

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 19 • 2012

ACTAS DO IX CONGRESSO IBÉRICO DE ARQUEOMETRIA
(Lisboa, 2011)



Editores Científicos: M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS

2012

ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 19 • 2012

ISSN: 0872-6086

EDITORES CIENTÍFICOS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso
DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas
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.

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

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

PAGINAÇÃO – M. Fernandes

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

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

APRESENTAÇÃO

A Nona Edição do Congresso Ibérico de Arqueometria (CIA IX) decorreu em Lisboa de 26 a 28 de Outubro de 2011 nas instalações da Fundação Calouste Gulbenkian. A proposta e compromisso da organização deste evento foi feita pelo Grupo de Geoquímica Aplicada & Luminescência no Património Cultural (GeoLuC) (IST/ITN), dois anos antes na Assembleia Geral da Sociedad de Arqueometría Aplicada al Patrimonio Cultural (SAPaC), e foi aceite por unanimidade.

Com esta decisão, a SAPaC consolida uma linha de actuação, cujo objectivo é difundir e fomentar a colaboração entre os grupos de investigação arqueométrica que trabalham na Península Ibérica. Este objectivo viu-se reforçado e reflectido na composição dos novos órgãos sociais dirigentes da SAPaC, eleita durante a celebração do IX Congresso em Lisboa, que incorpora deste então investigadores portugueses e espanhóis, sendo presidida pela Doutora M. Isabel Dias (IST/ITN, Portugal).

As Actas que aqui se apresentam são uma prova tangível da via integradora desta IX edição do Congresso, verificando-se existir equilíbrio numérico entre os trabalhos apresentados por grupos de investigação portugueses e espanhóis, evidenciando-se mesmo um incremento de projectos em que participam conjuntamente investigadores dos dois países, mostrando o grande interesse que desperta a Arqueometria, em si mesma de natureza interdisciplinar, e os objectivos comuns partilhados pela comunidade científica ibérica.

Definitivamente, este Congresso constituiu um ponto de encontro dos investigadores da disciplina, tendo contribuído para a troca de experiências e o aprofundar de conhecimentos nas diversas metodologias e técnicas aplicadas à caracterização do nosso património histórico e cultural.

A publicação dos trabalhos do CIA IX nos *Estudos Arqueológicos de Oeiras* (EAO), órgão científico do Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras, constituiu uma oportunidade única e vantajosa para ambas as partes, já que esta inédita parceria entre uma entidade vocacionada para a investigação e uma Câmara Municipal permitiu uma sinergia de interesses quanto aos custos da publicação deste número e a sua adequada distribuição nacional e internacional. A escolha de uma revista periódica constituiu sem dúvida, a melhor opção, para a garantia de uma divulgação adequada. E a revista sobre a qual recaiu a escolha, prontamente homologada pelo Senhor Presidente da Câmara Municipal de Oeiras, Dr. Isaltino Morais, responde sem dúvida àquele requisito: além de constituir uma referência no panorama editorial nacional em matéria de publicações arqueológicas, com 18 números publicados desde 1991, mantém permuta com cerca de 200 revistas periódicas especializadas, todas de

Arqueologia e Património Arqueológico, especialmente de Espanha, França, Itália, Alemanha, Polónia, Reino Unido, Mónaco e Marrocos, para além de Portugal, incluindo as publicações mais importantes produzidas naqueles países.

Esperamos, deste modo, com a publicação deste volume, ir ao encontro dos interesses de todos os participantes do CIA IX, de todos os que contribuíram com os seus trabalhos para a excelente qualidade deste volume, dos interesses dos associados da SAPaC, dos municípios de Oeiras, e da comunidade científica nacional e internacional no domínio da arqueometria e da arqueologia.

Pela Comissão organizadora do CIA IX, Presidência da SAPaC
e comissão editorial deste volume dos Estudos Arqueológicos de Oeiras,

M. ISABEL DIAS

(Instituto Superior Técnico/Instituto Tecnológico e Nuclear, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal)

CLODOALDO ROLDÁN

(Instituto de Ciencia de Materiales, Universidade de Valência, Espanha)

JOÃO LUÍS CARDOSO

(Universidade Aberta e Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras/Câmara Municipal de Oeiras, Portugal)

Oeiras, 31 de Outubro de 2012

TOMOGRAFIA DE NEUTRÕES APLICADA A AZULEJOS DOS SÉCULOS XVI E XVII – VISUALIZAÇÃO PARA CARACTERIZAÇÃO, DIAGNÓSTICO E OPTIMIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO

M. A. Stanojev Pereira¹, M. I. Prudêncio^{1,2}, J. G. Marques¹, M. O. Figueiredo, M. I. Dias^{1,2}
T. P. Silva¹, L. Esteves³, C. I. Burbidge^{1,2}, M. J. Trindade^{1,2}, R. Marques^{1,2} & M. B. Albuquerque⁴

Resumo

O equipamento de Tomografia com neutrões (TN) instalado no Reactor Português de Investigação (Sacavém, Portugal) foi utilizado para visualizar a estrutura interna de azulejos portugueses antigos submetidos a tratamentos de conservação. Os neutrões possuem a vantagem de serem fortemente atenuados pelo hidrogénio, de modo que a TN é capaz de mapear os compostos hidrogenados, com elevada sensibilidade. O presente estudo explora o potencial desta técnica para avaliação da eficiência de distribuição do consolidante Palaroide® B-72 no interior de azulejos utilizando dois processos de aplicação – pincelagem e imersão. Os resultados mostraram que a técnica de pincelagem é a mais eficiente, conduzindo a uma maior e melhor distribuição do consolidante dentro do azulejo. Após tratamento, a água permanece durante mais tempo entre o vidrado e o corpo cerâmico.

Palavras-chave: Tomografia de neutrões, Azulejo, Conservação, Consolidante, Pincelagem e imersão, Técnica não-destrutiva

Abstract

Neutron tomography (NT) setup installed at the Portuguese Nuclear Research Reactor (Sacavém, Portugal) has been applied to visualize the inner structure of ancient Portuguese glazed tiles undergoing conservation treatments. Neutrons have the advantage of interacting strongly with hydrogen, so NT is able to map hydrogenous compounds with high sensitivity. NT showed that brushing technique appears to be more efficient than immersion for the application of the consolidant Paraloid® B-72 inside tiles. After treatment and immersion in water, water remains more time between the glaze and the ceramic body.

Keywords: Neutron tomography, Glazed tiles, Conservation, Consolidant, Brushing and immersion, Non-destructive testing

1 – INTRODUÇÃO

As técnicas de tomografia por neutrões têm sido amplamente utilizadas para investigar a estrutura interna de objectos de interesse cultural (arqueológicos e históricos), auxiliando a comunidade envolvida nestes estudos a compreender: (i) os processos de fabrico; (2) eventuais restauros anteriormente efectuados; e (3) o estado de preservação ou degradação de peças fabricadas com vários tipos de materiais (LEHMANN *et al.*, 2005, 2010a, 2010b).

¹Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Estrada Nacional 10, 2686-953 Sacavém, Portugal.

²GeoBioTec – GeoBiotecnologias, Geocnologia e GeoEngenharias (Fundação para a Ciência e a Tecnologia), Univ. Aveiro, Campus de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

³Museu Nacional do Azulejo, Rua da Madre de Deus n.º 4, 1900-312 Lisboa, Portugal.

⁴Conservar-Inovar, Lda., Av. Duque de Loulé n.º 77-4.º Dt.º, 1055-088 Lisboa, Portugal.

Os azulejos estão entre os tópicos de interesse na investigação e preservação do património cultural, sendo o território português um importante sítio de ocorrência. Com efeito, Portugal está entre as nações que apresentam maior tradição no seu fabrico e utilização, sendo possível encontrar grandes painéis ricamente ilustrados em muitos edifícios históricos, que datam dos séculos XVI ao XIX. O estado de conservação dos painéis é variável, atingindo por vezes estados muito avançados de degradação.

Em face deste problema, em conservação e restauro utilizam-se por vezes produtos químicos conhecidos como consolidantes, cuja acção é intervir, de uma maneira artificial, na estrutura do objecto, reforçando-o. Um bom consolidante deve apresentar algumas características, como capacidade de penetração, efeito sobre a porosidade do material, reversibilidade e durabilidade. Para além disso, não deverá selar as camadas superficiais, mantendo-se a permeabilidade a qualquer humidade existente. Deve ainda assegurar uma protecção futura e garantir que sua aparência final seja a mais original possível (CLIFTON, 1980; ANTUNES, 1992; CARROTT *et al.*, 1997; CARRETI & DEI, 2004; CARVALHO *et al.*, 2006; VAZ *et al.*, 2008; CONSTÂNCIO *et al.*, 2010).

Uma das características que mais interessam aos peritos de conservação é a capacidade de penetração do consolidante no corpo cerâmico. A aplicação da técnica não destrutiva de tomografia de neutrões (TN) é altamente apropriada para este fim, uma vez que permite a visualização do consolidante no interior do objecto. Com efeito, os neutrões possuem uma alta sensibilidade para elementos com baixo número atómico, podendo ser usado com facilidade para detectar e mapear compostos ricos em hidrogénio, tais como os polímeros acrílicos (LEHMANN *et al.*, 2005; KAESTNER *et al.*, 2008).

A aplicação da TN para visualização de azulejos antigos portugueses tem vindo a ser objecto de estudos anteriores (PRUDÊNCIO *et al.*, 2012). Neste trabalho prosseguiu-se com a aplicação desta técnica, incluindo experiências de imersão em água dos azulejos não tratados e tratados para conhecer a distribuição da água no interior dos azulejos.

Assim, este trabalho tem como objectivo geral contribuir para o estabelecimento da melhor estratégia para a conservação de azulejos antigos, em particular através de: (1) desenvolvimento de uma ferramenta de visualização para a inspecção de penetração do consolidante em azulejos, com base na tomografia de neutrões usando o Reactor Português de Investigação; (2) avaliação da eficiência de dois métodos de tratamento com o consolidante Paraloid® B-72 – pincelagem e imersão em solução; e (3) avaliação da distribuição da água no interior dos azulejos.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Amostras, consolidante e os tratamentos

Na Fig. 1 mostram-se fotografias de dois fragmentos de azulejos utilizados neste estudo : a) NSA – Igreja Nossa Senhora dos Aflitos, Elvas; b) MNA – Igreja da Madre de Deus, Museu Nacional do Azulejo, Lisboa.

Os procedimentos de consolidação das amostras foram realizados no Museu Nacional do Azulejo, seguindo protocolos padrão, aplicando o Paraloid® B-72 (co-polímero de metacrilato de etilo e acrilato de metilo), um adesivo acrílico disponível comercialmente que atende as exigências descritas anteriormente. Uma vez preparada a solução em acetona (1:9), o produto é aplicado com pincel ou imersão (Fig. 2), onde neste último caso o processo é realizado em um recipiente hermeticamente fechado para evitar o aumento na viscosidade da solução devido à evaporação do solvente.

Após o processo de aplicação, a amostra é seca a temperatura ambiente e o excesso de resina é removido utilizando-se algodão embebido em acetona.

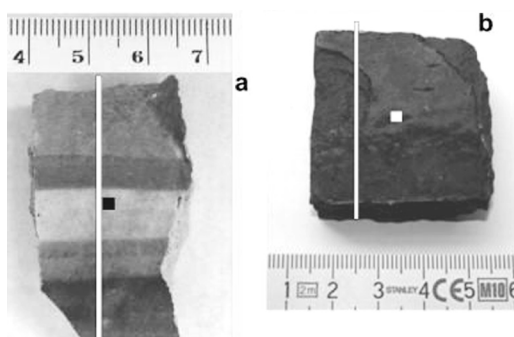


Fig. 1 – Fragmentos dos azulejos estudados: (a) Igreja Nossa Senhora dos Aflitos, Elvas (NSA); (b) Igreja da Madre de Deus, Museu Nacional do Azulejo, Lisboa (MNA). Os quadrados localizam as análises dos perfis (Figs. 4 e 5) e segmentos de recta referem-se aproximadamente às secções obtidas por TN (Figs. 6 e 7).

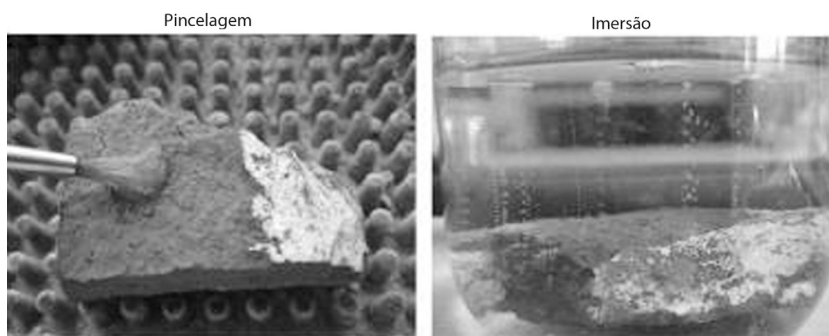


Fig. 2 – Fotos das técnicas de pincelagem e imersão na aplicação de resina (amostra MNA).

2.2 – Difração de raios X

A análise mineralógica do corpo cerâmico dos azulejos foi realizada por difracção de raios X (DRX), usando um difractómetro de RX da Philips. As proporções de minerais foram determinadas semi-quantitativamente usando as áreas dos picos de acordo com Rocha (1993).

2.3 – Tomografia com neutrões

O equipamento de tomografia está instalado no acesso horizontal da coluna térmica do Reactor Português de Investigação (RPI) no Instituto Superior Técnico (IST)/Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN). Uma imagem tomográfica é uma representação em 3-D, obtida a partir da reconstrução de imagens individuais adquiridas em vários ângulos de uma amostra, e é obtida fazendo incidir sobre o material um feixe de neutrões, cujo padrão transmitido atinge uma tela cintiladora, cuja luz é capturada por uma câmara. Após as imagens serem adquiridas, o Software Octopus (Ghent University, Belgium) reconstrói a imagem tridimensional e com o software VG Studio (Volume Graphics, Germany) a imagem pode ser analisada em várias faces e detalhes.

Na Fig. 3 apresentam-se fotografias do equipamento de NT instalado no RPI (Sacavém Portugal) (STANOJEV PEREIRA *et al.*, 2010), onde se pode ver a amostra MNA colocada numa mesa giratória (B) para a irradiação.

As amostras foram irradiadas na seguinte ordem: (i) não tratada; (ii) húmida; (iii) seca e posteriormente pincelada com 10% Paraloid® B-72 em acetona e seca à temperatura ambiente; e (iv) imersa em 10% Paraloid® B-72 em acetona e seca à temperatura ambiente. No caso da amostra MNA, realizou-se ainda a irradiação após ter sido imersa em água e seca a 100 °C durante 2 horas.



Fig. 3 – Imagens do equipamento de tomografia de neutrões (TN) do Reactor Português de Investigação (RPI): (A) visão externa da blindagem e mesa de controlo; (B) detalhe interno do equipamento com a saída do feixe de neutrões e a mesa rotatória com a amostra do azulejo MNA.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O corpo cerâmico da amostra NSA é composto principalmente de quartzo (37%), volastonite (17%), gelenite (21%), feldspato (10%) e analcite (10%). As principais fases minerais presentes no corpo cerâmico da amostra MNA são quartzo (47%) e filossilicatos (micas) (40%), além de pequenas quantidades de calcite (8%) e feldspatos (5%). Estes resultados apontam para diferentes temperaturas de cozedura para as duas amostras, inferiores no caso da amostra MNA e superiores (cerca de 900 °C) para a NSA, tendo em conta a presença/ausência de filossilicatos, volastonite e gelenite.

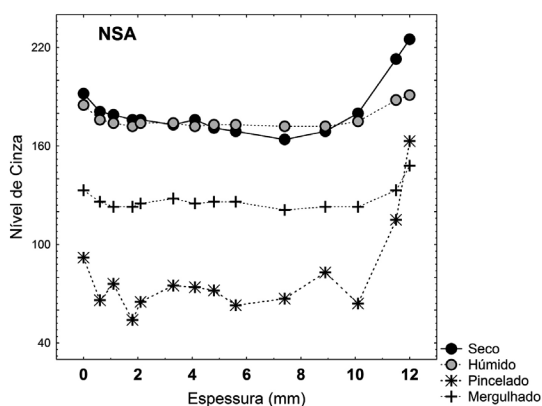


Fig. 4 – Variação do nível de cinza desde o vidro à parte de trás da amostra NSA (Igreja Nossa Senhora dos Aflitos, Elvas, Portugal) obtidos por tomografia de neutrões: não tratadas; pincelado e imerso correspondem às condições a que o azulejo foi submetido para a aquisição das imagens.

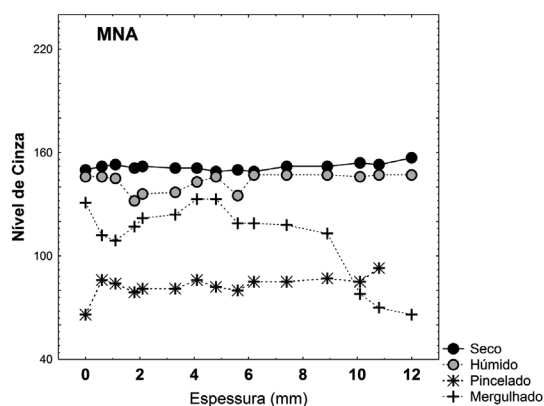


Fig. 5 – Variação do nível de cinza desde o vidro à parte de trás da amostra MNA (Igreja Madre de Deus, Lisboa, Portugal) obtidas por tomografia de neutrões: não tratadas; pincelado e imerso correspondem às condições a que o azulejo foi submetido para a aquisição das imagens.

Nas Figs. 4 e 5 estão representadas as distribuições do consolidante na estrutura do azulejo, em perfis perpendiculares à superfície do vidro (localização indicada na Fig. 1). Os resultados obtidos por NT para os fragmentos secos e húmidos mostram que a amostra MNA apresenta um nível de cinza aproximadamente constante, e mais baixo do que a amostra NSA, o que pode ser explicado pela presença de maiores teores de hidrogénio nos seus minerais constituintes (em particular nos filossilicatos). A argamassa na face traseira da amostra NSA é mais transparente aos neutrões do que o corpo cerâmico. Ao compararem-se os níveis de cinza nas amostras secas e húmidas, observa-se: (i) NSA – onde existem restos de argamassa na parte de trás do azulejo é onde se encontram as maiores diferenças nos níveis de cinza entre o fragmento seco e húmido,

indicando que a água se concentra na argamassa; e (ii) MNA – o fragmento húmido apresenta em geral níveis de cinza mais baixos do que seco, o que pode ser explicado pela maior capacidade de absorção da água pelos seus componentes mineralógicos, nomeadamente os filossilicatos. Com base na variação dos níveis de cinza, a impregnação do consolidante na amostra NSA por pincelagem foi cerca de 30% maior do que por imersão, excepto para a parte oposta ao vidrado, onde a quantidade final de resina é similar. Também na amostra MNA a eficiência de aplicação do consolidante por pincelagem mostrou uma superioridade de cerca de 25%, principalmente próximo do vidrado e na parte de face traseira, onde a resina parece ter sido mais concentrada em comparação à imersão. As Figs. 6 e 7 mostram cortes internos das imagens tomográficas de ambas amostras, nas quais é possível observar a distribuição do agente consolidante, representado pela cor cinza claro.

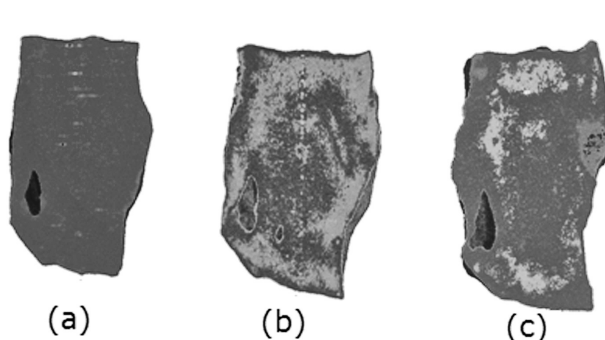


Fig. 6 – Imagens tomográficas da amostra de azulejo NSA: (a) antes de qualquer tratamento; (b) após a aplicação de resina utilizando a técnica de pincelagem; (c) após a aplicação de resina usando técnicas de imersão (cinza escuro – corpo cerâmico; cinza claro resina).

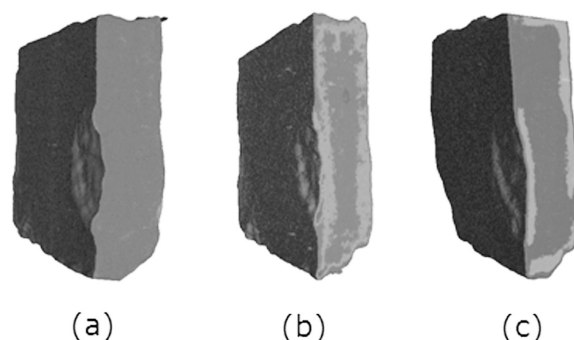


Fig. 7 – Imagens tomográficas da amostra de azulejo MNA: (a) antes de qualquer tratamento; (b) após a aplicação de resina utilizando a técnica de pincelagem; (c) após a aplicação de resina usando técnicas de imersão (cinza escuro – corpo cerâmico; cinza claro – resina).

A NT mostrou ainda que na amostra MNA, sujeita a imersão em água e secagem a 100 °C por duas horas, a água se manteve entre o vidrado e o corpo cerâmico durante mais tempo (Fig. 8). Este facto pode ser explicado pela menor evaporação devida à presença do vidrado, o que leva a uma permanência prolongada da água, factor que pode contribuir para o destacamento do vidrado.

4 – CONCLUSÕES

A tomografia com neutrões mostrou ser uma importante ferramenta quando há a necessidade de investigar a estrutura interna de objectos de interesse do património cultural. As características da técnica permitem a visualização da profundidade de penetração e distribuição do polímero dentro de corpos cerâmicos, oferecendo uma ajuda significativa para o desenvolvimento de estratégias para a sua conservação ou restauro.

No presente caso, foi possível opinar quais dos dois processos utilizados no restauro de azulejos antigos é o método mais eficaz, mostrando que a técnica de pincelagem apresenta uma impregnação maior e mais uniforme do consolidante no azulejo, em comparação com a imersão. Verificou-se ainda que após tratamento,

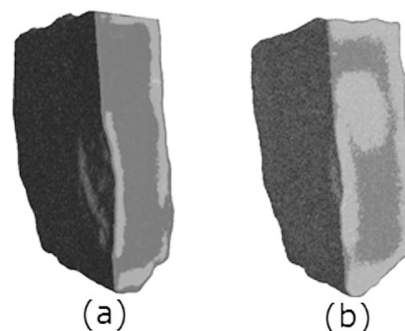


Fig. 8 – Imagens tomográficas da amostra de azulejo MNA: (a) após a aplicação de resina utilizando a técnica de imersão; (b) após a imersão em água e secagem (cinza escuro – corpo cerâmico; cinza claro – resina/água).

apesar da resina se concentrar mais no exterior dos fragmentos de azulejo, a evaporação da água dá-se rapidamente, excepto sob o vidro.

AGRADECIMENTOS

Trabalho desenvolvido dentro do projeto RADIART (PTDC/HIS-HEC/101756/2008), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT/MCTES).

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. L. F. (1992) – *Caracterização de azulejos do século XVII. Estudos para a sua consolidação*. MSc thesis, Instituto Superior Técnico.
- CARRETI, E. & DEI, L. (2004) – Physicochemical characterization of acrylic polymeric coating porous materials of artistic interest. *Prog. Org. Coat.* 49, p. 282-289.
- CARROTT, M. M. L. R.; ANTUNES, J. L. F. & CARROTT, P. J. M. (1997) – Evaluation of the porosity of glazed tiles by nitrogen adsorption. In: MOROPULOU, A.; ZEZZA, F.; KOLLIAS, E. & PAPACHRISTODOULOU, I. (Eds.), *Proceedings of the IVth International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*. Rodes: Technical Chamber of Greece, Athens, p. 79-87.
- CARVALHO, A. P.; VAZ, M. F.; SAMORA, M. J. & PIRES, J. (2006). Characterization of ceramic pastes of Portuguese ancient tiles. *Mater. Sci. Forum* 514-516, p. 1648-1652.
- CLIFTON, J. R. (1980) – *Stone Consolidating Materials – A Status Report*. Wasington (DC): Center for Building Technology, National Engineering Laboratory, National Bureau of Standards, NBS Technical Note 1118, Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, Washington (DC).
- CONSTÂNCIO, C.; FRANCO, L.; RUSSO, A.; ANJINHO, C.; PIRES, J.; VAZ, M. F. & CARVALHO, A. P. (2010) – Studies on polymeric conservation treatments of ceramic tiles with Paraloid® B-72 and two alkoxysilanes. *Journal of Applied Polymer* 116, p. 2833-2839.
- KAESTNER, A.; LEHMANN, E. & STAMPANONI, M. (2008) – Imaging and image processing in porous media research. *Advances in Water Resources* 31, p. 1174-1187.
- LEHMANN, E. H.; DESCHLER-ERB, E. & FORD, A. (2010a). Neutron tomography as a valuable tool for the non-destructive analysis of historical bronze sculptures. *Archaeometry* 52, p. 272-285.
- LEHMANN, E. H.; HARTMANN, S. & SPEIDEL, M. O. (2010b). Investigation of the content of ancient Tibetan metallic Buddha statues by means of neutron imaging methods. *Archaeometry* 52, p. 416-428.
- LEHMANN, E. H.; VONTOBEL, P. & HASSANEIM, R. (2005). Neutron tomography as tool for applied research and technical inspection. *Advances in Solid State Physics* 45, p. 389-405.
- PRUDÊNCIO, M. I.; STANOJEV PEREIRA, M. A.; MARQUES, J. G.; DIAS, M. I.; ESTEVES, L.; BURBIDGE, C. I.; TRINDADE, M. J. & ALBUQUERQUE, M. B. (2012) – Neutron tomography for the assessment of consolidant impregnation efficiency in Portuguese glazed tiles (16th and 18th centuries). *Journal of Archaeological Science* 39 p. 964-969.
- ROCHA, F. T. (1993) – *Argilas aplicadas a estudos litoestratigráficos e paleoambientais na bacia sedimentar de Aveiro*. PhD. Thesis. University of Aveiro, Portugal.
- STANOJEV PEREIRA, M. A.; MARQUES, J. G. & PUGLIESI, R. (2010) – Utilização da técnica da radiografia e tomografia com neutrões no estudo de objetos antigos. 8.º *Encontro de Arqueologia do Algarve “A Arqueologia e as outras Ciências”*. October 21-23, Silves: Câmara Municipal de Silves (accepted).
- VAZ, M. F.; PIRES, J. & CARVALHO, A. P. (2008) – Effect of impregnation treatment with Paraloid® B-72 on the properties of old Portuguese ceramic tiles. *Journal of Cultural Heritage* 9, p. 269-276.

ESTUDO TIPOLÓGICO DA CERÂMICA DE CONSTRUÇÃO DA CIDADE ROMANA DE CONIMBRIGA, PORTUGAL – METODOLOGIA PARA A CONSERVAÇÃO DE ESTRUTURAS ARQUEOLÓGICAS

Ricardo Triães¹, João Coroado¹, Fernando Rocha² & Virgílio Hipólito Correia³

Resumo

A ocupação romana do território a que corresponde hoje Portugal, desde o século II a.C. até ao século V d.C., deixou inúmeros vestígios, onde as ruínas da cidade romana de *Conimbriga* são um dos exemplos melhor conservados. Os materiais cerâmicos de construção utilizados nos edifícios públicos e privados de *Conimbriga* são bastante diversos e apresentam funções muito distintas. Foram concebidos para situações concretas de modo a facilitar algumas soluções construtivas. A partir dos principais edifícios escavados foi possível reconhecer o modo de utilização mais comum destes materiais e efectuar o estudo tipológico. Este último permitiu estabelecer as principais conclusões quanto às dimensões usadas em cada tipologia, os valores mínimos e máximos, assim como a sua relação com as medidas padrão consideradas neste período. Os dados obtidos permitem contribuir para a futura interpretação de alguns espaços assim como servir de suporte para definição de metodologias de intervenção.

Palavras-chave: Conimbriga, Cerâmica de construção, Tipologia, Conservação

Abstract

The Roman occupation of the territory that is today Portugal, since the sixth century until the II century BC. V AD, has left many traces, where the ruins of the Roman city of *Conimbriga* are one of the best preserved examples. The ceramic materials used in construction of public buildings and private *Conimbriga* are quite diverse and have very distinct functions. They are designed for specific situations in order to facilitate some constructive solutions. From the main buildings excavated was possible to recognize the most common way to use these materials and make the typological study. This allowed us to establish the main conclusions regarding the dimensions used in each typology, the minimum and maximum values, as well as their relationship to standard measures considered in this period. The data obtained contribute to the future interpretation of some spaces as well as provide support for the definition of intervention methodologies.

Keywords: Conimbriga, Bricks, Typology, Conservation

1 – INTRODUÇÃO

As ruínas da cidade romana de *Conimbriga* situam-se junto à aldeia de Condeixa-a-Velha no concelho de Condeixa e a cerca de 15 km de Coimbra. A ocupação deste local é anterior à chegada dos romanos, sendo ocupado por estes, provavelmente, entre os anos 138-136 a.C., com a expedição de *Decimus Junius Brutus* (ALARCÃO, 1988, p. 22). Porém, a transformação deste povoado só vai acontecer pelos finais do século I. a.C.

¹Instituto Politécnico de Tomar – GeoBioTec, Campus de Tomar, Estrada da Serra – Quinta do Contador, 2300-313 Tomar, Portugal. rtriaes@ipt.pt; jcoroado@ipt.pt

²Universidade de Aveiro – GeoBioTec, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal. tavares.rocha@ua.pt

³Museu Monográfico de Conimbriga, 3150-220 Condeixa-a-Velha, Portugal. mmconimbriga.director@ipmuseus.pt

com as primeiras grandes obras públicas, no período do Imperador Augusto, contando-se entre elas a construção do fórum e de um edifício termal. Actualmente é possível reconstituir em *Conimbriga* uma área correspondente a cerca de 17%, sendo possível reconhecer os traços urbanísticos desde a ocupação indígena até à última fase de construção já em período constantiniano (CORREIA & ALARCÃO, 2008, p. 38). Terá sido entre o período augustano e o flaviano, provavelmente com a sua ascensão a *municipium* neste último, que se desenvolveram as fases de construção mais intensas nesta cidade, à excepção da muralha baixo-imperial, nos finais do século III ou inícios do século IV (DE MANN, 2006, p. 18). Após o abandono da cidade a primeira notícia que assinala a existência das ruínas de *Conimbriga* surge em meados do século XVI (ÉTIENNE & OLEIRO, 1966, p. 7). Em finais do século XIX são efectuadas algumas sondagens e a primeira campanha de escavações nas ruínas de *Conimbriga* encetada por António Augusto Gonçalves (CORREIA, 1938, p. 7; ÉTIENNE & OLEIRO, 1966, p. 7). Após os trabalhos de Virgílio Correia e da Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais (DGEMN), que fica responsável pela conservação, restauro e valorização das muralhas de *Conimbriga*, foi possível identificar um conjunto muito diverso de estruturas (OLIVEIRA, 2007, p. 14-17). A última grande escavação realizou-se entre 1964 e 1971, colocando a descoberto um conjunto significativo de edifícios (ALARCÃO & ÉTIENNE, 1977, p. 10-11).

2 – CONSERVAÇÃO E RESTAURO EM CONIMBRIGA

As soluções adoptadas ao longo de mais de um século de intervenções de conservação e restauro são muito distintas e são também um reflexo da teoria e da prática nesses mesmos momentos. Além destas, também algumas alterações decorrentes da ocupação e evolução dos edifícios e da cidade, são passíveis de identificação.

No que respeita às intervenções de conservação e restauro na cidade, as que tiveram maior impacto no aspecto que esta tem hoje, devem-se aos trabalhos da DGEMN ao longo de mais de três décadas e que se debruçaram sobre a muralha, muros, pilares, mosaicos, entre outros (OLIVEIRA, 2007, p. 17-19). Estas intervenções nem sempre tiveram por base uma metodologia de intervenção bem definida, nomeadamente em termos de enquadramento teórico, com descrições sucintas e sem referir materiais e técnicas usadas. A documentação produzida é vaga e parte ainda se encontra por classificar. Muitas das intervenções de conservação e restauro desenvolvidas nas ruínas de *Conimbriga* pela DGEMN foram realizadas na casa dos repuxos, nomeadamente nos pavimentos de mosaico e pintura mural (OLIVEIRA, 2007, p. 18-19; SALES, 2006, p. 44-49). Nas intervenções mais antigas nem sempre é descrito o estado de conservação das estruturas nem quais os motivos que a justificaram.

Entre os anos de 2004 e 2006 foi desenvolvido um projecto de valorização das ruínas de *Conimbriga*, incidindo nos seguintes edifícios: fórum, termas do Sul e termas do Aqueduto. O projecto pretendeu dar resposta à conservação dos edifícios mantendo os vestígios existentes e torná-los acessíveis ao público. A intervenção realizada no âmbito deste projecto procurou utilizar materiais e técnicas de restauro que, para além de garantirem uma boa reversibilidade, marcam perfeitamente as áreas intervencionadas, passando a constituir uma referência para o que foi realizado até ao momento e o futuro da conservação e restauro em *Conimbriga*.

3 – ESTUDO TIPOLÓGICO

A utilização dos materiais cerâmicos na construção não é muito intensa, embora seja relativamente diversificada. O número de tipologias identificadas é significativo e ilustra a capacidade de resposta por parte da

produção em servir as necessidades de construção. Não só é importante a quantidade de tipologias, mas também a diversidade de dimensões dentro de cada uma delas. Na definição das tipologias foram considerados os materiais disponíveis nas ruínas e em reserva tendo sido classificadas dezasseis tipologias, vinte e um tipos e cinquenta e nove subtipos (Tabela 1). Foi definida uma terminologia o mais adequada possível ao espólio estudado, embora tenha sofrido alterações desde o início, essencialmente devidas às variações dimensionais (TRIÃES *et al.*, 2002, p. 158-162). As tipologias foram, essencialmente, definidas pela forma, mas onde a utilização na construção teve ocasionalmente alguma importância. Os subtipos representam as variações dimensionais de cada uma das formas dos tipos definidos. O registo das dimensões não foi o mesmo em todos os elementos em consequência dos diferentes formatos. Os materiais estudados foram usados na construção de edifícios em Conimbriga e situam-se cronologicamente entre o século I e o século IV d.C. (TRIÃES, 2004, p. 99).

A classificação tipológica contribuiu também para o conhecimento de alguns aspectos ainda pouco claros, relacionados com actividade de produção de materiais cerâmicos de construção, como a localização das oficinas, proveniência das matérias-primas, processos de conformação, entre outros (TRIÃES *et al.*, 2012).

Tabela 1 – Resumo das tipologias de materiais cerâmicos de construção de Conimbriga.

Tipologias	N.º Tipos	N.º Subtipos
Tijolo de coluna	Tipo 1	4
	Tipo 2	4
	Tipo 3	5
	Tipo 4	4
	Tipo 5	4
Tijolo rectangular	1	7
Tijolo quadrangular	1	6
Tijolo paralelepípedo	1	1
Tijolo em cunha	1	2
Tegula	1	3
Imbrex	1	4
Tijolo de pavimento rectangular	1	2
Tijolo de pavimento losângico	1	2
Tijolo de pavimento hexagonal	1	1
Bobine	1	1
Tegula mamata	1	1
Tijolo de caixotão	1	2
Tijolo em forma de meia cana	1	2
Manilha	Tipo 1	2
	Tipo 2	1
Tijolo ou Elemento de conduta	1	1
Total	21	59

Os resultados mais relevantes decorrentes do estudo das tipologias e da sua utilização têm sido fornecidos pelos próprios materiais, nomeadamente através das suas dimensões e regularidade das formas. Na maioria das tipologias, mesmo quando existem vários subtipos, podemos afirmar que as medidas registadas estão muito relacionadas com as dimensões do padrão romano, o pé. Os subtipos são consequência de uma neces-

side em usar determinada tipologia de maneira muito diversa, isto é, em soluções construtivas distintas. Por exemplo, o tijolo rectangular apresenta mais subtipos (Fig. 1), pois cada formato tem, geralmente, uma utilização restrita. No caso dos tijolos de coluna, a sua utilização é única, mas devido à variação das dimensões da altura destas e, conseqüentemente, do diâmetro, justificam a necessidade de criar elementos de dimensões distintas (subtipos). Porém, nesta tipologia parece que houve a necessidade de diversificar a oferta ou, por outro lado, marcar a sua produção criando um formato distinto. Esta pode ser a explicação para a existência de 3 tipos de tijolos de coluna (Fig. 2). Mas as diferenças ficam por aqui, uma vez que quanto às dimensões que discriminam os subtipos (o raio), o comportamento é idêntico em ambos. Quer isto dizer o seguinte: os produtores de materiais cerâmicos estavam conscientes das dimensões padrão necessárias à construção de colunas, mesmo que escolhendo um formato diferente. Embora constatando esta situação, não é claro o motivo que levou os produtores a optar por estas variações. Pode, eventualmente, explicar-se também pelo facto de estes indivíduos estarem dentro do processo de construção dos edifícios, ou como fornecedores de materiais de construção em geral, ou até conciliando esta actividade com a da própria construção.

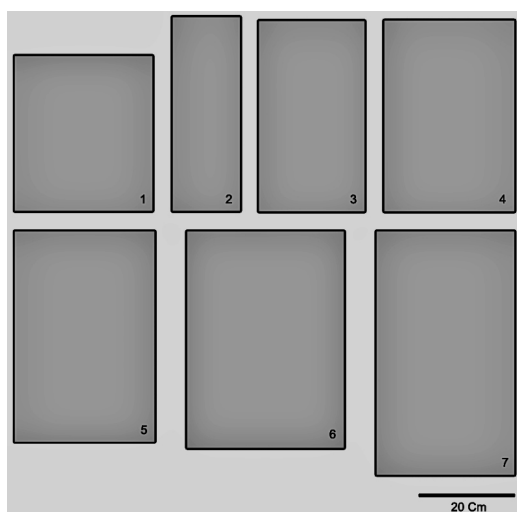


Fig. 1 – Tipologias de tijolos rectangulares identificados em Conimbriga.

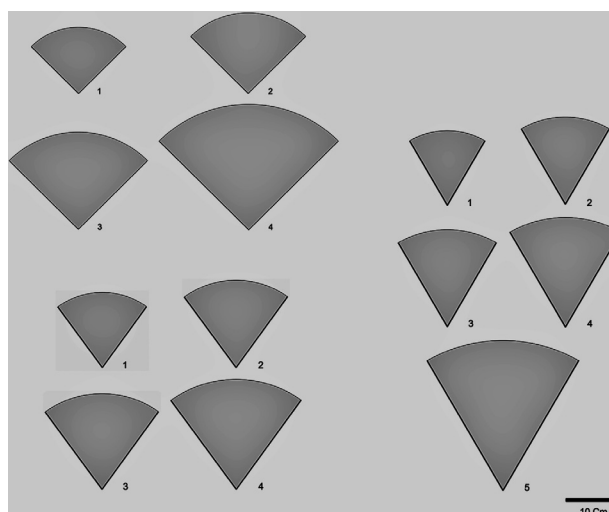


Fig. 2 – Tipologias dos três tipos de tijolos de coluna, consoante o número de tijolos por camada, 4, 5 ou 6 elementos.

4 – METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO EM ESTRUTURAS ARQUEOLÓGICAS COM MATERIAIS CERÂMICOS DE CONSTRUÇÃO

A intervenção de conservação, restauro e valorização das ruínas de Conimbriga é, com maior ou menor intensidade e aprofundamento das propostas metodológicas, uma realidade nunca acabada. Esta preocupação sempre existiu, embora nem sempre concretizada de imediato (SALES, 2006, p. 84). As metodologias desenvolvidas pela DGEMN passavam, essencialmente, por reconstituições de muros, colunas e levantamento de mosaicos, utilizando os materiais disponíveis no local ou através de novos materiais, como as argamassas de assentamento e o betão no suporte dos mosaicos. Deste modo, a maioria das intervenções de conservação e restauro pretenderam criar a sensação que se estaria na presença de uma ruína sem intervenção. Os responsáveis pelo mais recente projecto de intervenção em Conimbriga, que teve a sua conclusão em 2006, propuseram uma nova leitura das ruínas tendo vários objectivos: Preservar os vestígios escavados, respeitar o princípio da

intervenção mínima e da reversibilidade dos materiais aplicados, criar soluções que permitissem a visita dos edifícios sem causar danos e adaptar novos espaços de apoio que permitam outras funcionalidades, como os espectáculos (ALARCÃO, 2006, p. 211).

Este último projecto de intervenção nas ruínas de Conímbriga cria também a oportunidade para futuras metodologias, assentes em critérios bem definidos e documentados. A proposta que se pretende apresentar para as estruturas com utilização de materiais cerâmicos assenta, essencialmente, nos resultados do estudo tipológico e da sua utilização em Conímbriga. Perceber que as dimensões estão directamente associadas à sua utilização foi uma das conclusões mais interessantes que foi possível retirar. Alguns materiais com uma utilização mais diversificada, como é o caso dos tijolos rectangulares, tiveram alguns subtipos com utilizações exclusivas. Este facto e outro tipo de utilizações específicas, como os tijolos de coluna, permitiram desenvolver um modelo para intervenção de conservação e restauro dessas mesmas estruturas. Este deve assentar nos seguintes aspectos antes de ser considerada qualquer intervenção: 1.º – Recolha das diferentes dimensões dos elementos cerâmicos de modo a conhecer as suas dimensões médias; 2.º – Registrar *in situ* situações de utilização dessas tipologias, caso ainda existam; 3.º – Classificar e separar por subtipos os diversos materiais de modo a prever as potencialidades de reutilização e definir o tipo de intervenção; 4.º - Realizar modelos tridimensionais de modo a permitir estudar as possibilidades de intervenção com os materiais disponíveis ou considerar a execução de réplicas (Fig. 3).

Tomando como exemplo a tipologia de tijolos de coluna, estes permitem uma conjugação de quatro, cinco ou seis elementos formando circunferências perfeitas, e dando forma ao fuste da coluna. A dimensão destes tijolos varia significativamente em relação à medida designada como raio (de uma circunferência possível de formar com esse elemento), mas de uma forma homogénea para os três tipos. Assim, o subtipo 1 de ambos os tipos permite construir um fuste com 27/28 cm de diâmetro. Este aproxima-se dos valores do pé romano (29,6 cm). A aplicação de um reboco liso nestas colunas permitiria obter um fuste com a dimensão de um pé. No outro extremo, o subtipo de maior dimensão do tipo um e três, possibilitava a construção de colunas com um raio de 53/54 cm, próximo dos 2 pés, obtido após a aplicação do reboco.

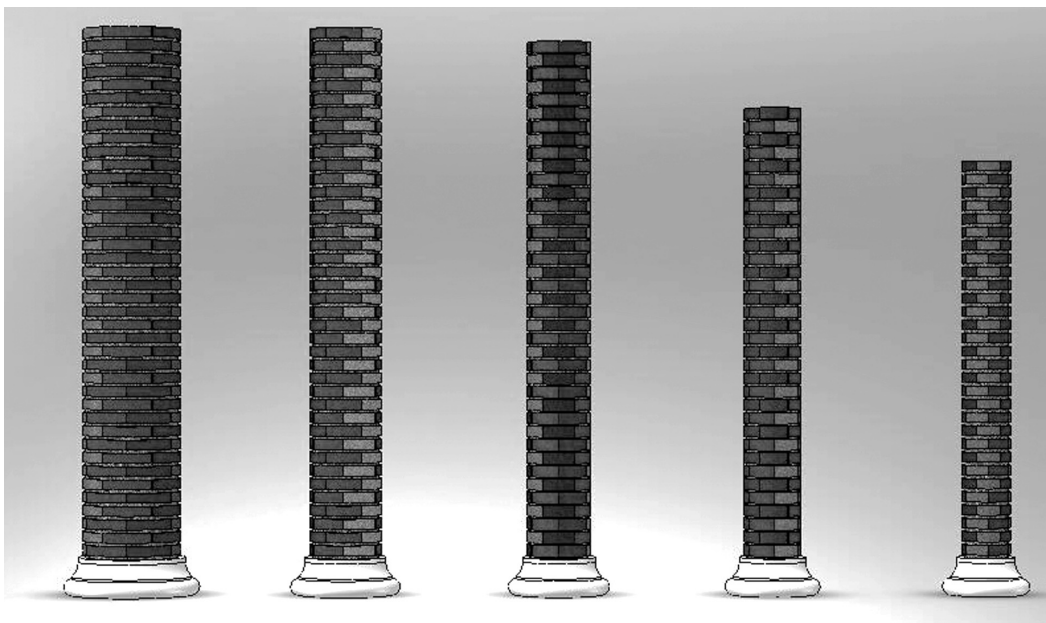


Fig. 3 – Reconstituição virtual a partir dos 5 subtipos de tijolos de coluna do tipo 3.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas tipologias são relativamente simples, mas apresentam uma grande diversidade de tipos e subtipos e que obriga a uma classificação rigorosa de modo a potenciar uma correcta intervenção. Esta proposta metodológica prevê ainda que se possa complementar o estudo com a caracterização composicional de parte do espólio de modo a obter mais informações sobre as suas características tecnológicas e de proveniência das matérias-primas.

Outro aspecto importante e que nem sempre tem sido considerado, prende-se com a dimensão das caixas e a retracção das peças após conformação. Esta situação faz com que muitos dos materiais tenham dimensões um pouco mais reduzidas que as medidas padrão, que seriam as dimensões das caixas de conformação. No caso dos tijolos de coluna, esta pequena diferença permitia manter a dimensão correcta do fuste após a aplicação do reboco. Este e outros aspectos descritos são fundamentais para obter uma fundamentação rigorosa das futuras intervenções, independentemente das opções de utilização de materiais do local ou de réplicas, consoante o nível de visibilidade que se pretenda com a intervenção, sem, no entanto, descuidar a sua reversibilidade, compatibilidade e durabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, J. (1988) – *O domínio romano em Portugal*. Lisboa: Europa-América.
- ALARCÃO, P. (2006) – Conservação e valorização em Conimbriga. Projectos e Obras. *Monumentos* 25 Lisboa, p. 208-213.
- ALARCÃO, J. & ÉTIENNE, R. (1977) – *L'architecture. Fouilles de Conimbriga*. Paris: Diffusion Bocard. Vol. I.
- CORREIA, V. (1938) – *Conimbriga. Notícia do “Oppidum” e das escavações nele realizadas*. Coimbra.
- CORREIA, V. H. & ALARCÃO, P. (2008) – Conimbriga: Um ensaio de topografia histórica. *Conimbriga* 47, p. 31-46.
- DE MAN, A. (2006) – *Conimbriga – Do Baixo Império à Idade Média*. Lisboa: Edições Sílabo.
- ÉTIENNE, R. & OLEIRO, J. M. B. (1966) – *Resultados da primeira companhia de escavações Luso-francesas em Conimbriga*. Lisboa: Ministério da Educação Nacional, Direcção-Geral do Ensino Superior e das Belas-Artes, Museu Monográfico de Conimbriga.
- OLIVEIRA, M. (2007) – *Sistema geográfico de localização das intervenções nas ruínas de Conimbriga*. Tomar: Instituto Politécnico de Tomar (Relatório de estágio).
- SALES, P. (2006) – *A Casa dos Repuxos de Conimbriga*. Universidade do Porto (Dissertação de Mestrado).
- TRIÃES, R.; CORREIA, V. & COROADO, J. (2002) – *A utilização dos materiais cerâmicos de construção em Conimbriga*. *Conimbriga* 41, p. 153-164.
- TRIÃES, R. (2004) – *Estudo composicional e tipológico dos materiais cerâmicos da civitas de Conimbriga*. Universidade de Aveiro. Dissertação de Mestrado.
- TRIÃES, R.; COROADO, J. & ROCHA, F. (2012) – Caracterização composicional e tipológica da cerâmica industrial do território de Conimbriga. *Estudos Arqueológicos de Oeiras* 19, p. 135-192.