



# digitAR

queologia  
chaeology

ig  
it  
al

q u i t e c t u r a  
c h i t e c t u r e  
t e s t s

digitAR - Revista Digital de Arqueologia, Arquitectura e Artes  
Digital Journal of Archaeology, Architecture and Arts

## PROSPEÇÃO GEOFÍSICA DE VESTÍGIOS DE ESTRUTURAS DO ANTIGO PAÇO REAL DE SÃO FRANCISCO (ÉVORA), COM USO DE GEORRADAR E LASER SCANNER

### GEOPHYSICAL PROSPECTION OF ANTIQUE STRUCTURAL TRACES FROM SÃO FRANCISCO (ÉVORA) ROYAL PALACE WITH THE USE OF GEORRADAR AND LASER SCANNER

**R. J. Oliveira\***

Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora

**B. Caldeira**

Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora  
Departamento de Física, Universidade de Évora

**J. F. Borges**

Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora  
Departamento de Física, Universidade de Évora

#### RESUMO

No local onde atualmente existe o Palácio de D. Manuel, em Évora, terá existido o Paço Real de S. Francisco, uma das residências da monarquia portuguesa entre o século XVI e XVII. O edifício entrou em declínio em 1616, tendo sido adaptado para outras ocupações, abandonado e destruído por incêndios. Entre este edifício e o mercado existem vestígios arqueológicos, descobertos durante a execução de obras urbanas. O atual edifício foi o resultado de várias alterações sobre o que restou, a última delas na parte frontal da sua fachada, onde foram removidas umas escadas monumentais de que há registo fotográfico. Este trabalho pretende mostrar a existência de vestígios do antigo palácio, integrados nas estruturas que atualmente existem, no âmbito da investigação de metodologias eficazes de aplicação de técnicas geofísicas em Arqueologia. Para concretizar o objetivo, procedeu-se à realização de prospeção geofísica, com georradar, nas áreas adjacentes ao palácio, e com *laser scanner*, de modo a integrar os resultados de georradar numa representação tridimensional do atual edifício. Os resultados evidenciam a existência de estruturas que terão correspondido à escadaria do palácio e de vestígios compatíveis com a opinião de que o palácio se prolongaria para o lado onde existe o atual mercado.

**Palavras-chave:** Geoarqueologia, geofísica aplicada, georradar, *laser scanner*, processamento de sinal.

#### ABSTRACT

In the place where currently there is the D. Manuel Palace, in Évora, will have been the Royal Palace of S. Francisco, one of the residences of the Portuguese monarchy between the sixteenth and seventeenth century. The building began to decline in 1616 and has been adapted to other occupations, abandoned and destroyed by fire. Between this building and the market there are archaeological remains, discovered during the execution of urban works. The current building was the result of several changes on what's left, the last one on the front of its facade, which were removed monumental stairs that there is photographic record. This work intends to show the existence of ancient palace remains, integrated into the structures that currently exist within the research effective methods of application of geophysical techniques in Archaeology. To realize the goal, it proceeded to carry out geophysical prospecting with georadar, in areas adjacent to the palace, and with laser scanner, in order to integrate the results of georadar a three-dimensional representation of the current building. The results show the existence of structures that have corresponded to the palace staircase and remains consistent with the view that the palace would be extended to the side where there is the current market.

**Keywords:** Geoarchaeology, applied geophysics, laser scanner, digital data processing.

\* ruio@uevora.pt



Figura 1- Enquadramento geográfico dos edifícios atuais, onde terá existido o Paço Real de S. Francisco.

## INTRODUÇÃO

No âmbito das comemorações dos 500 anos da construção do Palácio de D. Manuel, em Évora (antigo Paço Real de S. Francisco), a Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, conjuntamente com a Câmara Municipal de Évora, propuseram ao Instituto de Ciências da Terra (ICT) a realização de uma campanha de prospeção geofísica no edifício do palácio e área envolvente, para averiguar a existência de vestígios do antigo palácio, integrados nas estruturas urbanas atuais. A comemoração da construção do palácio decorreu em 2015 e vem do seguimento da investigação de metodologias eficazes de aplicação das técnicas geofísicas em Arqueologia, a que o nosso grupo de investigação se dedica. A utilização de métodos geofísicos em Arqueologia, para prospeção de estruturas enterradas na subsuperfície, resulta numa importante vantagem, principalmente nas etapas prévias às escavações ou sondagens arqueológicas, onde desempenha um papel importante na delimitação de locais arqueológicos, tornando mais eficazes as ações de proteção do património arqueológico. No que diz respeito ao planeamento de uma exploração arqueológica, os métodos

geofísicos reduzem significativamente o tempo de execução e custos operacionais, orientando com uma exatidão aceitável o arqueólogo para os locais a escavar e sobre o que procurar. O desenvolvimento de metodologias eficazes de prospeção geofísica, para aplicação a diferentes ambientes arqueológicos envolve uma cadeia de procedimentos detalhados, desde a planificação e execução dos ensaios geofísicos até ao processamento de dados e apresentação dos resultados. Para concretizar o objetivo deste trabalho, procedeu-se à realização de prospeção geofísica com georradar, nas áreas adjacentes ao palácio, tendo-se também efetuado o levantamento digital das superfícies exteriores e interiores do palácio, com *laser scanner*, para obtenção de um modelo digital tridimensional, sob a forma de nuvem de pontos, ao qual foram adicionados os resultados da prospeção com georradar.

## ENQUADRAMENTO

O local onde existe atualmente o Palácio de D. Manuel (Fig. 1) terá sido uma parte do complexo de edifícios do Paço Real de S. Francisco, que terá sido a residência da monarquia portuguesa entre o séc. XVI e XVII (Pinho Leal, 1990). O conjunto de



Figura 2- Alterações do edifício do Palácio de D. Manuel ao longo do tempo. A escadaria monumental da parte frontal do edifício teve, pelo menos, duas disposições diferentes: saída frontal com bifurcação (lado esquerdo, imagem posterior a 1916, fonte: José Monteiro Serra); e saída lateral numa posição mais recuada (painel superior direito, imagem de um postal de 1906, fonte: Edição Martins). O edifício, antes do incêndio de 1916, possuía dois andares, além do piso térreo (neste, onde atualmente são as arcadas da entrada do edifício, existiam compartimentos (painel inferior direito, fonte: DGEMN/DREMS).

edifícios cobria uma área que ia desde o Palácio de D. Manuel até à Igreja de S. Francisco. À beira da igreja terá existido uma fonte abastecida pelo Aqueduto de Água de Prata, que aí teria uma das suas extremidades. Onde hoje existe o Mercado Municipal e a Universidade de Évora, terão existido edifícios desse complexo. Foram descobertos vestígios arqueológicos dessa época durante as obras de requalificação do mercado e do Largo 1º de Maio. Os edifícios do Paço Real entraram em declínio em 1616, tendo sido adaptado para outras ocupações e tendo sido abandonado e destruído por incêndios (Espanca, 1993). O atual Palácio de D. Manuel sofreu alterações na sua fachada (Fernandes, 2007), como se pode observar na Figura 2. Na parte frontal terão existido

umas escadas monumentais, que foram modificadas, pelo menos duas vezes, até que foram retiradas. Esta imagem, posterior a 1916 (Fig 2, lado esquerdo), será a que mais se aproxima do formato original do palácio.

## MÉTODOS GEOFÍSICOS

### Georradar

O ensaio de georradar foi realizado em cinco áreas à volta do palácio, tendo-se usado uma antena de 400 MHz (com o equipamento GSSI SIR-3000), cujo alcance pode atingir até cerca de 2,5 m de profundidade, e possui uma resolução horizontal de cerca de 20 cm (tendo em conta a parametrização utilizada: 50 pulsos por metro). As condições de realização do ensaio foram favoráveis à obtenção de bons resultados: piso

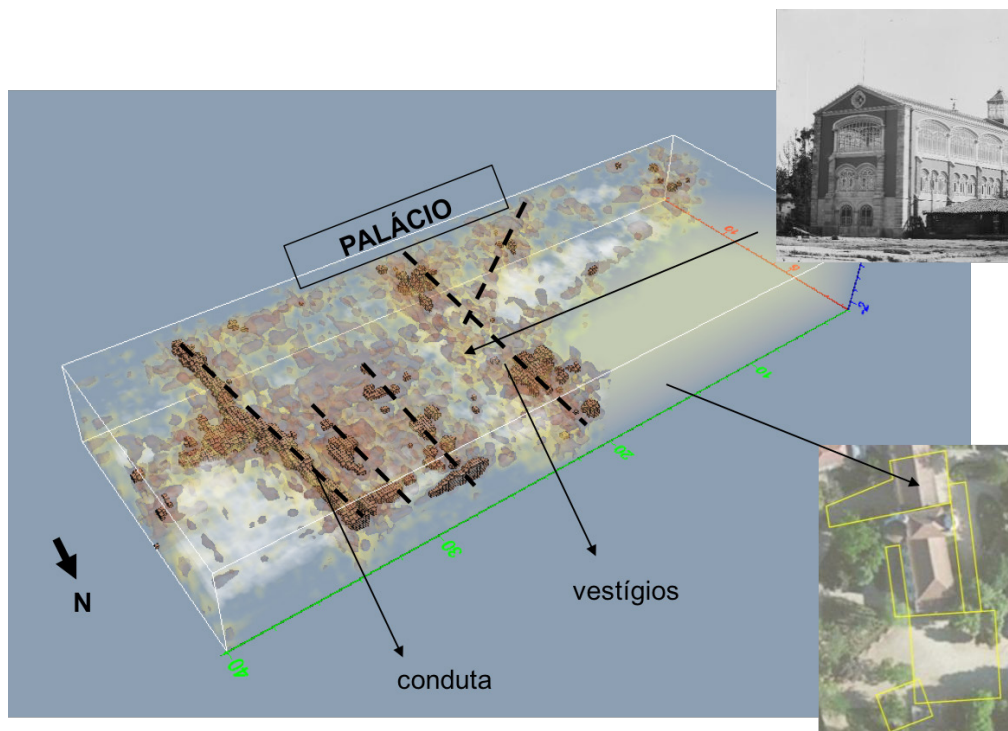


Figura 3- Resultados do ensaio de georradar no setor norte.

regular composto por sedimento não argiloso e com poucos obstáculos, o que permitiu a aquisição de dados em áreas de trabalho com dimensão suficiente para processamento 3D. Os resultados obtidos estão representados em modelos tridimensionais de amplitudes de reflexão, o que permite uma percepção mais facilitada das estruturas que poderão existir em profundidade.

#### **Laser scanner**

O levantamento digital das superfícies do palácio, quer do interior quer do exterior, foi realizado com *laser scanner* (*Faro Focus 3D*). No interior foram realizadas 42 aquisições, com uma resolução de 5120 pontos/360°. No exterior foram realizadas 24 aquisições, com uma resolução de 10240 pontos/360°. Os outputs desta técnica permitem recriar uma visita digital ao interior do edifício, motivo pelo qual se decidiu adotar uma resolução diferenciada para o interior e exterior. Permitem também a elaboração de plantas topográficas, úteis para planejar

ações a realizar no edifício, sobretudo quando existem compartimentos que não possuam ângulos retos.

### **RESULTADOS**

#### **Georradar**

Os dados obtidos pelos ensaios de georradar foram processados com o programa *GSSI RADAN 7.0*, cujas operações de tratamento consistiram em: correção da posição, remoção do ruído de fundo, filtragem espacial (FIR Length=201) e temporal (IIR LP=800MHz, HP=100MHz), desconvolução (OP. Length=31; Lag=3; PW=10%; GN=4) e aplicação de um ganho exponencial. Após o tratamento de todos os perfis individuais construiu-se o modelo tridimensional de amplitudes de reflexão, que é apresentado para cada área estudada. A representação 3D foi criada no programa *Golden Voxler 3.0*, tendo os dados sido interpolados (pelo método de *kriging*) e foram de seguida representados, dando ênfase às amplitudes que permitem mostrar as estruturas que se encontrarão enterradas na subsuperfície analisada.

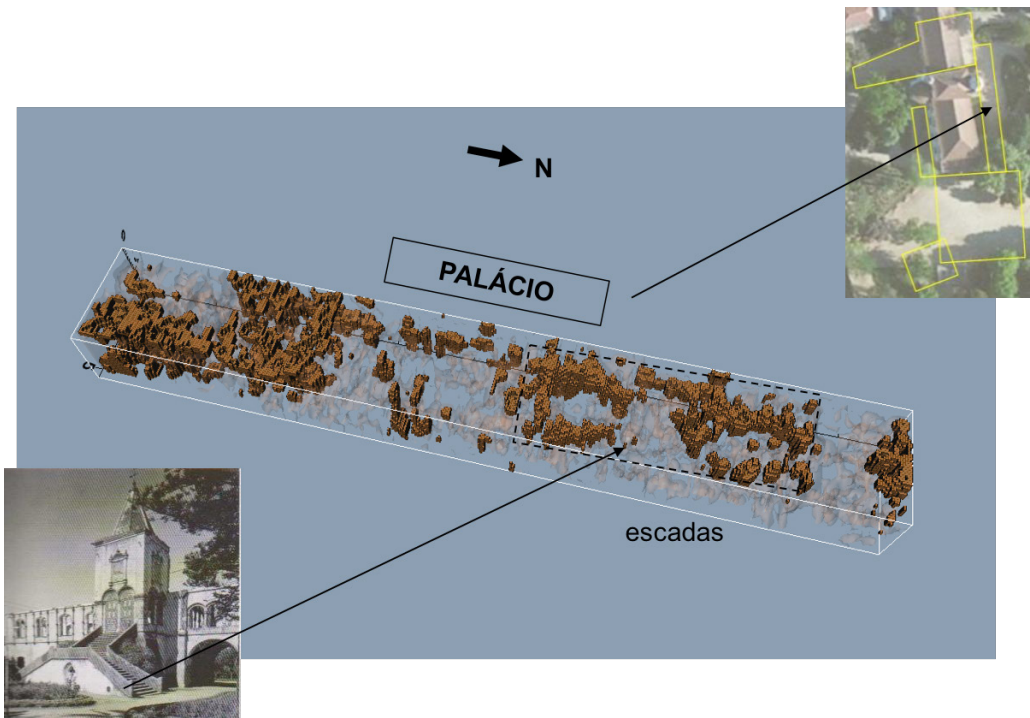


Figura 4- Resultados do ensaio de georradar do setor este.

Os setores que produziram resultados mais sugestivos foram o setor norte e o setor este. No setor norte (Fig. 3), sob as arcadas, observam-se vestígios de estruturas, que parecem prolongar-se em direção ao mercado, que poderão corresponder a vestígios do palácio quando possuía compartimentos no local das atuais arcadas. Também se observa uma conduta de saneamento,

cujas tampas são visíveis à superfície, que serviu para controlo dos resultados.

No setor este (Fig. 4) observa-se vestígios de forma oval, no local onde se pensa que terão existido as escadas da parte frontal do palácio. As dimensões são compatíveis com as que se supõe terem sido as das escadas, tendo em conta o repositório de imagens (Fig. 2).

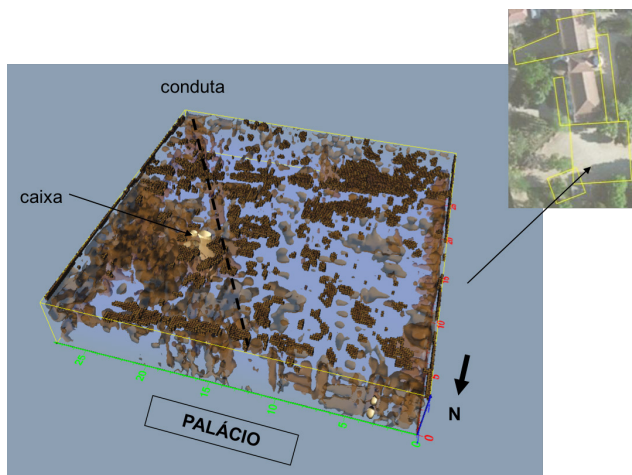


Figura 5- Resultados de georradar no setor sul.

No setor sul (Fig. 5) apenas foi possível identificar uma conduita de cabos elétricos e a respetiva caixa de acesso. Nesta área, pensou-se que poderiam existir vestígios de uma antiga muralha que terá sido desmantelada para construir o Palácio de D. Manuel, no entanto, nada foi descoberto.

Nas restantes áreas (a sul e a oeste) não foi possível observar estruturas, o que poderá significar o seguinte: ou não existem estruturas nestes locais, ou o ensaio foi incapaz de as detetar devido à orientação das linhas de aquisição. Na Figura 6 estão representados todos os resultados do ensaio de georradar, podendo observar-se os alinhamentos dos refletores nas respetivas localizações reais. Podemos observar a localização das escadas, no setor este, e os alinhamentos que deverão corresponder a vestígios de compartimentos do palácio, no setor norte (repare-se que estes se encontram localizados entre os limites do palácio).

#### **Laser scanner**

As aquisições foram associadas com o programa *Faro Scene*, tendo-se usado pontos de referência, comuns entre aquisições consecutivas (esferas e alvos).

Nas Figuras 7 e 8 pode observar-se os resultados do ensaio de *laser scanner* (do interior e exterior, respetivamente). A representação mostrada nas figuras não é natural, uma vez que a que se está a visualizar o interior do edifício a partir do exterior (Fig. 7), no entanto permite uma boa imagem global do levantamento. Os resultados deste levantamento permitem visualizar o edifício de qualquer visada, como se se estivesse a sobrevoar o edifício. Chama-se a atenção que esta representação de resultados não é uma imagem aérea, mas sim uma representação a três dimensões, do edifício, obtida pelo *laser scanner*, resultante da junção de todas as aquisições. Outro aspeto importante é a falta da cobertura do palácio que se observa na Figura 8, que se deve ao fato das aquisições que registaram o telhado dos edifícios terem ficado comprometidas devido ao excesso de ruído provocado pela oscilação da plataforma elevatória, nas aquisições aéreas. As restantes aquisições, do exterior e interior, ficaram também com excesso de ruído, provocado pela passagem de pessoas. A ausência de movimento é um cuidado básico que deve ser cumprido, sob a consequência de se obterem



Figura 6- Imagem conjunta do levantamento em georradar, com integração dos níveis a diferentes profundidades.

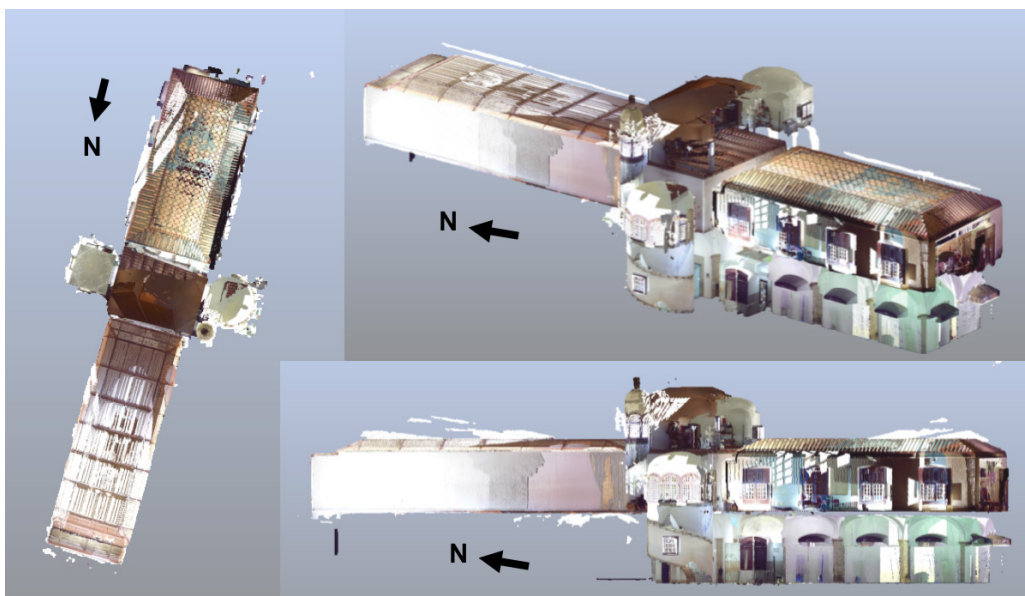


Figura 7- Resultados de *laser scanner* no interior do edifício.

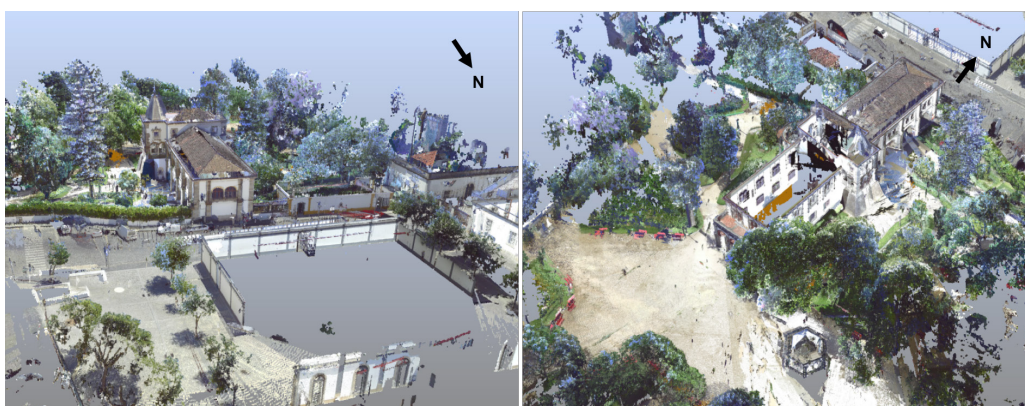


Figura 8- Resultados de *laser scanner* no exterior do edifício.

resultados de qualidade inferior ao esperado, como é o caso deste trabalho.

### INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados de georradar foram convertidos em nuvens de pontos para se poderem integrar na representação do modelo 3D das superfícies do palácio (Fig. 9, manchas castanhas), obtida por *laser scanner*, na tentativa de visualizar os vestígios de estruturas antigas enterradas no seio dos edifícios atuais. Nesta fase do trabalho, a integração dos modelos

de georradar e *laser scanner* não está ainda feita da forma mais conveniente para serem observados de forma sugestiva pelos meios de visualização 3D. Para já, o resultado da fusão destas duas metodologias fica ainda aquém do que pode ser possível fazer, no entanto, este procedimento é uma vantagem para os monumentos arqueológicos ainda por escavar ou mesmo ainda por descobrir, para a sua preservação. O uso de técnicas geofísicas permite localizar estruturas e determinar a sua





Figura 9- Integração dos resultados de georradar (manchas castanhas) nos resultados de georradar.

distribuição espacial, de uma forma não invasiva, isto é, sem necessidade de proceder a escavação arqueológica ou a recolha de amostras (Oliveira et al., 2015). Os resultados obtidos podem ser alvo de processamento integrado de imagem, para construir conteúdos e ferramentas de divulgação da herança cultural. Como resultado desta campanha de prospeção geofísica, realizada no âmbito das comemorações dos 500 anos da construção do Palácio de D. Manuel, foi realizado um vídeo ilustrativo dos resultados que é possível obter através da aplicação de métodos geofísicos em contexto arqueológico (Caldeira et al., 2015).

### CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados do levantamento de georradar foi possível comprovar a existência de estruturas enterradas nas imediações do atual Palácio de D. Manuel, nomeadamente: no setor este, vestígios das antigas escadas que existiram na parte frontal do palácio; e setor norte, vestígios de estruturas que deverão prolongar-se para o lado do mercado e uma conduta de saneamento.

A partir do levantamento de *laser scanner* obteve-se o Modelo Digital de Terreno de toda a área de estudo: palácio e sua zona envolvente, incluindo o interior do edifício. Esta técnica é bastante útil para integrar os resultados de outros levantamentos geofísicos, como se fez com os dados de georradar, permitindo a sua visualização no contexto de estruturas atuais. A integração dos vários resultados dos métodos geofísicos aplicados a Arqueologia é vantajosa do ponto de vista do planeamento de ações preservação e divulgação do património arqueológico. A aplicação destas duas técnicas aqui descritas é útil para inferir com maior exatidão, sobre a existência de estruturas enterradas, podendo ser uma ferramenta muito prática para para planificação de futuras escavações. O uso destas técnicas permite localizar estruturas, determinar a sua distribuição espacial, sem necessidade de escavação e correlacioná-las com estruturas visíveis à superfície. Os resultados podem ser alvo de operações de processamento de imagem para construir conteúdos/ferramentas de divulgação e promoção da herança cultural para uso geral pela sociedade.

### Agradecimentos

Este trabalho foi cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do programa INALENTEJO, no âmbito dos projetos IMAGOS – Innovative Methodologies in Archaeology, Archaeometry and Geophysics – Optimizing Strategies, e APOLLO – Archaeological and Physical On-site Laboratory – Lifting outputs (ALENT-07-0224-FEDER-001760), da Universidade de Évora, e teve o apoio do Laboratório HERCULES, Instituto de Ciências da Terra, Escola de Ciências e Tecnologia, Escola de Artes (Universidade de Évora) e da Câmara Municipal de Évora (CME). Um agradecimento ao Arqueólogo Gustavo Val-Flores e à Dr.ª Cármen Almeida, da CME, pela colaboração empenhada.

### BIBLIOGRAFIA

- Caldeira, B., Borges, J. F. & Oliveira, R. J. 2015. *Vídeo comemorativo dos 500 anos da construção do Palácio de D. Manuel (Évora)*, apresentado no espaço da Universidade de Évora na Feira de S. João 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RaipVqHPQ-U>
- Espanca, T. 1993. *Évora*. Lisboa.
- Fernandes, M. 2007. *S. Francisco de Évora - A igreja e a Galeria das Damas, o que resta de um Paço Real*. Monumentos n.º 17, DGEMN, 89-95.
- Oliveira, R. J., Neves, S., Caldeira, B., Borges, J. F. & Teixidó, T. 2015. «Desenvolvimento de Metodologias eficazes de Prospecção Geofísica Aplicadas a diferentes Ambientes Arqueológicos: o caso de Horta da Torre (resultados preliminares)». *Workshop de Ciências da Terra e do Espaço 2015*, 107-114.
- Pinho Leal, A. 1990. *Portugal antigo e moderno: diccionario geographico, estatistico, chorographico, heraldico, archeologico, biographico e etymologico de todas as cidades, villas e freguezias de Portugal e de grande numero de aldeias...* Livraria Editora de Mattos Moreira & C.ª, Lisboa.