1,53	1,45	1,43	1,37	0,84	1,66	2,50	1,45	1,20	1,41	1,36	2,03
TiO ₂	0,64	1,83	0,66	1,01	0,72	1,11	0,67	0,67	0,67	0,79	1,45	0,38	1,50	0,62	0,64	0,70	0,72
P ₂ O ₅	0,28	0,34	0,11	0,18	0,27	0,21	0,21	0,19	0,22	0,24	0,23	0,35	0,35	0,22	0,33	0,34	0,21
L.O.I.	4,20	4,78	4,56	4,12	3,59	3,74	4,30	4,33	4,06	6,73	4,13	3,89	3,70	3,95	4,60	4,73	3,59

Fluorescência de raios X, dispersiva de comprimentos de onda (*Philips PW 1410/00*) (continuação)

	SM 1	SM 2	SM 3	SM 4	SM 5	SM 6	SM 7	SM 8	SM 9	SM 10	SM 11	SM 12	SM 13	SM 14	SM 15	SM 16	SM 17
SiO ₂	53,09	55,33	53,91	54,37	53,22	54,35	55,48	56,04	53,69	52,31	52,54	55,71	55,85	52,08	57,91	52,42	54,83
Al ₂ O ₃	19,30	18,86	22,20	20,22	21,08	20,85	19,59	18,67	19,43	19,33	19,12	18,51	19,45	21,01	18,74	18,91	19,02
Fe ₂ O ₃ T	8,52	8,08	8,81	9,06	8,57	8,47	8,15	7,96	9,52	9,23	10,07	7,77	8,38	7,85	8,60	8,73	8,43
MnO	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,10	0,14	0,13	0,15	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12
MgO	2,94	2,79	2,86	2,55	2,71	2,67	2,90	1,96	2,93	3,24	2,54	2,97	2,53	3,16	2,07	2,87	3,04
CaO	6,11	5,82	6,77	5,81	6,70	6,57	6,42	5,24	5,43	6,34	6,67	6,05	5,39	7,24	3,97	6,06	6,11
Na ₂ O	1,43	1,37	1,35	1,72	1,41	1,47	1,38	2,13	1,27	1,34	1,40	1,40	1,53	1,36	1,10	1,23	1,30
K ₂ O	0,91	1,23	0,62	0,72	0,66	0,66	1,02	0,97	0,80	0,87	0,38	1,09	0,95	0,40	1,73	0,93	0,77
TiO ₂	2,07	1,80	1,25	1,27	1,21	1,00	1,69	1,00	1,89	2,07	2,46	1,32	1,34	1,74	0,95	1,95	1,87
P ₂ O ₅	0,33	0,20	0,16	0,12	0,15	0,15	0,18	0,19	0,26	0,18	0,36	0,16	0,12	0,11	0,14	0,39	0,19
L.O.I.	5,18	4,39	1,97	4,02	4,18	3,70	3,08	5,74	4,64	4,96	4,31	4,92	4,34	4,93	4,67	6,38	4,31

Análise Mineralógica

	Amostra	Estruturas cristalinas identificadas por DRX ¹	Minerais identificados em lâmina delgada e a sua abundância relativa ²						
			Quartzo	Plagioclase	Clorite	Biotite	Hematite	Anfíbola	M. O. ³
Entre Águas 5	EA5 1	N, M, A, Act, Q, Mi, G	+++	++	+	-	++	-	++
	EA5 2	M, Act, A, G, Q, Mi	+++	+	+	-	++	-	+
	EA5 3	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	Vg	-	++	-	++
	EA5 4	N, M, Act, Q, A, Mi, G	+++	++	Vg	-	++	-	++
	EA5 5	N, Act, A, M, Q, G, Mi	+++	+	+	vg	++	-	+
	EA5 6	N, M, Act, A, Q, G, Mi	+++	++	+	-	++	-	++
	EA5 7	N, M, Act, A, Q, G, Mi	+++	++	+	-	++	+	+
	EA5 8	N, M, Act, A, Q, G, Mi	+++	+	+	+	++	-	+
	EA5 9	N, Act, A, M, Q, Mi, G	+++	++	Vg	vg	++	vg	++
	EA5 10	Act, A, N, M, Q, Mi, G	+++	+	+	vg	+	-	+
	EA5 11	N, M, Act, A, Mi, Q, G	+++	+	+	vg	++	-	++
	EA5 12	N, M, A, G, Q, Mi,	+++	++	+	vg	++	-	++
	EA5 13	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	Vg	-	++	vg	+
	EA5 14	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	+++	-	-	++	-	++
	EA5 15	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	+	-	vg	++	-	++
	EA5 16	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	+	-	++	-	++
	EA5 17	N, M, Act, A, Q, Mi, G	+++	++	+	vg	+	-	+

Santa Margarida	SM 1	Act, Tr, Q, G, An, Mi	+++	+	-	vg	++	++	++
	SM 2	I, Act, Tr, An, Q, Mi, G	+++	++	-	vg	++	++	+
	SM 3	N, I, Act, A, An, G, Q, Mi	+++	+	-	Vg	++	+	++
	SM 4	N, I, Act, A, An, G, Q, Mi	+++	++	-	-	+	+	++
	SM 5	Act, Tr, Q, Mi, An, G	+++	++	vg	-	++	++	+
	SM 6	I, Act, Tr, An, Q, Mi, G	+++	++	+	-	+	++	+
	SM 7	I, Act, Tr, An, Q, Mi, G	+++	+	+	vg	++	++	++
	SM 8	I, Act, Tr, A, An, Q, Mi, G	+++	++	vg	-	+	++	+
	SM 9	I, Act, Tr, An, Q, Mi, G	+++	++	-	-	+	++	++
	SM 10	Act, Tr, An, Q, G, Mi	+++	+	+	vg	+	++	++
	SM 11	Act, Tr, A, An, Q, Mi, Fa, G	+++	++	+	-	++	++	+
	SM 12	I, Act, Tr, A, An, Q, Mi, G	+++	++	vg	-	+	++	+
	SM 13	I, Act, A, An, Q, G, Mi	+++	+	+	-	++	+	++
	SM 14	Act, Tr, An, Mi, Q, G	+++	++	+	-	++	++	++
	SM 15	Act, Tr, Q, Mi, A, An, Q, G	+++	++	-	vg	++	vg	++
	SM 16	Act, An, Tr, Q, Mi, G	+++	++	-	vg	+	++	+
	SM 17	Act, Tr, Fa, Q, A, Mi, An, G	+++	++	vg	vg	+	++	++
Argila cozida		N, M, A, G, Q, O	+++	+	-	vg	++	-	++
Tijolo		Act, A, An, Tr, Q, Mi, Fa, D	+++	+	-	-	++	++	++

N – nontronite; M – moscovite; A – albite; Ac – actinolite; Q - quartzo; Mi – microclina; An – anortite; Tr – tremolite; G – goetite; I – ílite; Fa – faialite; D – diopsido; O – ortoclase.

² +++ = Muito Abundante; ++ = Abundante; + = Pouco Abundante; vg = vestigial.

³ M. O. – minerais opacos.

Anexo C – Diagnóstico e Conservação de Cerâmicas Arqueológicas.

Do conjunto de fragmentos cerâmicos da Idade do Bronze provenientes de Santa Margarida e de Entre Águas 5 foram seleccionados trinta e quatro fragmentos para serem analisados e os restantes (num total de cerca de 100 fragmentos) foram intervencionados consoante o seu estado de conservação. Depois de terminados os procedimentos básicos de conservação (limpeza/ remoção de terras e outros detritos) procedeu-se à identificação dos fragmentos adjacentes ou pertencentes a um mesmo vaso. Posteriormente os fragmentos foram separados em grupos consoante a sua morfologia. Os fragmentos *não-diagnóstico* (fragmentos lisos e sem forma reconhecível) foram contabilizados e acondicionados em sacos consoante o seu tamanho. Os fragmentos *diagnóstico* (fragmentos identificáveis como partes significativas da morfologia do vaso) foram separados em grupos consoante a sua morfologia e inventariados.

Tabela 3 – Identificação dos conjuntos de fragmentos.

Cerâmicas arqueológicas do Bronze Final	
Santa Margarida (campanha/ ano): 1/ 2008 U.E. [8], sondagem II, 5/09/2008	Total: 67 fragmentos
Santa Margarida (campanha/ ano): 1/ 2008 U.E. [1], sondagem II, 2/09/2008	Total: 25 fragmentos
Santa Margarida (campanha/ ano): 1/ 2008 U.E. [12 Este], sondagem II, 9/09/2008	Total: 7 fragmentos



Fig. 3 – Identificação e distribuição de fragmentos adjacentes.

Diagnóstico

Os fragmentos cerâmicos de Santa Margarida e Entre Águas 5 apresentavam, no geral, uma camada de sujidade composta sobretudo por terras e, em alguns casos, restos orgânicos de origem vegetal (raízes). A maioria dos fragmentos apresenta zonas de fractura bem definidas, relativamente recentes. Foi possível identificar vários fragmentos com ligação entre si mas, em nenhum caso, foi possível reconstruir a forma original do objecto cerâmico.

Para determinar se estavam presentes quantidades de sais solúveis nocivas foram analisados vários fragmentos de diferentes unidades estratigráficas (U.E.) de Santa Margarida e de Entre Águas 5. Os fragmentos foram submersos em água destilada e a condutividade desta foi medida de vinte e quatro em vinte e quatro horas, num total de dez medições (Fig. 4). Foi considerada uma medida de condutividade ajustada que relaciona os valores de condutividade obtidos pelo equipamento de medição com a massa do material cerâmico e o volume de água. Uma vez que os valores de condutividade ajustada de todos os fragmentos testados se mantiveram estáveis, considerou-se que a quantidade de sais difundidos a partir das primeiras vinte e quatro horas não é significativa pelo que a sua presença não justifica a aplicação de processos de dessalinização [23].

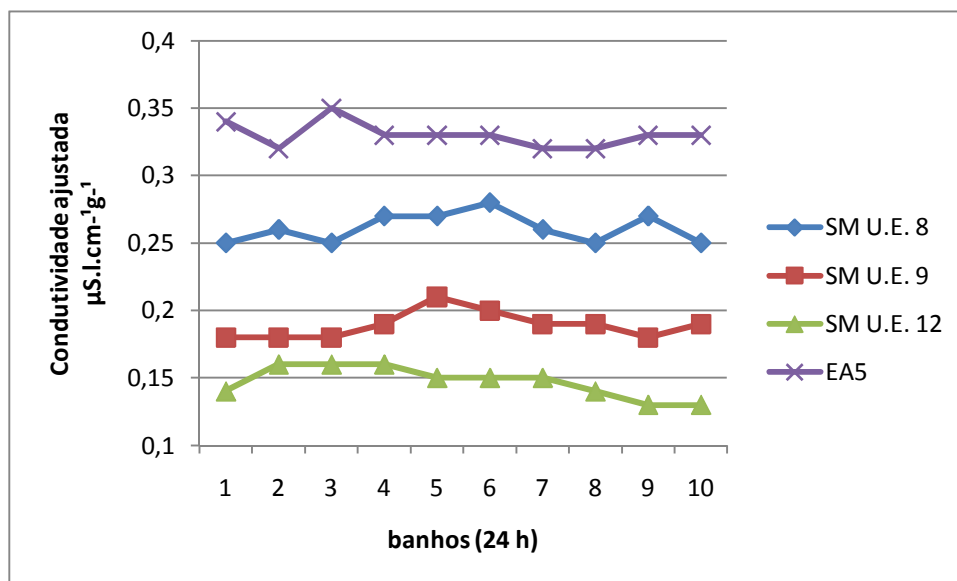


Fig. 4 - Gráfico de condutividade ajustada ($\mu\text{S.l.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ao longo de dez banhos de vinte e quatro horas, de fragmentos de Entre Águas 5 e Santa Margarida.

Intervenção

As intervenções realizadas consistiram sobretudo na limpeza dos fragmentos, com o objectivo de remover as terras e outros detritos presentes, a consolidação de fissuras e a fixação de fragmentos adjacentes.

Para a limpeza dos fragmentos foi utilizada apenas água. Começou-se por realizar alguns testes na superfície cerâmica, à lupa binocular, utilizando cotonetes humidificados. Tendo-se verificado que não havia desagregação do material cerâmico procedeu-se à lavagem dos fragmentos sobre uma tina e com o auxílio de uma bisnaga de água e uma escova de dentes macia (Fig. 5 A). No caso de terras que se encontravam mais aderentes à superfície foi por vezes necessário utilizar um bisturi (Fig. 5 B) para facilitar a sua remoção, especialmente nos casos de fragmentos com decoração brunida em que a fricção continua da escova podia eliminar o padrão. No final utilizou-se *tule* fino para filtrar a água acumulada na tina e verificou-se que não havia material cerâmico desagregado. Para acelerar a secagem dos fragmentos estes foram colocados na estufa a 50°C , durante aproximadamente 30 minutos. Desta forma foi possível controlar eficazmente a secagem e torná-la mais homogênea, reduzindo o risco para os fragmentos.

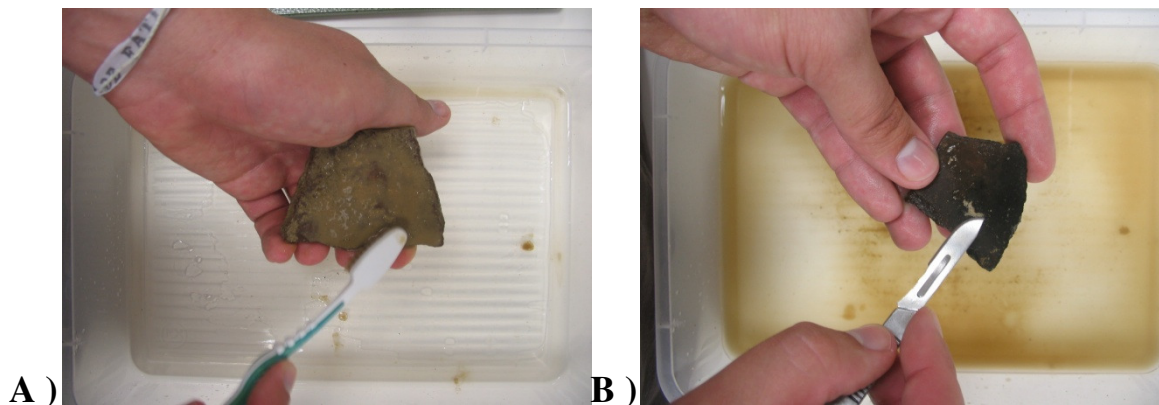


Fig. 5 – Processo de limpeza dos fragmentos cerâmicos: lavagem com escova (A) e remoção de incrustações com bisturi (B).

Para a consolidação de fissuras foi utilizado Paraloid B-72 em acetona a 10% (p/v) aplicado com um pincel fino. O paraloid foi preparado conforme proposto por Stephen P. Koob [24]. No final foi necessário remover o excesso de PB-72, utilizando uma esponja de microporos embebida em acetona. Desta forma é evitado o inconveniente dos pêlos libertados pelo algodão.

Para a fixação dos fragmentos adjacentes começou-se por fazer um plano definindo a ordem em que estes deveriam ser colados. A fixação foi feita com Paraloid B-72 em acetona, a 70% (p/v). O adesivo foi aplicado em fio sobre uma das faces de fractura e em seguida uniram-se os fragmentos aplicando alguma pressão. Utilizou-se fita adesiva, colada perpendicularmente à linha de fractura, para manter a união sobre pressão e deixou-se curar o adesivo com os conjuntos suportados por sacos de areia ou montados numa caixa com areia de modo a que o peso dos fragmentos ajudasse a meter as faces bem unidas. Para a fixação de alguns fragmentos de maiores dimensões foram também utilizadas molas.

Nenhuma das peças identificadas se encontra completa, embora algumas, dado a porção encontrada, permitam a reconstituição da forma cerâmica original como é, por exemplo, o caso representado na Fig. 6.



A)



B)

Fig. 6 - A) Processo de fixação de fragmentos; B) Resultado da intervenção de fixação de fragmentos cerâmicos adjacentes.