

**Universidade de Évora - Escola de Ciências Sociais**

Mestrado em Arqueologia e Ambiente

Área de especialização / Avaliação de Impacte Ambiental

Dissertação

**A Arqueologia Aérea e o seu contributo para a deteção  
e interpretação de sítios: o caso do Outeiro do Castelo  
(Estremoz)  
Vol. I**

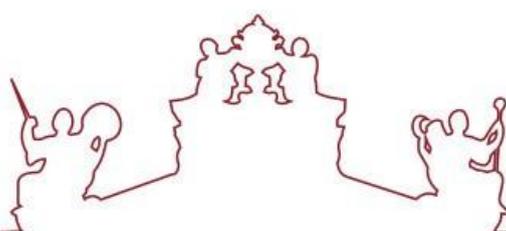
Bruno Miguel Gambinhas Leal

Orientador(es) / André Miguel Carneiro  
Jesús García Sánchez

Évora 2023







**Universidade de Évora - Escola de Ciências Sociais**

Mestrado em Arqueologia e Ambiente

Área de especialização / Avaliação de Impacte Ambiental

Dissertação

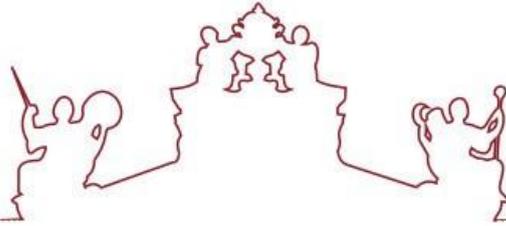
**A Arqueologia Aérea e o seu contributo para a deteção  
e interpretação de sítios: o caso do Outeiro do Castelo  
(Estremoz)  
Vol. I**

Bruno Miguel Gambinhas Leal

Orientador(es) / André Miguel Carneiro  
Jesús García Sánchez

Évora 2023





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências Sociais:

Presidente	Cristina Maria Barrocas Dias (Universidade de Évora)
Vogais	Jesús García Sánchez (Instituto de Arqueología de Mérida) (Orientador) César Parcero Oubiña (INCIPIT - Instituto de Ciencias de Patrimonio Santiago de Compostela) (Arguente)

Évora 2023



*“O que é voar?*

*É só subir no ar,  
levantar da terra o corpo, os pés?*

*Isso é que é voar?  
Não.*

*Voar é libertar-me,  
é parar no espaço inconsistente,  
é ser livre, leve, independente,  
é ter a alma separada de toda a existência,  
é não viver senão em não-vivência.*

*E isso é voar?  
Não.*

*Voar é humano,  
é transitório, momentâneo...*

*Aquele que voa tem de poisar em algum lugar:  
isso é partir e não voltar.”*

**– Ana Hatherly**

## Resumo

Pretende-se com esta dissertação despertar o interesse para as vantagens que a Arqueologia Aérea pode trazer para a deteção e interpretação de sítios arqueológicos, particularmente aqueles inseridos em paisagens típicas de territórios de montado. Para isso é apresentado numa primeira parte o estado da arte da Arqueologia Aérea na Península Ibérica e, numa segunda parte, a sua aplicação a um caso de estudo concreto, nomeadamente o sítio do Outeiro do Castelo, em Estremoz.

A primeira parte foca-se na história da Arqueologia Aérea iniciando a abordagem em Portugal e posteriormente em Espanha. Para tal recorre-se a uma exposição da sua evolução em cada país, desde os primórdios da fotografia aérea generalista, com imagens captadas desde balões aerostáticos, passando pelas primeiras fotografias realizadas a partir de avião, pelos avanços no campo da aerofotogrametria e terminando na aplicação em arqueologia da fotografia aérea e de outras técnicas de deteção remota que recorrem a plataformas aéreas e orbitais. Em seguida realiza-se um exercício comparativo entre os progressos tecnológicos e metodológicos dos dois países, no que toca ao emprego da Arqueologia Aérea.

Na segunda parte desta dissertação são aplicadas diversas técnicas de Arqueologia Aérea a um caso de estudo – o Outeiro do Castelo. Sobre este sítio, embora conhecida a sua existência desde os finais do séc. XVIII, pouco ou nada se sabe sobre a sua tipologia, cronologia, funcionalidade ou enquadramento na paisagem. É, no entanto, possível observar, através de fotografia aérea e de imagens satélite com vários lapsos temporais, uma marca de crescimento diferencial na vegetação de forma quadrangular, o que evidencia uma origem antrópica. Foram então realizados múltiplos voos com recurso a um Veículo Aéreo Não-Tripulado (VANT) transportando duas câmaras, uma captando imagens no espectro visível e a outra no espectro do infravermelho próximo. Os dados recolhidos por estes dois sensores foram depois processados em software de restituição fotogramétrica e sistemas de informação geográfica, resultando na criação de Índices de Vegetação (IV) e de Modelos Digitais de Elevação (MDE). Todos estes dados digitais (em bruto ou processados) aliados a outros oriundos de fontes históricas ou de prospeção de campo, foram assim analisados com o objetivo de tentar discernir que tipo de sítio está implantado naquela cumeada, a que período cronológico corresponde a sua ocupação e qual o seu enquadramento à escala regional.

**Palavras-chave:** Arqueologia Aérea; estado da arte; Portugal; Espanha; Outeiro do Castelo.

## ***Abstract – Aerial archaeology and its role in site detection and interpretation: the case of Outeiro do Castelo (Estremoz)***

This dissertation aims to raise awareness about the advantages that Aerial Archaeology can bring to the detection and interpretation of archaeological sites, particularly those located in typical Iberian landscapes. To do so, the first part presents the state of the art of Aerial Archaeology in the Iberian Peninsula, and the second part presents its application to a specific case study, namely the site of Outeiro do Castelo in Estremoz.

The first part focuses on the history of Aerial Archaeology in Portugal and Spain. It begins with an exposition of its evolution in each country, from the early days of general aerial photography with images captured from hot air balloons to the first photographs taken from airplanes, through advances in the field of aerial photogrammetry, and finally, the application of aerial photography and other remote sensing techniques that use aerial and orbital platforms in archaeology. Later, a comparative exercise will be conducted between the technological and methodological advances of the two countries regarding the use of Aerial Archaeology.

In the second part of this dissertation, various Aerial Archaeology techniques are applied to a case study – the Outeiro do Castelo. Although the existence of this site has been known since the late 18th century, little is known about its typology, chronology, functionality, or context in the landscape. However, through aerial photography and satellite images with several temporal lapses, it is possible to observe a square-shaped crop mark in the field, demonstrating an anthropic origin. Multiple flights were then carried out using an Unmanned Aerial Vehicle (*drone*) carrying two cameras, one capturing images in the visible spectrum and the other in the near-infrared range. The data collected by these two sensors were then processed in photogrammetric restitution software and geographic information systems, creating Vegetation Indices and Digital Elevation Models. All of these digital data (raw or processed), together with other data from historical sources and field surveys, were analyzed to determine what type of site is implanted on that summit, what chronological period corresponds to its occupation, and what is its regional context.

**Keywords:** Aerial Archaeology; state-of-the-art Portugal; Spain; Outeiro do Castelo.

## Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram de forma significativa para a realização deste trabalho de investigação. As vossas orientações, apoio e incentivo desempenharam um papel fundamental na conclusão bem-sucedida desta dissertação.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus orientadores, o Professor Doutor André Carneiro e o Doutor Jesús García Sánchez, pela sua orientação exemplar ao longo deste processo. A sua experiência, paciência e dedicação foram inestimáveis, e este trabalho não teria sido possível sem a sua orientação constante.

Também quero expressar a minha gratidão à minha família, em especial aos meus pais, Eudócia e João. O vosso amor incondicional, apoio emocional e encorajamento constante foram o meu alicerce durante todo o período de estudo. Agradeço por acreditarem em mim e por me motivarem a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiantes.

Aos habitantes de S. Domingos de Ana Loura, nomeadamente o seu presidente de junta de freguesia, o Sr. Joaquim Véstias, com o qual tive o primeiro contato com a história local e o proprietário do terreno no Outeiro do Castelo, Sr. Duval Guerra, que sempre se mostrou recetivo aos trabalhos de investigação e me autorizou o acesso à propriedade.

A todos os que contribuíram para que eu conseguisse aceder à vasta (e dispersa) bibliografia e coleções fotográficas, particularmente a Patrícia Melícias, responsável pelos serviços de empréstimos inter-bibliotecários da Universidade de Évora, à Doutora Lúcia Cristina Coito do Museu Nacional de Arqueologia, pelo acesso às ilusivas fotografias aéreas de Silveirona, ao Sargento-Chefe Paulo Almeida do Gabinete de Estudos Arqueológicos de Engenharia Militar, à Fundació Mascort e ao CIGeoE, pela cedência das fotografias dos voos RAF47 e USAF58.

Estou ainda grato ao Doutor João Fonte, pelo apoio na restituição fotogramétrica das fotografias do voo RAF47 e ao Professor Doutor Nuno de Sousa Neves, pela inspiração em recorrer à técnica do cálculo da bacia visual invertida, como forma de compreender a função de uma estrutura de vigilância/controlo.

Por fim, quero agradecer à minha “âncora”, Joana, por estar sempre lá para ouvir as minhas ideias, preocupações e frustrações ao longo deste percurso académico, que foi partilhado desde o primeiro ano da licenciatura. Foste sempre fundamental para manter a minha motivação e foco e lucidez, mesmo quando parecia que eu estava à deriva.

Este estudo representa um marco na minha jornada académica e profissional, e estou sinceramente agradecido a todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, para o tornar uma realidade. O vosso apoio e amizade foram inestimáveis e serão sempre lembrados com carinho.

Muito obrigado!

# ÍNDICE GERAL

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>MOTIVAÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
<b>ESTRUTURA</b>	<b>10</b>
<b>1. ESTADO DA ARTE NA PENÍNSULA IBÉRICA</b>	<b>11</b>
<b>1.1. EM PORTUGAL</b>	<b>11</b>
1.1.1. <i>Fotografia aérea</i>	11
1.1.2. <i>Fotogrametria aérea</i>	12
1.1.3. <i>Aplicação em arqueologia</i>	14
<b>1.2. EM ESPANHA</b>	<b>26</b>
1.2.1. <i>Fotografia aérea</i>	26
1.2.2. <i>Aerofotogrametria e topografia</i>	28
1.2.3. <i>Aplicação em arqueologia</i>	34
<b>1.3. ANÁLISE COMPARATIVA</b>	<b>50</b>
<b>2. CASO DE ESTUDO – OUTEIRO DO CASTELO</b>	<b>55</b>
<b>2.1. ENQUADRAMENTO</b>	<b>55</b>
2.1.1. <i>Enquadramento geográfico</i>	55
2.1.2. <i>Toponímia</i>	57
2.1.3. <i>Enquadramento histórico-arqueológico</i>	59
<b>2.2. MATERIAIS E METODOLOGIAS</b>	<b>66</b>
2.2.1. <i>Recolha de dados primários</i>	67
2.2.2. <i>Processamento</i>	77
2.2.3. <i>Interpretação dos resultados</i>	84
<b>2.3. DISCUSSÃO</b>	<b>87</b>
2.3.1. <i>Tipologia do sítio</i>	87
2.3.2. <i>Período cronológico</i>	88
2.3.3. <i>Contexto no tempo e no espaço</i>	89
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Organização da estrutura da dissertação	10
Fig. 2 – Uma das primeiras fotografias captadas a partir de avião em Portugal	12
Fig. 3 – Fotografia aérea realizada sobre as necrópoles de Silveirona	14
Fig. 4 – Vista aérea de Torre de Palma	15
Fig. 5 – Fotointerpretação de possíveis estruturas e da paisagem envolvente ao Castro de Olelas	16
Fig. 6 – Fotografias aéreas do Castro do Zambujal	17
Fig. 7 – Alguns dos recintos de fossos identificados em 2013 por António Valera e Tiago do Pereiro	19
Fig. 8 – Mapa térmico e respetiva interpretação do sítio arqueológico do Cabeço Redondo (Moura)	23
Fig. 9 – Primeiro recurso a LiDAR e uma das primeiras utilizações de drones na arqueologia portuguesa	22
Fig. 10 – Exemplos de acampamentos militares identificados com recurso a dados LiDAR	24
Fig. 11 – <i>Drone</i> Microdrones md4-1000, utilizado no projecto <i>Odyssey</i> .	25
Fig. 12 – <i>Vista aérea de la Exposición Universal de Barcelona de 1888 desde el globo El Cautivo</i>	26
Fig. 13 – <i>Vista de Alcalá de Henares desde 600 metros de altura</i>	27
Fig. 14 – Fotografias aéreas captadas em 1915 sobre Toledo	28
Fig. 15 – Um dos fotoplanos criados durante o levantamento de 1927, sobre Saragoça	30
Fig. 16 – Mapa intitulado <i>Spain and Gibraltar. Coastline from cape Trafalgar to Malaga</i>	32
Fig. 17 – Rolos fotográficos pertencentes aos voos americanos <i>Série A e Série B</i>	33
Fig. 18 – Fotografia aérea de <i>Numancia</i>	35
Fig. 19 – Parte das estruturas do porto de <i>Lixus</i>	36
Fig. 20 – Vista aérea de Mérida	37
Fig. 21 – Vista aérea de um conjunto de <i>talayots</i> , em Maiorca	39
Fig. 22 – Restituição fotogramétrica da cidade romana de Segóbriga	40
Fig. 23 – Via romana identificada entre Los Palacios e Villafranca	41
Fig. 24 – Marcas de centuriação, identificadas em imagem de satélite	43
Fig. 25 – Vista aérea conseguida com fotografia a partir de balão cativo	44
Fig. 26 – Mapa de potencialidade para a Arqueologia Aérea na Península Ibérica	44
Fig. 27 – Detalhe de uma eira fotografada com drone	46
Fig. 28 – Imagem térmica de <i>Contributa Iulia</i>	47
Fig. 29 – MDE, derivado de dados LiDAR, utilizado para identificar terraços agrícolas medievais	48
Fig. 30 – Deteção automática de monumentos megalíticos sobre MDE derivado de dados LiDAR	49
Fig. 31 – Localização do Outeiro do Castelo	55
Fig. 32 – Outeiro do Castelo na Carta Geológica de Portugal	56
Fig. 33 – Outeiro do Castelo, com a Ribeira de Ana Loura em segundo plano	57
Fig. 34 – Esquerda: Armela depositado no MNA; Direita: Desenho de Saavedra Machado da armela	61
Fig. 35 – Conjunto de tijolos romboidais identificados por Rita Laranjo, no Outeiro do Castelo	63
Fig. 36 – Mapa da área de estudo.	69
Fig. 37 – Base de coluna em granito, identificada no Outeiro do Castelo	69
Fig. 38 – Tijolo de formato romboidal	69
Fig. 39 – Processo de substituição do escudo térmico pelo filtro de gel vermelho	72
Fig. 40 – Fotografia aérea, captada a 14 de Novembro de 2021, sobre o Outeiro do Castelo	73
Fig. 41 – Fotografia CIR do Monte do Reguengo	74
Fig. 42 – Ortofotomapa CIR do Outeiro do Castelo	74
Fig. 43 – Magnetograma resultante da prospeção geofísica	75
Fig. 44 – Planta interpretativa dos possíveis compartimentos do fortim do Outeiro do Castelo	76
Fig. 45 – <i>Cropmark</i> positiva e <i>Cropmark</i> negativa	77
Fig. 46 – Perfis de elevação da área central da <i>cropmark</i>	78
Fig. 47 – Mapa de orientação e intensidade de declives do Outeiro do Castelo	79
Fig. 48 – Visibilidade a partir do Outeiro do Castelo, num raio de 5 km	81
Fig. 49 – Índices de vegetação utilizados	86
Fig. 50 – Localização do Outeiro do Castelo na rede regional de fortins e recintos-torre	90

## ÍNDICE DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1 – Ano de introdução de cada metodologia por país _____	52
Tabela 2 – Achados de tijolos romboidais em Portugal _____	64
Tabela 3 – Temperatura e humidade do ar registados em cada voo _____	71
Tabela 4 – Índices de Vegetação utilizados. _____	78
Tabela 5 – Número e percentagem de células visíveis sobre e a partir do Outeiro do Castelo _____	82
Gráfico 1 – Data da introdução de metodologias em Portugal e Espanha _____	53
Gráfico 2 – Evolução do número de avanços metodológicos acumulados em cada país _____	54
Gráfico 3 – Padrão de visibilidade da cropmark, ao longo do ano _____	85

## LISTA DE ACRÓNIMOS

AARG – Aerial Archaeology Research Group  
AMS – Army Map Service  
BPE – Biblioteca Pública de Évora  
CHE – Confederación Hidrográfica del Ebro  
CETFA – Compañía Española de Trabajos Fotogramétricos Aéreos  
CIGeoE – Centro de Informação Geoespacial do Exército  
CNIG – Centro Nacional de Información Geográfica  
CSIC – Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
DAI – Deutsches Archäologisches Institut  
DGT – Direção-Geral do Território  
EXG – Excess Green Index  
GEAR – Grupo de Esquadrilhas de Aviação da República  
IAM – Instituto de Arqueología de Mérida  
IGN – Instituto Geográfico Nacional  
IV – Índice de Vegetação  
LiDAR – Light Detection And Ranging  
MDE – Modelo Digital de Elevação  
MNA – Museu Nacional de Arqueologia  
NDVI – Normalized Difference Vegetation Index  
NDWI – Normalized Difference Water Index  
OSAVI – Optimized Soil Adjusted Vegetation Index  
PNOA – Plano Nacional de Ortofotografía Aérea  
RAF – Royal Air Force  
RGB – Red + Green + Blue  
RGN – Red + Green + Near infrared  
RTP – Radio Televisão Portuguesa  
SCE – Serviços Cartográficos do Exército  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SPLAL – Sociedade Portuguesa de Levantamentos Aéreos Limitada  
SR – Simple Ratio  
SRTM – Shuttle Radar Topography Mission  
USAF – United States Air Force  
VANT – Veículo Aéreo Não-Tripulado  
VARI – Visible Atmospherically Resistant Index

# Introdução

## Motivação

Durante o decurso da minha licenciatura tentei especializar-me em metodologias não-invasivas de investigação arqueológica, nomeadamente em técnicas de deteção remota que utilizem plataformas aéreas e orbitais – a Arqueologia Aérea. Ao longo dessa aprendizagem pareceu-me que esta disciplina ainda estaria um tanto ausente dos processos de trabalhos arqueológicos portugueses. Mesmo surgindo a sua pontual menção em algumas publicações, aparentou-me que o seu verdadeiro potencial ainda não havia sido desbloqueado. Isto fez com que durante o processo de seleção de um tema para esta dissertação, ponderasse em redigir um trabalho que não só mostrasse o estado da arte em território nacional, mas também em Espanha, tendo em mente as condicionantes comuns entre os dois países. Condicionantes essas como os tipos de solos, os seus usos ou o clima, que influenciam a preferência por determinadas técnicas e ferramentas que melhor se adaptam em detrimento de outras mais utilizadas fora da Península Ibérica.

De forma a poder demonstrar as capacidades potenciais do recurso à Arqueologia Aérea, escolhi aplicar algumas das suas metodologias e instrumentos a um sítio arqueológico. A escolha do sítio recaiu no Outeiro do Castelo que, embora a sua existência seja conhecida desde 1798, pouco mais se sabe sobre o que seria ou para que serviria. A relativa distância à minha aérea de residência (Elvas), também influenciou esta opção, ficando assim facilitadas as deslocações ao campo para a execução dos trabalhos.

## Objetivos

Com esta dissertação pretendo então demonstrar as verdadeiras capacidades da Arqueologia Aérea no que toca à identificação e interpretação de sítios arqueológicos. Desejo ainda apresentar e posteriormente comparar ambos os estados da investigação arqueológica que recorra a estes métodos, tanto em Portugal como em Espanha. Espero que tal permita averiguar os pontos fortes e os pontos fracos em cada país e que oportunidades se poderão criar no futuro neste domínio.

Já as aplicações deste tipo de metodologias ao sítio do Outeiro do Castelo servirão não só para mostrar as capacidades da Arqueologia Aérea, mas também para tentar responder a

questões de fundo que se prendem com a tipologia, cronologia e funcionalidade da estrutura ali enterrada.

## Estrutura

A dissertação estará dividida em duas partes. Uma primeira que se debruçará sobre o estado da arte em Portugal e em Espanha e uma outra que se focará na aplicação de ferramentas e metodologias de Arqueologia Aérea no Outeiro do Castelo.

Na primeira parte pretendo primeiro realizar um ensaio sobre a história da fotografia aérea generalista, desde as primeiras capturas de imagens a partir de balão aerostático e a partir de avião. Em seguida quero expor os avanços no campo da aerofotogrametria e da composição de cartografia apoiada em restituição fotogramétrica. Depois irei descrever os principais trabalhos arqueológicos com recurso a dados captados a partir de plataformas aéreas e orbitais, desde os primeiros voos com avião sobre sítios arqueológicos até ao advento de tecnologias mais recentes, como o LiDAR aerotransportado. Estes três pontos serão analisados individualmente para cada país. Finalmente, irei realizar um estudo comparativo entre a evolução da Arqueologia Aérea dos dois países, tendo em conta os pontos anteriormente descritos.

A segunda parte, mais centrada para a aplicação prática de ferramentas e metodologias de Arqueologia Aérea, iniciar-se-á com um capítulo dedicado ao enquadramento geográfico, histórico e arqueológico do Outeiro do Castelo e da sua envolvente. Em seguida irei apresentar cada uma das ferramentas e metodologias empregues neste sítio. Terminarei então com uma discussão dos resultados, que será dividida em três categorias: Tipologia, cronologia e funcionalidade. Nesta última irei debater questões relacionadas com o contexto do sítio no tempo e no espaço.



Figura 1 – Organização da estrutura da dissertação.

## Estado da arte na Península Ibérica

### Em Portugal

#### Fotografia aérea

O advento da fotografia aérea no território nacional acompanha quase simultaneamente os avanços realizados no estrangeiro, contudo com um ligeiro atraso, o que sempre foi habitual no progresso científico português. Tal como em França, onde o nascimento da fotografia aérea parte do desejo de um fotógrafo (Félix Nadar) em retratar uma paisagem a partir de um balão de ar quente, também em Portugal esta ambição irá resultar no advento da fotografia aérea portuguesa. Corria o ano de 1896 e o demonstrador de fotografia da Escola Naval, Arnaldo da Fonseca captura pela primeira vez uma fotografia a partir de uma plataforma aérea (LEMOS 1940, p. 5). Todavia, nada mais se sabe sobre este voo, ou sobre o paradeiro das fotografias.

O campo da fotografia aérea estará durante os seus primórdios intimamente ligada aos progressos da aeronáutica militar portuguesa. 10 anos depois de Arnaldo da Fonseca, o futuro Presidente da República, General António Óscar Carmona realiza várias fotografias na Escola Prática de Torres Novas recorrendo a um papagaio (pipa) por si construído (LEMOS 1940, pp. 5-6). Este tipo de fotografia aérea tornou-se muito popular até ao seu declínio nos anos 30, fruto do advento da aviação civil e militar. Mesmo assim, iremos observar o seu ressurgimento no século XXI, tendo como exemplo a utilização de câmaras acopladas a balões de hélio cativo sobre a *villa* romana de El Saucedo (Talavera la Nueva) (RODRÍGUEZ & CASTELO 2003, fig. 1), ou sobre a cidade romana de *Ammia* (CORSI & VERMEULEN 2012, p. 19).

Em 1913, o então capitão de engenharia Pedro Fava Ribeiro de Almeida executa experiências com um agrupamento de papagaios conectados por um cabo principal. Este era constituído por um papagaio-piloto que orientava o agrupamento, por um papagaio-rebocador que elevava a câmara e por mais um ou dois papagaios que garantiam a levitação do agrupamento. O papagaio-rebocador deslizava ao longo do cabo principal através de rodetes e tinha acoplado um outro cabo menos robusto, que permitia ao operador do agrupamento baixar apenas esse segmento e substituir a chapa da câmara após cada fotografia.

É através de Victor Lemos que nos chega a notícia da realização em 1916 da primeira fotografia a bordo de um avião, em Portugal. Trata-se de um conjunto de fotografias tiradas pelo Dr. Ribeiro Saraiva sobre Lisboa, que valeram a participação em um concurso de fotografia aérea promovido pelo Aero Club de Portugal (LEMOS 1940, p. 8). O aeroplano

utilizado para o efeito havia sido adquirido nesse mesmo ano para instrução e missões de reconhecimento da Escola de Aeronáutica Militar, em Vila Nova da Rainha, tendo chegado a Lisboa a 6 de Outubro<sup>1</sup>. Entre 6 de Agosto e 31 de Dezembro de 1917 serão publicadas no periódico *Ilustração Portuguesa* cinco fotografias aéreas de Lisboa, tendo a última uma legenda que aponta para a data de captura da fotografia a 22 de Novembro de 1916 (ILUSTRAÇÃO PORTUGUEZA 1917, nº 619, p. 522).



Figura 2 – Uma das primeiras fotografias captadas a partir de avião em Portugal. Atentando à legenda, esta mostra que a fotografia havia sido tirada em 22 de Novembro de 1916 (ILUSTRAÇÃO PORTUGUEZA 1917, nº 619, p. 522).

## Fotogrametria aérea

Victor Lemos relata-nos ainda que em 1927 foi realizado o primeiro levantamento aerofotogramétrico em Portugal por uma equipa composta por vários elementos, com destaque para o próprio Victor Lemos, Jaime Couceiro, entre outros, incluindo membros do Instituto Superior de Agronomia (LEMOS 1940, p. 9). Foi executado um voo sobre as áreas alagadas

---

<sup>1</sup> Informação disponível em <http://classicosautoaero.blogspot.com/2016/01/historia-das-aeronaves-militares.html>. Consultado em 11 de Maio 2022.

do Município de Nazaré, fotografando com uma câmara de 30cm de distância focal e a bordo de um avião Vickers do Grupo de Esquadrilhas de Aviação da República (GEAR) (LEMOS 1929, p. 31). O avião utilizado tratar-se á muito provavelmente de um dos Vickers Valparaíso I ao serviço do GEAR para missões de reconhecimento<sup>2</sup>. Este trabalho foi relevante para a adoção da aerofotogrametria como método preferencial na produção de cartas topográficas, devido ao custo inferior quando comparado com os métodos terrestres tradicionais (LEMOS 1929, pp. 31-32).

Dez anos mais tarde, em 1937, os Serviços Cartográficos do Exército (SCE) iniciam a produção da carta militar à escala 1:25000 através de processos fotogramétricos, em colaboração com a empresa civil *Sociedade Portuguesa de Levantamentos Aéreos Limitada* (SPLAL), criada apenas sete anos antes (LINO 2018, p. 17). Esta carta terá sido produzida com recurso ao estereorestituidor Multiplex Bausch&Lomb, adquirido pelos SCE em 1935 (MATOS 2004, p. 176). Com a aquisição gradual de equipamentos por parte dos SCE, nomeadamente uma câmara aérea Zeiss RMK 21 (em 1939) e do estereorestituidor Wild A5 (nos anos 40) que se junta aos então quatro Multiplex a funcionar nos SCE, estes deixam de necessitar a partir de 1947 da colaboração da SPLAL, o que se reflete na eventual liquidação e cessação de atividade por parte da empresa em 1951 (MATOS 2004, p. 176; MARQUES 2009, p. 14; LINO 2018, p. 18). A câmara Zeiss será utilizada pela primeira vez em 1940 no primeiro levantamento aerofotogramétrico dos SCE sem o auxílio de empresas civis, um ano depois da publicação da primeira carta topográfica de Portugal produzida através de processos fotogramétricos (CMP 1:25000, Folha 23 - Pias)<sup>3</sup>.

A *Royal Air Force* (RAF) irá concretizar a primeira cobertura aérea total do território continental português entre Maio e Agosto de 1947. As fotografias resultantes estão arquivadas no Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE), num formato de 23x23cm e a uma escala de 1:29500 (REDWEIK *et al* 2009, p. 2).

Também a *United States Air Force* (USAF) irá realizar em 1958 uma cobertura fotográfica total de Portugal, naquela que ficará conhecida como “Voo USAF58,” no seguimento do que já tinha efetuado em anos anteriores sobre países aliados (Itália em 1954 e Espanha em 1956-57) (PÉREZ-ÁLVAREZ, BASCÓN-ARROYO & CHARRO-LOBATO 2014, pp. 3-5). Este acervo fotográfico, junto com o do voo da RAF de 1947, servirá mais tarde de base a vários

---

<sup>2</sup> Informação disponível em <https://altimagem.blogspot.com/2012/05/23-vickers-valparaiso.html>. Consultado em 19 de Maio 2022.

<sup>3</sup> Informação disponível em <https://www.igeoe.pt/index.php?id=29>. Consultado em 23 de Maio 2022.

estudos que visam a deteção de vestígios arqueológicos não perceptíveis ao nível do solo, como por exemplo a identificação dos traçados das muralhas romana e medieval de Braga (LEMOS *et al* 1998), ou do trajeto de vias romanas (MANTAS 1987).

### **Aplicação em arqueologia**

A primeira referência ao uso de fotografias aéreas na arqueologia portuguesa aparece em 1934, com um voo encomendado por Manuel Heleno sobre as necrópoles romanas de Silveirona (Estremoz) (MACHADO 1964, pp. 110-111). O voo chega a ser documentado pelo jornal local *Brados do Alentejo*, que explica a dificuldade do piloto em identificar o local da escavação a partir do ar. Após uma tentativa falhada de encontrar a fogueira ateadada no local, o piloto teve de se deslocar de automóvel ao sítio para assim no dia seguinte conseguir sobrevoar e fotografar com sucesso ambas as necrópoles (BRADOS DO ALENTEJO, nº180, 8 de Julho de 1934, p. 1; CUNHA 2008, p. 124). As seis fotografias resultantes encontram-se atualmente depositadas no Arquivo de Manuel Heleno, no Museu Nacional de Arqueologia (MNA) com a cota APMH/2/11/92. Estas encontram-se à data da redação destas linhas a ser alvo de análise, no âmbito do projeto EstremHUB, que visa aplicar novas tecnologias de deteção remota no sítio arqueológico de Silveirona, entre outros no concelho de Estremoz.



Figura 3 – Fotografia aérea realizada sobre as necrópoles de Silveirona, a 4 de Julho de 1934. Cota: PT/MNA/APMH/2/11/92\_5. Acesso gentilmente cedido pelo Museu Nacional de Arqueologia.

Manuel Heleno, então diretor do Museu Etnológico do Dr. Leite de Vasconcelos, irá recorrer de novo ao uso de fotografia aérea durante os trabalhos de escavação na *villa* romana de Torre de Palma (Monforte) e em Troia, como meio de levantamento topográfico da Necrópole da Caldeira cujos trabalhos dirigiu entre 1948 e 1955. O voo a 750 metros de altitude ficou a cargo da SPLAL (MACHADO 1964, p. 147). O também professor de Arqueologia na Universidade de Lisboa chega inclusivamente a apresentar em contexto de aula a fotografia aérea, com base em bibliografia estrangeira e na sua própria experiência, durante o ano letivo de 1948-49, mostrando assim o seu pioneirismo na adoção de novas tecnologias, às quais além da fotografia aérea também juntaria as técnicas de prospeção geofísica e de prospeção geoquímica (CARDOSO 2013). Este interesse parece depois perdurar na academia lisboeta, com as publicações de Manuel Farinha dos Santos anos mais tarde, também docente da instituição, a incentivar o recurso tanto à fotografia aérea, como a métodos geofísicos (FARINHA DOS SANTOS 1965; FARINHA DOS SANTOS 1966; CARDOSO 2002, p. 27).

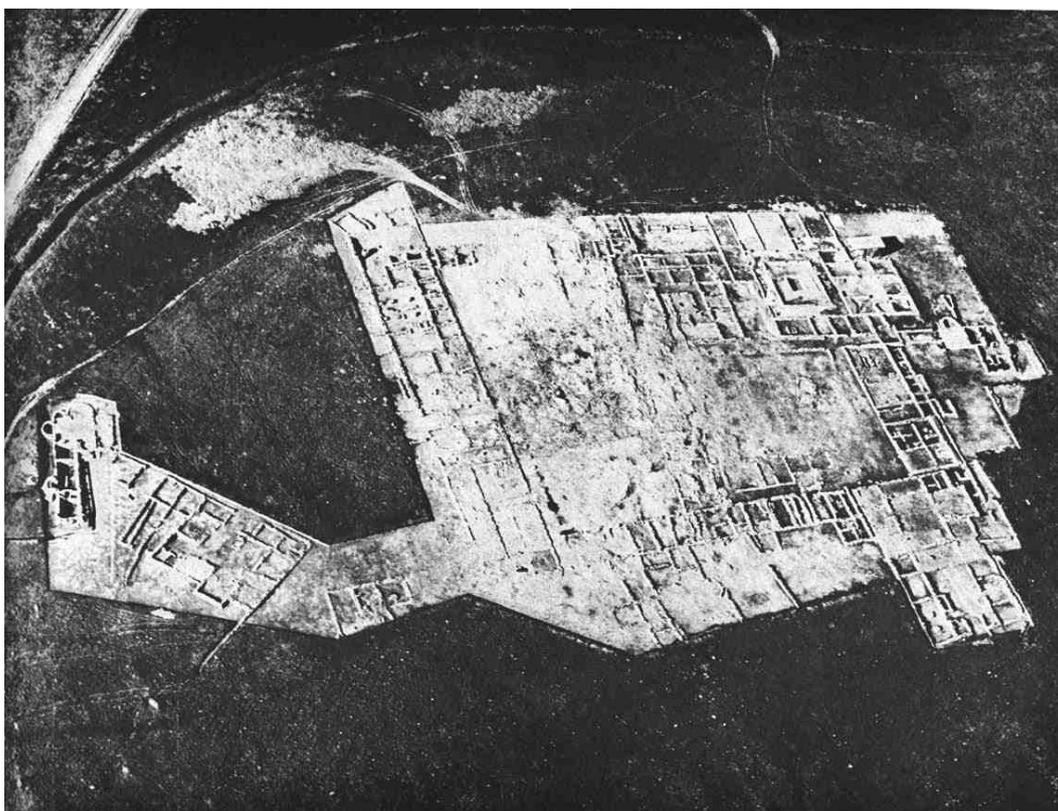


Figura 4 – Vista aérea de Torre de Palma (HELENO 1962, Est. I).

Quatro anos depois do primeiro voo encomendado por Manuel Heleno, também Mário Cardozo usou a fotografia aérea para documentar as escavações na Citânia de Briteiros. Para isso recorreu ao Coronel Aviador Pinheiro Correia e ao Capitão Amado da Cunha que sobrevoaram e fotografaram o povoado a 4 de Fevereiro de 1938 (CARDOZO 1948, Fig. 9).

A partir daqui observamos uma esporádica utilização de fotografias aéreas verticais ou oblíquas no meio arqueológico nacional. Temos o caso de Eugénio Jalhay que, no final da campanha de escavação de 1948, aproveitou as fotografias do Povoado de Vila Nova de São Pedro, tiradas por um avião originário da Base Aérea da Ota (PAÇO 1954, p. 66). Um outro caso, publicado em 1951 por Eduardo Prescott Vicente e Eduardo Serrão, representa o Castro de Olelas e a vista envolvente a partir de fotografias aéreas, como forma a identificar possíveis estruturas e a avaliar a sua posição na paisagem em redor do povoado (VICENTE & SERRÃO 1951, pp. 46-78). Poder-se-á tratar do primeiro caso de análise fotointerpretativa da paisagem arqueológica no território nacional, visto que os anteriores exemplos de utilização da fotografia aérea serviam meramente como uma forma complementar de registo gráfico das estações arqueológicas, como no caso da *villa* romana de Pisões (RIBEIRO 1972).

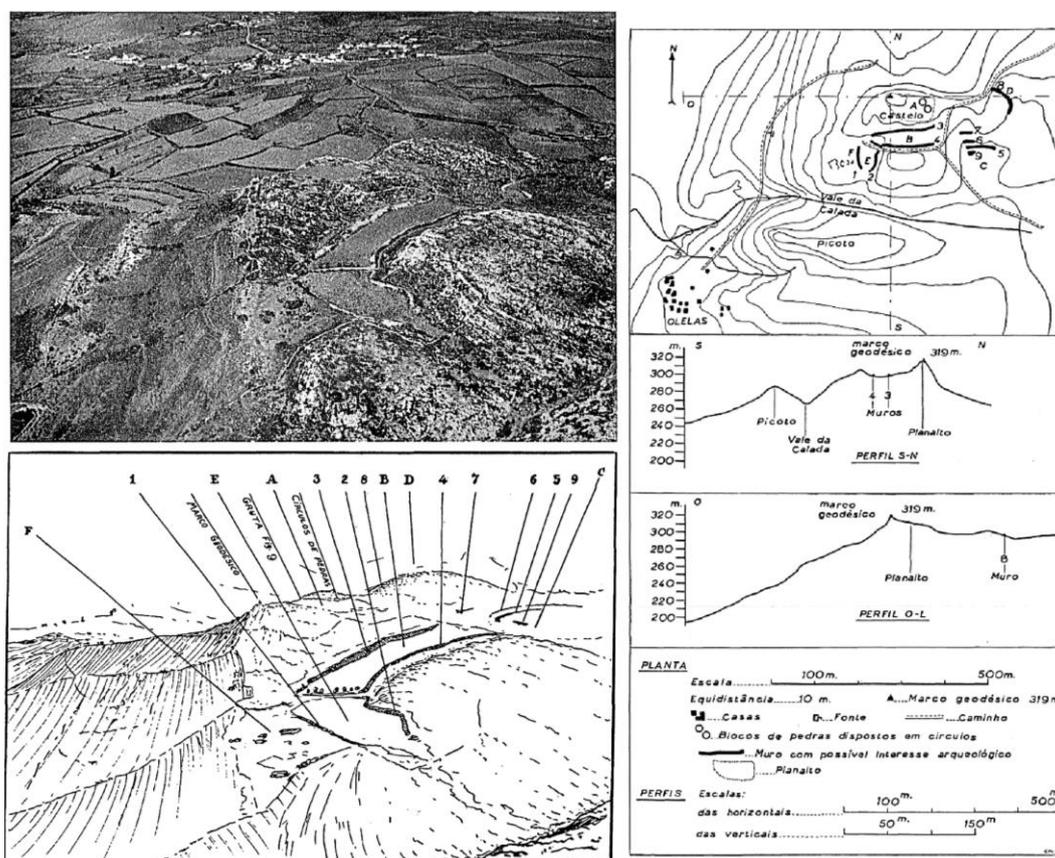


Figura 5 – Fotointerpretação de possíveis estruturas e da paisagem envolvente ao Castro de Olelas, através de fotografia aérea (VICENTE & SERRÃO 1951, Est. I, IV e V).

No Castro do Zambujal (Torres Vedras), desde a década de 60, observa-se o que podemos designar de “tradição” no uso da fotografia aérea. Isto acontecia principalmente no final das campanhas de escavação ali perpetradas pelo *Deutsches Archäologisches Institut* (DAI) entre 1964 e 1973 e novamente de 1994 a 2007. A fotografia aérea servia, neste caso, como forma

de tentar identificar elementos não perceptíveis ao nível do solo durante os trabalhos de escavação (KUNST & ARNOLD 2011).

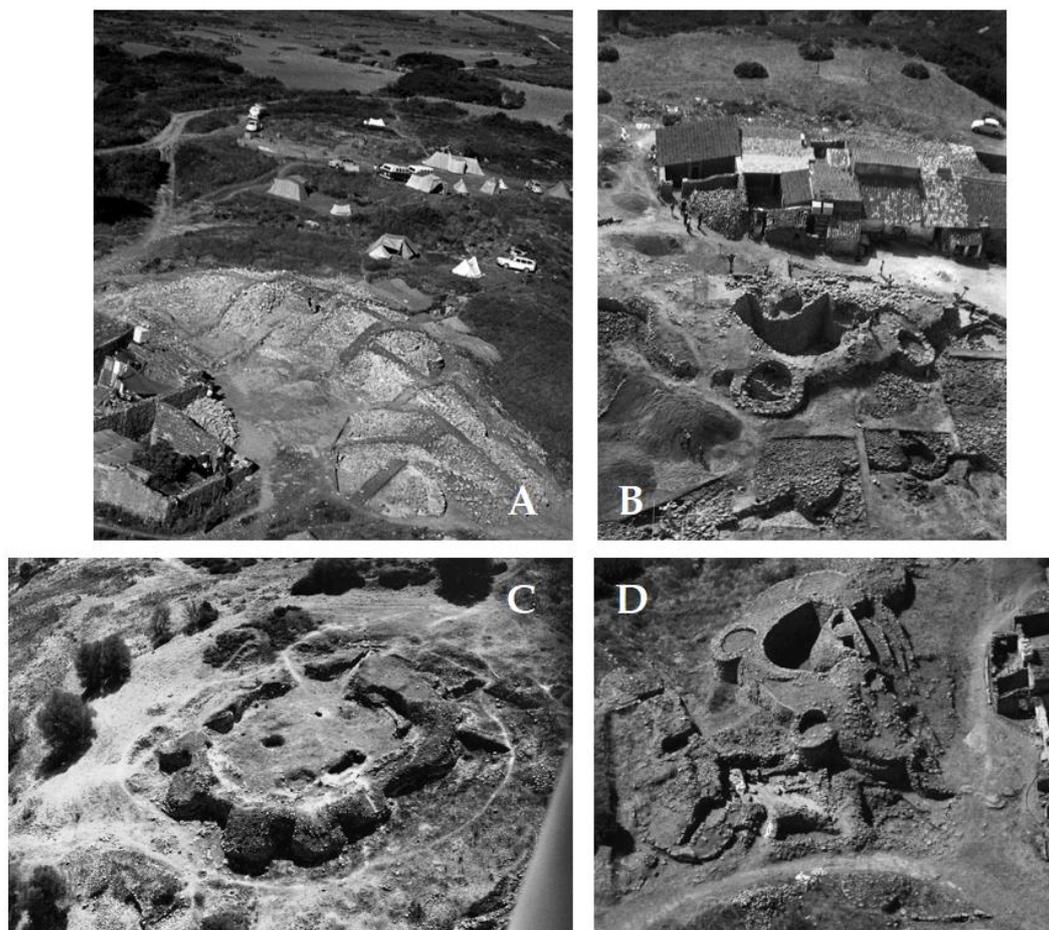


Figura 6 – Fotografias aéreas do Castro do Zambujal. A: 1966; B: 1968; C: 1995; D: 2007 (KUNST & ARNOLD 2011).

A utilização de fotografia aérea na região do atual lago de Alqueva remonta pela primeira vez à década de 60, com o seu recurso por parte de Afonso do Paço e Joaquim Bação Leal, sobre o Castelo da Lousa (Mourão). Estas fotografias foram uma vez utilizadas como forma complementar de registo gráfico dos trabalhos de escavação (PAÇO & LEAL 1968, figs. 1 e 2).

Durante os trabalhos de minimização de impactes causados pelo regolfo do lago de Alqueva em 2000, Manuel Calado recorre a uma forma de Arqueologia Aérea de baixo custo, subindo aos céus sobre o Guadiana acoplado a um para-motor. Um dos voos ficará registado através de um documentário da Radio Televisão Portuguesa (RTP), acerca do projeto da barragem de Alqueva, intitulado *Cota 152* (SAINT MAURICE 2000).

Aliás, a fotografia aérea será uma parte importante dos trabalhos realizados durante esta fase do projeto da barragem. As fotografias de alta resolução à escala 1:5000, aliadas a um sistema de posicionamento global (GPS) com uma antena instalada na região e ao poder das

novas ferramentas de informação geográfica (SIG), permitiram a realização de planos com uma excelente precisão para a data (10 metros) (SILVA 1999, pp. 125-127).

Estas novas ferramentas possibilitaram novos estudos no campo da chamada Arqueologia da Paisagem, como demonstra o caso de Torre Velha 3 (Serpa), onde os arqueólogos Miguel Costa, Eduardo Porfírio e Miguel Serra recorreram a técnicas de arqueogeografia, como forma a auxiliar na análise morfológica do sítio e da paisagem onde este se inseria. As *cropmarks* identificadas através da fotointerpretação das fotografias aéreas permitiram aos autores perceber melhor a organização espacial do arqueossítio (COSTA *et al* 2014, pp. 237-241). É também através da identificação de *cropmarks* em fotografias aéreas, que Conceição Lopes consegue identificar o acampamento militar de Mata Bodes, nos arredores de Beja (LOPES 2003, p. 73).

A arqueologia espacial (não confundir com a arqueologia do espaço, essa mais vocacionada para o estudo da ocupação antrópica de um espaço físico) é outra forma de Arqueologia Aérea, mas que se socorre de imagens captadas por satélites artificiais na órbita da Terra. Esta tem tido grande aceitação por parte da comunidade arqueológica portuguesa, nomeadamente como forma de representação gráfica do enquadramento geográfico de sítios arqueológicos. A cada vez maior acessibilidade de imagens, proporcionadas por plataformas de acesso aberto, como Google Earth, Bing Maps, etc. e a relativa facilidade de interpretação das imagens poderá estar na causa desta adesão.

No entanto, muito mais se pode fazer e se tem feito com estas imagens. Temos por exemplo o caso da deteção de recintos de fossos pré-históricos por parte de António Valera e Tiago do Pereiro, que através de imagens satélite têm conseguido nos últimos anos multiplicar o número de sítios desta tipologia. Para isso recorrem (além de fotografias aéreas) à plataforma Google Earth, que disponibiliza imagens com desfasamentos temporais distintos, permitindo assim a comparação entre elas e a conseqüente validação de cada *cropmark*, conseguindo identificar 17 novos recintos (VALERA & PEREIRO 2013, pp. 345-346).

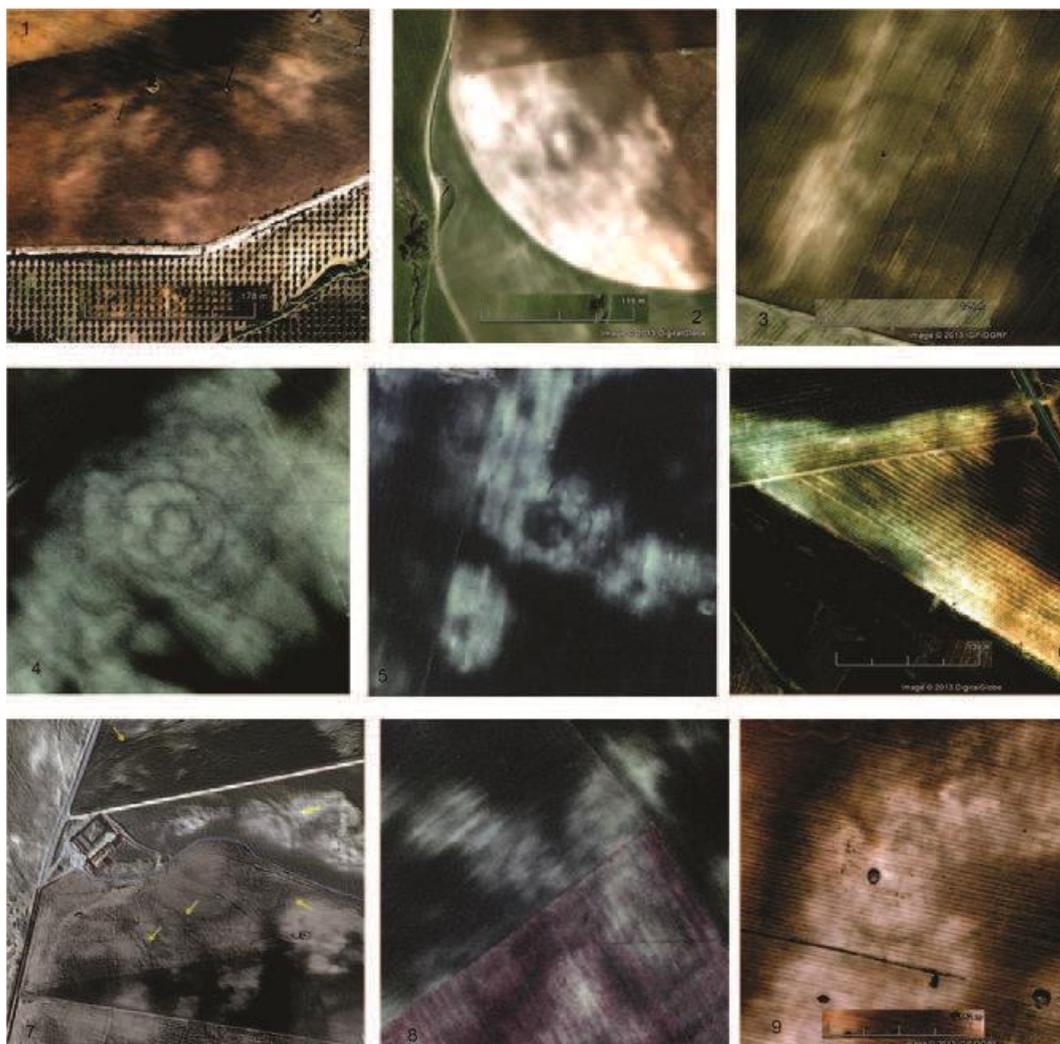


Figura 7 – Alguns dos recintos de fossos identificados em 2013 por António Valera e Tiago do Pereiro, através de imagens satélite (VALERA & PEREIRO 2013, p. 350).

As imagens aéreas têm-se revelado aliás extremamente eficientes na busca por este tipo de recintos pré-históricos, tendo o Complexo Arqueológico dos Perdighões (Reguengos de Monsaraz) como seu maior exemplo. Embora o sítio já fosse conhecido anteriormente, a fotografia aérea tirada pelo Instituto Português do Património Arquitectónico em Agosto de 1997, mostra além da afetação da surriba realizada no local no ano anterior, uma série de *cropmarks* circulares associadas a estruturas negativas enterradas, demonstrando uma quase perfeita imagem dos fossos que constituem o recinto (LAGO *et al* 1998, p. 142).

Ainda no que concerne à deteção de recintos de fossos, merece uma menção o trabalho de uma equipa ibérica de investigadores que produziu uma aplicação em regime de *open-source*, que permite o realce de *cropmarks* associadas a fossos soterrados, através de dados derivados de satélite (DUARTE *et al* 2021).

Mas não só em recintos de fossos tem sido utilizada a arqueologia espacial na arqueologia portuguesa. Também no povoado fortificado do Outeiro do Circo (Beja) se utilizaram imagens

satélite da plataforma Google Earth, como ferramentas de fotointerpretação das linhas defensivas do povoado. Estas imagens providenciaram uma leitura do recinto amuralhado muito diferente daquilo que se poderia ter ao nível do solo e assim permitiram elaborar uma nova planta do sítio, onde a dupla linha de muralha não acompanha todo o perímetro do povoado, como se acreditava anteriormente. As imagens mostram incluso muito nitidamente a entrada principal do povoado ladeada por torreões (SERRA & PORFÍRIO 2013, pp. 19-20).

Para monumentos de dimensões mais reduzidas, embora com dificuldade acrescida, também é possível proceder à sua identificação. Ariele da Câmara irá tentar em 2017, durante a sua dissertação de mestrado, adaptar os métodos de fotointerpretação através de imagens satélite à identificação e categorização de monumentos megalíticos nos Concelhos de Mora e Arraiolos. A autora apontou, no entanto, para a dificuldade de observação de alguns monumentos que poderão estar ocultos na paisagem por vegetação densa ou por copas de árvores (CÂMARA 2017, p. 87).

Infelizmente parece que ainda não existem nenhuns trabalhos arqueológicos publicados que tenham recorrido às imagens captadas pelos satélites de reconhecimento militar KH-9 Hexagon. Este trata-se de um modelo de “satélite-espião” norte americano que sobrevoou Portugal durante uma série de missões em órbita baixa, entre 1973 e 1982. As imagens ultrassecretas foram desclassificadas em 2013 e podem ser atualmente adquiridas aos *U.S. Geological Survey*. Embora estas imagens sejam uma fonte de informação valiosíssima, no que toca à análise da paisagem dos anos 70 e 80, a sobreposição entre faixas de microfilme poderia também abrir portas à criação de modelos digitais de elevação baseados em estereorestituição (SURAZAKOV & AIZEN 2010, pp. 605-607), no entanto, nenhum investigador português ainda publicou qualquer estudo tendo por base estas imagens. Isto poderá dever-se, todavia, a questões éticas associadas à utilização de dados oriundos de atos de espionagem.

A fotografia aérea histórica também tem sido utilizada em Portugal, como o caso das fotografias do extinto Instituto Português do Património Cultural, datadas de 1987, utilizadas por André Carneiro, como forma de análise da rede viária, deteção de perímetros e relações espaciais entre sítios romanos em Fronteira (CARNEIRO 2004). Têm também sido regularmente utilizadas as fotografias dos voos RAF47, USAF58 e dos voos perpetrados pela SPLAL, durante a última década, como dados primários para restituições fotogramétricas de paisagens do séc. XX. Isto possibilita aos investigadores um pequeno vislumbre de como seria a paisagem portuguesa antes da antropização massiva do último século. Um ótimo exemplo é

o da sua recente empregabilidade em estudos de paisagens atualmente submersas por albufeiras (FONTE *et al* 2012; REDWEIK *et al* 2012; VILA LOBOS 2012; FILIPE 2013).

João Fonte é aliás um dos grandes impulsionadores deste método, procurando vestígios arqueológicos na paisagem, geralmente redutos defensivos de período cronológico romano, ou evidências relacionadas com exploração mineira antiga (BLANCO-ROTEA *et al* 2016; FONTE & COSTA-GARCÍA 2016; FONTE *et al* 2017; FONTE *et al* 2020; FONTE *et al* 2021). Exemplo disso é a aplicação do método fotogramétrico em fotografias do voo USAF58, com o objetivo de identificar um reduto moderno possivelmente implantado no local de um anterior recinto militar romano. Este local havia sido destruído pela expansão urbana do último século e, portanto, é praticamente impossível observar presentemente qualquer indício no terreno. A restituição digital da paisagem dos anos 50 permitiu assim identificar algumas marcas possivelmente associadas ao acampamento romano (BLANCO-ROTEA *ET AL* 2016, pp. 299-301).

As primeiras referências a fotografias aéreas utilizadas em arqueologia, captadas por VANT, vulgarmente apelidados de *drones*, aparecem a partir de 2014 (SÁNCHEZ 2014; SÁNCHEZ & MORÍN 2014; SENNA-MARTÍNEZ & LUÍS 2015; MURALHA *et al* 2016), com descrições muito vagas sobre o seu uso, muito provavelmente entre os anos 2013 e 2014. Contudo, nenhum destes exemplos foi o primeiro a utilizar um *drone* em investigação arqueológica em Portugal. O início do uso de *drones* e igualmente da aplicação de dados LiDAR na arqueologia portuguesa remonta a um projeto de deteção remota realizado entre 2010 e 2013 na cidade romana de Ammaia. Este foi executado por Carlos Silvestre do Instituto de Sistemas e Robótica do Instituto Superior Técnico, com recurso a um helicóptero especialmente desenvolvido por este centro de investigação (CORSI & VERMEULEN 2012, pp. 18-19).



Figura 8 – Primeiro recurso a LiDAR e uma das primeiras utilizações de *drones* na arqueologia portuguesa, em *Ammaia* (CORSI & VERMEULEN 2012, p. 18).

Já em 2018, Samuel Neves e Rui Monge Soares apresentam durante o X Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular, os resultados da aplicação de termografia aérea em Cabeço Redondo (Moura). Os investigadores utilizaram um *drone* equipado com uma câmara fotográfica e uma câmara termográfica FLIR, que permitiu produzir um mapa onde se puderam observar anomalias térmicas possivelmente associadas a edificações soterradas (NEVES & SOARES 2022).

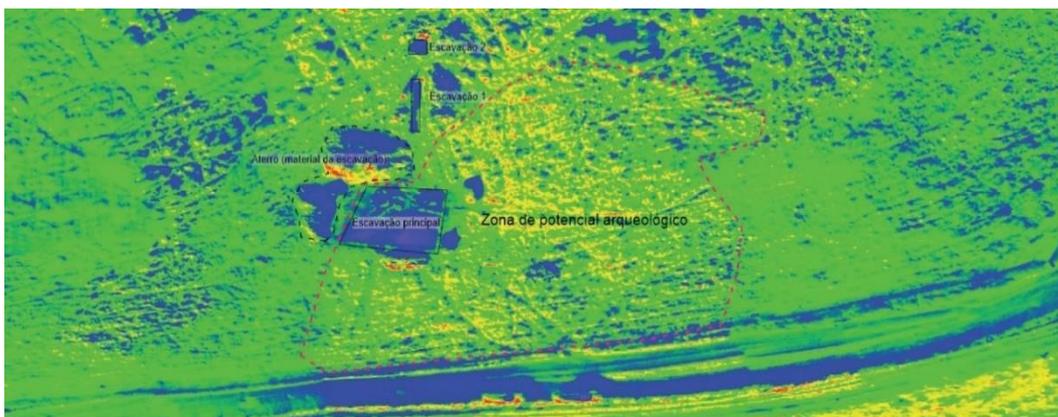


Figura 9 – Mapa térmico e respetiva interpretação do sítio arqueológico do Cabeço Redondo (Moura) (NEVES & SOARES 2022, p. 878).

Recentemente, por todo o mundo, a utilização da fotografia aérea e nomeadamente da fotogrametria aérea captada por *drone* tem-se massificado e revelado ser uma ferramenta de análise de relativo baixo custo e facilidade de manuseamento. Portugal não tem sido exceção a este fenómeno e, portanto, temos uma lista demasiada extensa de casos para enumerar aqui. Este tipo de equipamentos tem sido principalmente utilizado no território nacional como uma plataforma elevada de registo gráfico de intervenções, com apenas alguns casos pontuais de utilização como ferramenta de análise da paisagem. Um desses casos é o recente levantamento aerofotogramétrico da Cava de Viriato com recurso a um *drone*, sob a direção de Catarina Tente (LUSA 2020).

Voltando à tecnologia LiDAR, a primeira cobertura de dados LiDAR no território nacional é referente a um levantamento das zonas costeiras e de alguns estuários, por parte da Direção-Geral do Território (DGT), em 2011. Foi coberta uma faixa de 1 quilómetro de largura, onde 600 metros em mar foram cobertos por um LiDAR batimétrico, enquanto um LiDAR topográfico cobriu os restantes 400 metros em terra (FONTE 2019). Devido à limitada área coberta pelo levantamento, estes dados ainda não têm sido muito utilizados pela comunidade arqueológica portuguesa. Um dos poucos casos refere-se à criação de um modelo digital de Elevação de alta resolução das Ruínas Romanas de Troia, por parte de Tiago Cordeiro em 2019, utilizando como base os dados LiDAR do levantamento da DGT (CORDEIRO 2019, pp. 8-9).

Além da cobertura das zonas costeiras, apenas outras áreas pontuais do país beneficiaram de levantamentos topográficos com recurso a tecnologia LiDAR. Entre 2015 e 2016 foram captados dados LiDAR sobre o Vale do Tejo e mesmo que estes tivessem a finalidade de auxiliar em estudos sísmológicos, acabariam anos mais tarde por servir igualmente como base para uma investigação arqueológica (FONTE *et al* 2020). Outra área coberta por dados topográficos LiDAR é o distrito de Viana do Castelo, onde em Janeiro de 2018, a Comunidade

Intermunicipal do Alto Minho comissionou um levantamento de todo o distrito com uma densidade de 2 pontos por metro quadrado. Isto permitiu, juntamente com dados LiDAR de Espanha, aos investigadores do coletivo “*Romanarmy.eu*” detetar novos acampamentos romanos naquela região, em Alto da Pedrada e Lomba do Mouro (COSTA-GARCÍA, FONTE & GAGO 2019, pp. 25-33).

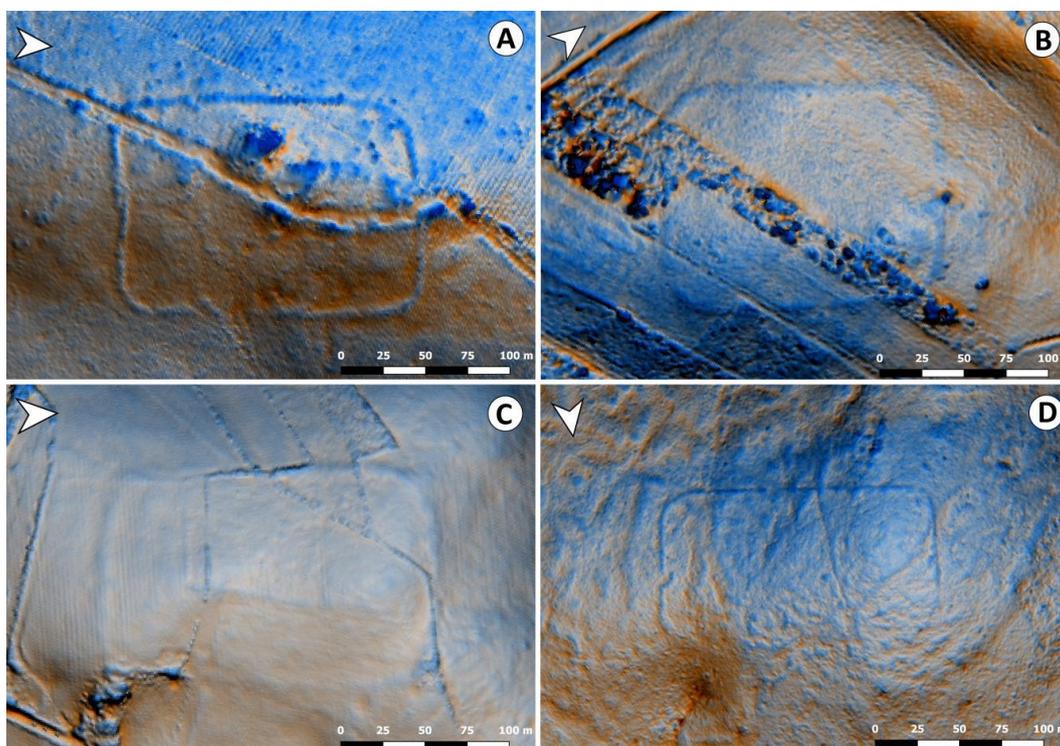


Figura 10 – Exemplos de acampamentos militares identificados com recurso a dados LiDAR da CIM Alto Minho e do PNOA. A- Penedo dos Lobos; B- Cova do Moxadoiro; C- O Coto do Roñadoiro; D- Alto da Pedrada. (COSTA-GARCÍA, FONTE & GAGO 2019, p. 26).

Os dados públicos mais recentemente disponibilizados (2021), são os do levantamento inserido no Projeto áGil, sobre 7 áreas-piloto do território nacional. Estes dados, recolhidos em Junho de 2020 e com densidades que variam entre os 5 e os 10 pontos por metro quadrado, visam a produção de cartografia que possa servir de auxílio à gestão dos combustíveis florestais e à melhoria de operacionalidade durante incêndios rurais. Todavia, podem ser igualmente utilizados na produção de modelos digitais muito úteis na análise da paisagem e na deteção de evidências arqueológicas ocultas por mantos vegetais muito densos. Como este conjunto de dados ainda é muito recente, o único trabalho publicado até ao momento com base neles é um artigo de Gil Vilarinho datado de Novembro de 2021. Nessa publicação o investigador expõe o ponto da situação do uso de dados LiDAR em Portugal, ao mesmo tempo que apresenta o resultado da análise de dados referentes a três sítios arqueológicos de funções militares, dois dos quais com recurso aos dados do Projeto áGil (VILARINHO 2021).

Este projeto-piloto serviu também para avaliar a necessidade deste tipo de produtos a uma escala nacional, tendo a decisão favorável sido tomada por resolução do Conselho de Ministros ainda no decurso de 2021 (CONSELHO DE MINISTROS 2021, p. 48(22)). A disponibilidade destes dados em acesso aberto promete um futuro próximo muito interessante no que toca tanto à deteção de sítios arqueológicos, como à análise geomorfológica de paisagens arqueológicas cobertas por densos mantos arbustivos ou florestais.

Uma menção final para o recente *Odyssey Sensing Project*, que visa a obtenção de dados LiDAR através de um *drone*, tendo com o objetivo final a alimentação de um algoritmo com o maior número de dados primários. Isto porventura irá ajudar a desenvolver uma ferramenta de deteção automática de sítios arqueológicos, através de técnicas de tratamento de imagem e de *machine-learning*. O projeto é composto por um consórcio liderado pela empresa ERA-Arqueologia e em parceria com a Universidade de Aveiro e a Universidade da Maia (SERRA *et al* 2023, pp. 55-60).



Figura 11 – Drone Microdrones md4-1000, utilizado no projecto *Odyssey*.

## Em Espanha

### Fotografia aérea

A história da fotografia aérea começa em Espanha, tal como no resto da Europa, com as primeiras fotografias captadas a partir de balão. As dúvidas que persistem até hoje, são a data e a atribuição da primeira fotografia aérea. Até à redação destas linhas, concorrem entre si três hipóteses:

- A- A única fotografia aérea verificável é a captada por Antoni Esplugas, durante a Exposição Internacional de Barcelona em 1888. Esta foi capturada a partir de um balão cativo inserido na exposição e a que os visitantes podiam ascender. Esplugas fotografou o acesso dos visitantes da exposição ao balão e acaba também por ascender ele próprio e fotografar os terrenos e pavilhões da exposição a partir do balão. A fotografia resultante está reproduzida em papel albuminado e encontra-se depositada na Fundació Mascort.



Figura 12 – Vista aérea de la Exposición Universal de Barcelona de 1888 desde el globo *El Cautivo*. Antoni Esplugas Puig, 1888, cópia em papel albuminado. Colección Ramon Mascort, Barcelona.

- B- A segunda hipótese é-nos colocada por uma fotografia publicada no *Estudio histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército* em 1911, que reproduz uma vista aérea de Alcalá de Henares, alegando na sua descrição que se trata da primeira fotografia realizada a partir de balão em Espanha ([s.n.] 1911, p. 491). A falta de outros elementos

informativos faz com que não possamos comprovar se a alegação se refere apenas à aerostação militar, tendo em conta o carácter da publicação.



Figura 13 – Fotografia aérea com a descrição “*Vista de Alcalá de Henares desde 600 metros de altura. Primera fotografía hecha desde globo en España.*” ([s.a.] 1911, p. 491).

C- Por fim, a terceira hipótese é levantada pela primeira vez por Gerardo Kurtz (1996, pp. 55-56), ao sugerir uma colaboração profissional entre o litógrafo Alfred Guesdon e o aeronauta/fotógrafo Charles Clifford, com este último a captar daguerreótipos a partir de um balão sobre várias cidades de Espanha. Estas fotografias serviriam depois de base para o desenho das famosas litografias publicadas em 1853 e 1854 no *L'Illustration, Journal Universel* e posteriormente agrupadas na série *L'Espagne à vol d'oiseau* (HERVÁS LEÓN 2017, pp. 75-76). Se fosse possível comprovar esta teoria, então estaríamos perante não só das primeiras fotografias aéreas de Espanha, mas também do Mundo, pois até hoje é universalmente aceite que a primeira fotografia aérea tenha sido realizada por Félix Tournachon, conhecido por “Nadar”, apenas em 1858 (LEMOS 1940, p. 3). Por enquanto ainda não foi provada de forma documental a colaboração entre Guesdon e Clifford, nem se conhece o paradeiro de quaisquer daguerreótipos captados por balão pelo fotógrafo inglês.

Em 1915 é realizada a primeira fotografia aérea em Espanha a partir de avião. Esta é atribuída ao aviador capitão Juan Vallespín Zayas e a um fotógrafo que o acompanhava a bordo de um aeroplano que descolou do aeródromo de Cuatro Vientos. Este voo teve, no entanto, um desfecho um tanto atribulado quando o aviador teve de aterrar de emergência numa pastagem

de ovelhas, onde o pastor local, enfurecido com os tripulantes do aeroplano os atacou à bastonada, acabando por fraturar duas costelas ao capitão Vallespín (BUTRAGUEÑO 2019, p. 164). Afortunadamente, as placas de vidro sobreviveram ao ataque do pastor. Chegam assim até aos nossos dias um conjunto de quatro fotografias aéreas de Toledo, onde é possível visualizar o centro da cidade e o Alcázar com elevado grau de nitidez.

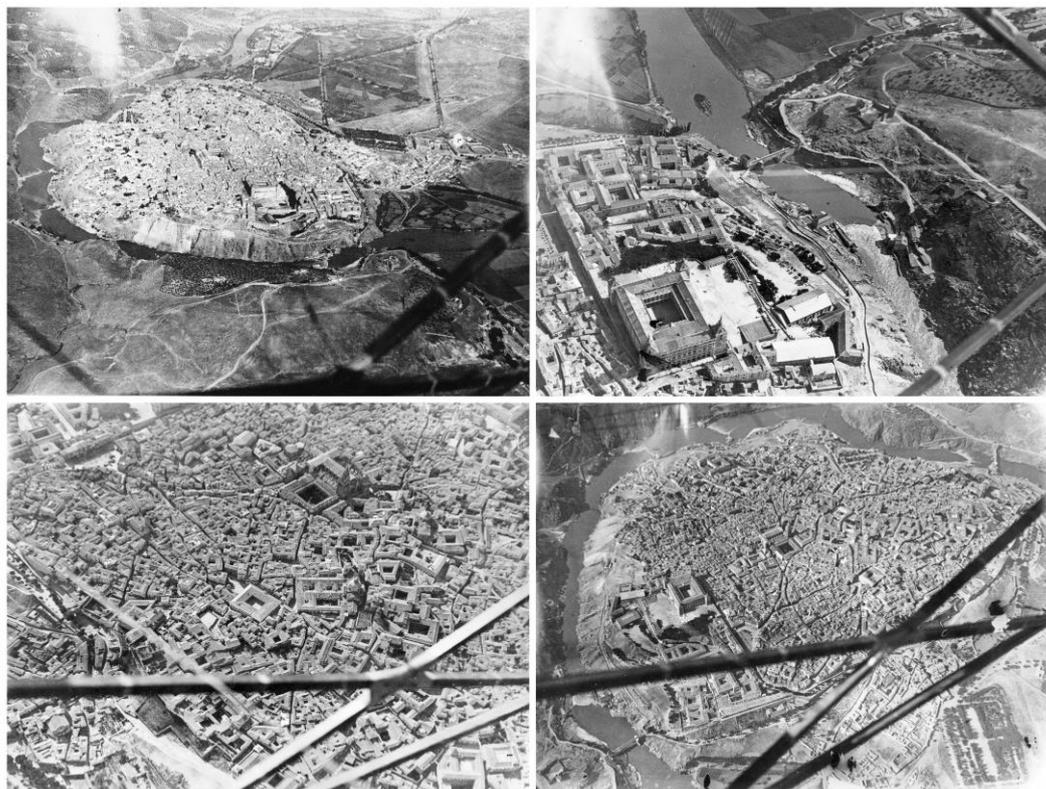


Figura 14 – Fotografias aéreas captadas em 1915 sobre Toledo. Tratam-se das primeiras fotografias tomadas a partir de avião em Espanha (Fonte: Centro fotográfico del Ejército del Aire).

## Aerofotogrametria e topografia

Quanto à fotogrametria aérea, aparecem trabalhos mencionados em Espanha anteriores a 1890, executados com fotografias captadas a partir de balões pelo coronel Rafael Peralta, chefe do *Servicio de Aerostación* (DOLEZAL 1928, p. 34). Infelizmente os problemas inerentes à obtenção de fotografias a partir de plataformas tão instáveis como os balões, não permitiram produzir resultados com grande precisão. Estas dificuldades apenas seriam ultrapassadas com o advento da aviação, passando deste modo a dispor de plataformas com padrões de voo mais estáveis (FERNÁNDEZ GARCÍA 2015, pp. 220-221).

É através das mãos do tenente-coronel Alejandro Más y Zaldúa e do engenheiro José Maria Torroja y Miret que se desenvolve a estereofotogrametria em Espanha, com a publicação de *Fototopografía teórica y práctica*, por parte de Torroja em 1907 e de *La Estereofotogrametría*

en 1913, por Más y Zaldúa em 1914. Após o falecimento de Más y Zaldúa em 1915, Torroja assume as rédeas da difusão das técnicas de restituição fotogramétrica no país. Em 1916 funda a *Sociedad Estereográfica Española, S. A.*, onde realiza inúmeros trabalhos fotogramétricos no território nacional, publicados mais tarde em *La estereofotogrametría en 1924* e apresentados no Congresso Internacional de Fotogrametria de Berlim de 1926 (DOLEZAL 1928, p. 35; FERNÁNDEZ GARCÍA 2015, p. 221).

Em 1923, é enviada a França uma delegação de engenheiros agrónomos, com o intuito de perceber as metodologias fotogramétricas ali empregues nos trabalhos cadastrais. Isto foi realizado com o propósito de modernizar os processos de trabalho em Espanha, por meio da redução de custos, do aumento da sua rapidez e de uma maior precisão no cadastro dos terrenos. Infelizmente, após o Golpe de Estado de 23 de setembro desse mesmo ano e a subsequente ditadura de Primo de Rivera, serão abandonados os planos do *Avance catastral* com recurso a processos fotogramétricos. Com a lei de 3 de abril de 1925, os trabalhos cadastrais voltam a ser realizados através de processos topográficos terrestres que, embora precisos, eram, todavia, mais lentos e mais dispendiosos. Isto favorecia os grandes proprietários, que se opunham a um levantamento exato das suas propriedades, o que acarretaria complicações fiscais, políticas ou sociais. Em sete anos levantaram apenas um milhão e meio de hectares com os processos tradicionais, a mesma área que se poderia levantar num ano, através de processos fotogramétricos (FERNÁNDEZ GARCÍA 1998, p. 119).

O desinteresse por parte dos órgãos estatais contrastava, porém, com o investimento privado no uso da fotografia aérea em levantamentos topográficos. No ano de 1927, é assim fundada a *Compañía Española de Trabajos Fotogramétricos Aéreos S. A.* (CETFA) por Julio Ruiz de Alda, Augusto Aguirre Vila, José María Ansaldo Vejarano y Jorge Lóring Martínez. As *Confederaciones Hidrográficas*, criadas em 1926 com o intuito de gerir a exploração económica das bacias hidrográficas, foram os primeiros grandes clientes da CETFA (FERNÁNDEZ GARCÍA 1998, p. 122). Os primeiros levantamentos serão efetuados sobre a bacia do Ebro, em que consistia a cobertura aerofotográfica de partes do curso do rio, da sua foz e das suas zonas de regadio, totalizando uma área de cerca de 360.000 hectares (PEREZ 1927, pp. 1-2).

As fotografias resultantes deste levantamento encontram-se à data da redação destas linhas, disponibilizadas *online* para descarga no Geoportal da *Confederación Hidrográfica del Ebro* (CHE).



Figura 15 – Um dos fotoplanos criados durante o levantamento de 1927, sobre Saragoça (Fonte: CHE).

Com vista a conseguir a contratação dos serviços de levantamento cadastral do país, a CETFA realizou vários trabalhos gratuitos, cujo objetivo era o de demonstrar a vantagem que os métodos aerofotogramétricos detinham sobre os topográficos tradicionais (FERNÁNDEZ GARCÍA 1998, pp. 124-125). Os voos realizados sobre a bacia do Rio Segura (Alicante), conhecidos como “*Vuelo Ruiz de Alda*”, viriam a tornar-se particularmente úteis para a fotointerpretação arqueológica da região, como no caso da centurição de *Ilici* (MORATALLA JÁVEGA 2015). Em 1929, Ruiz de Alda consegue após negociações com a *Diputación de Navarra* e do levantamento prévio de uma área-piloto (Baztán), a adjudicação do levantamento total da província.

Com a proclamação da 2ª República, cria-se um dilema entre as autoridades sobre se deveriam adotar a fotogrametria aérea nos processos do *Avance Catastral*, o que veio a suceder com publicação de uma nova lei em 6 de Agosto de 1932. Esta lei autorizava a substituição dos métodos tradicionais de levantamento topográfico pelo recurso a fotografia aérea. Pesaram nesta decisão os excelentes resultados do levantamento realizado anos antes pela CETFA na província de Navarra (FERNÁNDEZ GARCÍA 1998, p. 126).

Infelizmente para a CETFA, a legislação foi-lhes favorável por pouco tempo. No ano seguinte é promulgada nova lei que preteria as empresas espanholas no levantamento cadastral

com recurso a fotografia aérea, em favor de serviços do Estado. Este deveria a partir de agora ser realizado por uma comissão composta pela *Dirección General de Aeronáutica* que realizava os voos, pelo *Instituto Geográfico*, responsável pela planificação e pela *Dirección General de Propiedades*, que ficaria encarregue pela avaliação. Os trabalhos foram iniciados na província de Guadalajara ainda no ano de 1933 (FERNÁNDEZ GARCÍA 1998, p. 128). No final de 1934 já haviam sido cobertos 2.070.000 hectares, com outros 2.300.000 hectares previstos para o ano seguinte. Estes números faziam então prever a cobertura total do país em 10 anos (FERNÁNDEZ GARCÍA 2015, p. 228), no entanto, a mudança de espectro político nas eleições de 1934 e o eclodir da Guerra Civil, foram atrasando cada vez mais o cadastro do país, que apenas seria completado em 1970 (URTEAGA 2008, p. 23). Mesmo assim, a sua elaboração foi conduzida com o recurso a fotografia aérea, a partir de 1944 com a ordem ministerial de 1 de fevereiro, que estabelecia o objetivo de 470.000 hectares de terreno fotografados por ano. Esta ordem e outras catapultariam a eficiência dos trabalhos cadastrais para uns espantosos 45 milhões de hectares completados até 1959 (FERNÁNDEZ GARCÍA 2015, p. 237). Os fotogramas recolhidos à escala 1:10.000 seriam depois utilizados na produção de plantas cadastrais à escala 1:2.000, naqueles que Rivero de Andrea considera ter sido “(...) *los primeros trabajos de precisión realizados por fotogrametria aérea en España para la confección de planos a gran escala.*” (RIVERO DE ANDREA 1957, p. 67).

Após o fim da Guerra Civil e com o eclodir da Segunda Guerra Mundial, o território espanhol vai ser considerado como uma potencial nova frente de guerra, captando assim a atenção dos serviços de cartografia dos países beligerantes. Ambos os lados pretendem produzir cartografia da Península Ibérica o mais pormenorizadamente possível, com particular foco na Andaluzia e Gibraltar, pontos de importante valor estratégico para as fações em guerra e para o regime de Franco.

Os alemães foram os primeiros a interessar-se pela reprodução cartográfica desta região, com mapas militares produzidos entre 1940 e 1944, cobrindo a quase totalidade de Espanha. Estes mapas seriam produzidos maioritariamente à escala 1:50 000 e com base em outra cartografia espanhola, informação depois corrigida através de fotografias aéreas obtidas pelo *Servicio de Cartografía del Ejército del Aire* (URTEAGA & NADAL 2001, pp. 109-111).

Os aliados, também interessados no valor geoestratégico de Espanha, lançaram-se no reconhecimento topográfico do território. Primeiro através da produção de mapas por parte do *Ordnance Survey*, órgão responsável pela reprodução cartográfica da Grã-Bretanha, que

produziu mapas à escala de 1:50 000 a partir de cópias fotolitográficas de cartografia espanhola, com a primeira edição realizada em 1940 (URTEAGA & NADAL 2001, p. 113).

Em 1943, com a reorganização da metodologia de produção cartográfica dos Aliados, o órgão americano *Army Map Service* (AMS), passará a ficar encarregue da reprodução cartográfica e a RAF responsável pela recolha de fotografias aéreas (FERNÁNDEZ GARCÍA 2015, p. 232). É com base em fotografias aéreas recolhidas pela RAF entre 1941 e 1942 que o AMS irá produzir em 1943 uma série cartográfica sobre a costa espanhola em redor de Gibraltar, numa área compreendida entre Trafalgar e Málaga. (FERNÁNDEZ GARCÍA 2012, p. 41).

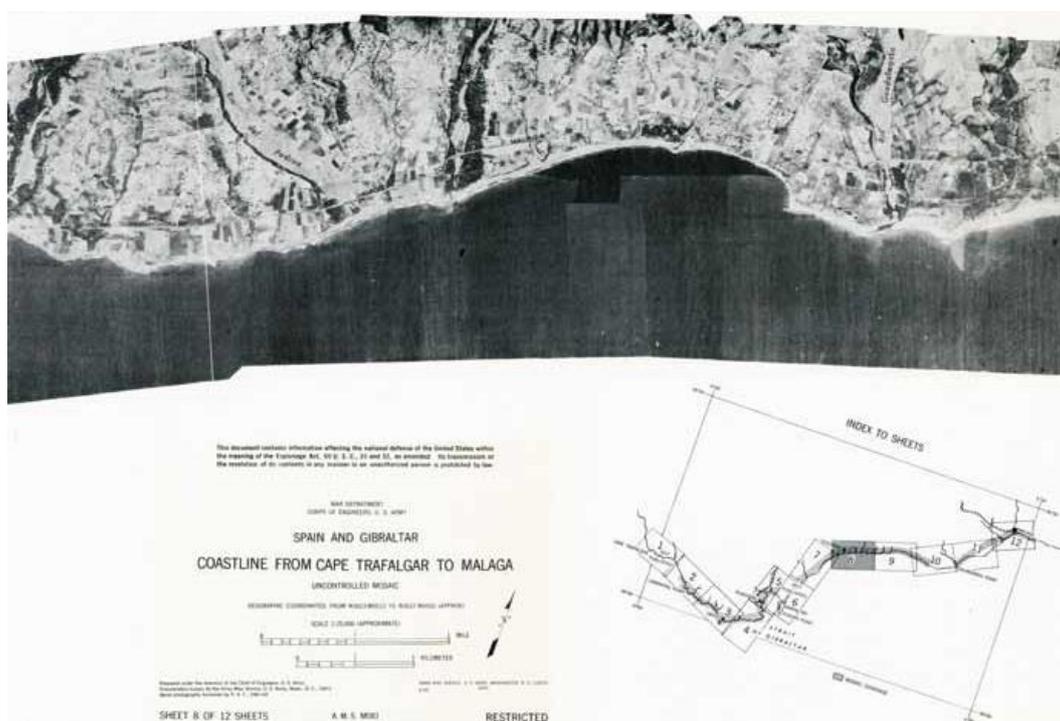


Figura 16 –Mapa intitulado *Spain and Gibraltar. Coastline from Cape Trafalgar to Malaga*. Mosaico 8 correspondente a Estepona (FERNÁNDEZ GARCÍA 2012, p. 45, Fig. 5).

Posteriormente, entre 1945 e 1946, é tentada a primeira cobertura total do país através de fotografia aérea. Esta é realizada pelo AMS, como consequência de um acordo bilateral de cooperação aérea entre os governos dos Estados Unidos e de Espanha (QUIRÓS LINARES & FERNÁNDEZ GARCÍA 1997, p. 193). Este voo, conhecido em Espanha por “*Vuelo Americano – Série A*”, é composto por 435 rolos de película (QUIRÓS LINARES & FERNÁNDEZ GARCÍA 1997, p. 194), dos quais estão a faltar atualmente 20 rolos para a série completa (MUÑOZ SABOYA 2017, p. 21). Os voos foram realizados entre 1 de fevereiro de 1945 e 6 de setembro de 1946 a uma escala média de 1:43.419 (QUIRÓS LINARES & FERNÁNDEZ GARCÍA 1997, pp. 194-198).

Esta cobertura será tentada anos mais tarde, novamente por mão do AMS, com aquele que é conhecido por “*Vuelo Americano – Série B*”. Estes voos, realizados durante os anos de 1956 e 1957, cobriram toda a Espanha peninsular e Baleares e fizeram parte de uma série de voos sobre outros países aliados dos Estados Unidos. O projeto, denominado de 54-AM-78, foi coordenado pelo AMS, com os voos a cargo do *Aerial Survey Team Number 6*, afeto à força aérea norte-americana. Estes voos resultaram em 617 rolos de fotografias captadas a uma escala média de 1:30.000 (PÉREZ-ÁLVAREZ, BASCÓN-ARROYO & CHARRO-LOBATO 2014, pp. 2-4). Ao contrário do voo da *Série A*, neste a AMS teve o apoio de topografia terrestre, nomeadamente na observação dos pontos de apoio dos voos, ficando o trabalho a cabo dos topógrafos do *Servicio Geográfico del Ejército* e do *Instituto Geográfico Nacional (IGN)* (URTEAGA & NADAL 2001, p. 131.).



Figura 17 – Rolos fotográficos pertencentes aos voos americanos *Série A* (esquerda) e *Série B* (direita), depositados no *Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire* (MUÑOZ SABOYA 2017, p. 21, Figs. 2 e 3).

Em 1967, uma nova cobertura parcial será encomendada aos Estados Unidos, desta vez incidente sobre a área central e noroeste do país e Ilhas Baleares. O voo, apelidado de “*Série C*”, foi comissionado devido às grandes transformações que a paisagem espanhola vinha a sofrer na última década, tornando a cobertura da *Série B* obsoleta. A recolha de fotografias foi realizada à escala de 1:45000 e prolongou-se por dois anos (1967 e 1968) (IGN 2022).

Os fotogramas dos chamados “*Vuelos Americanos*” estão atualmente disponíveis para consulta na página web da *Fototeca Digital del CNIG*, onde é igualmente possível consultar fotogramas de outros voos, como o “*Referencias 1967-1968*” sobre a Comunidade de Madrid, o “*Interministerial 1973-1986*”, realizado por um consórcio de ministérios e instituições governamentais sobre a totalidade do território, o “*Nacional 1980-1986*”, comissionado pelo então *Instituto Geográfico y Catastral* (atual IGN), também com cobertura total, o “*Costas 1989-1991*”, realizado pelo IGN sobre as costas espanholas e o “*Quinquenal 1998-2003*”, também efetuado pelo IGN sobre todo o país.

A partir de 2004 é iniciado, em Espanha, o *Plano Nacional de Ortofotografía Aérea* (PNOA), englobando os esforços conjuntos das administrações central e autonómicas, com o propósito de adquirir uma cobertura total de ortofotografia digital, cuja intenção seria uma atualização periódica. As fotografias do PNOA podem atualmente ser descarregadas de forma gratuita da página web do *Centro de Descargas de CNIG*. Nesta página web é também possível visualizar e descarregar os fotogramas resultantes dos voos “*OLISTAT*” e “*SIGPAC*”. O primeiro voo, incidente nas principais províncias produtoras de azeite, a preto e branco e com uma escala de 1:40000. O segundo voo cobre a totalidade do território espanhol, com o objetivo de auxiliar a implementação do *Sistema de Identificación de Parcelas Agrícolas* (IGN 2022). As fotografias deste último voo foram captadas a cores numa escala entre 1:15000 e 1:30000, excetuando o sul de Espanha peninsular, com fotogramas a preto e branco. Ambos os voos foram comissionados com o objetivo de auxiliar a gestão das participações comunitárias para a agricultura espanhola (IGN 2022). A disponibilização ao público de tão vasta coleção de fotografias permitem estudar a evolução diacrónica da paisagem espanhola no último século.

Posteriormente, em 2008, é lançado o projeto PNOA-LiDAR, com o intuito de realizar o levantamento com sensores LiDAR, de todo o território espanhol. Já haviam sido realizados outros projetos-piloto anteriores ao do PNOA, nomeadamente em 2005, com o primeiro levantamento aéreo com recurso a tecnologia LiDAR de Espanha, sobre Guipúscoa e com outros levantamentos sobre áreas inundáveis. Em 2008, começam então os voos sobre o restante território do País Basco e partes da Catalunha (GARCÍA 2009, p. 9) e em 2015 seria terminada a primeira cobertura total do país, com uma densidade de 0.5 pontos/m<sup>2</sup>. Atualmente existe uma segunda cobertura total, executada entre 2015 e 2021, que contém uma densidade de pontos que vai dos 0.5 aos 4 pontos/m<sup>2</sup>. Os dados de ambas as coberturas estão disponíveis em acesso aberto, podendo ser descarregados igualmente a partir da página web do *Centro de Descargas de CNIG*. Está ainda em curso o levantamento de uma terceira cobertura, com a conclusão dos voos prevista para 2025 e com uma densidade de pontos de 5 pontos/m<sup>2</sup>.

Nesta página web é ainda possível descarregar outros produtos cartográficos de extrema importância para a investigação arqueológica, como Modelos Digitais de Elevação e mapas.

## **Aplicação em arqueologia**

O primeiro recurso, em Espanha, a fotografia aérea com objetivos arqueológicos, foi realizado sobre o sítio arqueológico de Numancia a 22 de Agosto de 1917, a pedido da respetiva *Comisión de Excavaciones*. As fotografias foram captadas a 600 metros de altitude, durante

exercícios militares, a partir de um biplano de modelo Farman MF.16, tendo por piloto o capitão de infantaria Joaquín Gallarza e por observador o capitão do Estado Maior Luis Gonzalo Victoria. As fotografias seriam publicadas, no ano seguinte, em duas lâminas (uma delas ampliada), nas memórias correspondentes às campanhas de escavação de 1916 e 1917, dirigidas por José Ramón Mélida (MÉLIDA 1918, pp. 3-4).



Figura 18 – Fotografia aérea de Numancia, captada pelos aviadores Gallarza e Victoria a 22 de Agosto de 1917 (MÉLIDA 1918, lám. I).

Mélida vai socorrer-se constantemente ao longo da sua carreira da fotografia aérea como forma de documentação dos sítios arqueológicos, publicando as imagens nas memórias das sucessivas campanhas de escavação em Numancia e em Mérida, onde retrata o teatro, o anfiteatro e o circo romanos da cidade a partir do ar (MÉLIDA & MACÍAS 1932, Lâms. I e XIV). As fotografias aéreas foram tiradas pelos aviadores J. O. de la Gándara e H. Círia a 200 metros de altitude (RIGALT 2006, p. 67).

O recurso à fotografia aérea por arqueólogos espanhóis também se espalhou aos territórios ultramarinos. Em 1929, foram realizadas várias fotografias sobre a cidade romana de *Lixus*, atual Larache (Marrocos), à data parte do protetorado espanhol no Norte de África. O arqueólogo César Luis de Montalbán y Mazas recorreu a fotografias oblíquas captadas a partir de avião sobre as ruínas romanas para enquadrar o arqueossítio na paisagem envolvente, com particular ênfase na sua relação com o rio *Lucus*. Trata-se do primeiro trabalho de fotointerpretação da paisagem arqueológica, por parte de investigadores espanhóis. As fotografias chegam até nós publicadas no segundo volume de *Estudios sobre la isla mencionada por Plinio con el Templo y Ara de Hércules*, publicado nesse mesmo ano (MONTALBÁN 1929).



Figura 19 – Parte das estruturas do porto de *Lixus*, fotografadas em 1929 (MONTALBÁN 1929, Vol. II, fotografia nº VII).

Não foi possível reconhecer qualquer fotografia aérea utilizada com propósitos arqueológicos até ao final da década de 30, o que se deverá compreensivelmente dever a um interregno causado pela Guerra Civil.

Deste modo, o uso desta ferramenta só volta a ressurgir na década seguinte com as fotografias tiradas sobre a cidade romana de Segóbriga em 9 de Novembro de 1941 pelo Tenente-Coronel Juan Rodríguez (SANTA-OLALLA 1962, p. 37), a pedido do arqueólogo espanhol Julio Martinez Santa-Olalla. Nessas fotografias é possível observar várias estruturas a aflorar à superfície, das quais se denotam bem os traços do anfiteatro, do teatro, das termas e das ruas da cidade.

Josep Serra Ràfols irá identificar em 1942, através de uma fotografia aérea parte do traçado de uma via romana que atravessava a cidade atual de Girona. Na legenda dessa fotografia, percebe-se a intencionalidade do autor em analisar a traça do centro histórico da cidade (SERRA RÁFOLS 1942, fig. 2). A publicação de uma outra fotografia aérea, em 1944, por Antonio Floriano, sobre Mérida, onde se observam ao centro o teatro e o anfiteatro, revelam uma ligação estreita entre a aviação militar e a investigação arqueológica espanhola (GONZÁLEZ REYERO 2007, pp. 239-240).



Figura 20 – Vista aérea de Mérida (FLORIANO 1944, fig. 4)

Em 1943, são publicadas três fotografias por Martín Almagro Basch, correspondentes a Cáceres el Viejo, Segóbriga e ao Castro de Monte Bernorio. Nas respetivas legendas é indicada a data de aquisição das fotografias, sendo 6 de Novembro para o acampamento militar e 2 de Novembro a data dos restantes (ALMAGRO BASCH 1943). Sobre a fotografia do Castro de Monte Bernorio, esta é mencionado por Julián San Valero Aparisi que nos indica que “*La primera fotografía aérea, previa a la excavación, fue realizada por el General Vigón sobre el Castro de Monte Bernorio, que excavé en 1943*” (APARISI 1956, p. 21, nota 4). O nome do Tenente-General Juan Vigón aparece mencionado, pois este sendo Ministro del Aire à altura, é o grande dinamizador das campanhas de levantamento aerofotográfico de sítios arqueológicos nesta década, sempre com o apoio do anteriormente referido Tenente-Coronel Juan Rodríguez, chefe do *Servicio Topográfico y Fotográfico del Aire* (SANTA-OLALLA 1942, p. 194; ALMAGRO BASCH 1943, p. 247).

É ainda interessante verificar nesta década a preocupação entre alguns autores (SANTA-OLALLA 1942; ALMAGRO BASCH 1943; SANTA-OLALLA 1945) pela criação de uma técnica espanhola de Arqueologia Aérea, tendo em conta as características específicas do solo e clima espanhóis.

Se a década de 40 foi o período da introdução da Arqueologia Aérea na Espanha peninsular, então a seguinte foi a década das exposições. Em 12 de Janeiro de 1950 é inaugurada a exposição *Diez años de arqueología*, inserida na *I Asamblea Nacional de Comisarios de Excavaciones Arqueológicas*, a decorrer em Madrid, entre 12 e 14 de Janeiro.

Nessa exposição, onde se mostrava o que havia sido feito até à data pela *Comisaría General de Excavaciones Arqueológicas*, havia espaço para o tema da Arqueologia Aérea, com fotografias de vários sítios arqueológicos captadas a partir de avião dispostas nas suas vitrines (BARBERAN 1950, p. 93).

Seis anos mais tarde, em 1956, é organizado o *Colóquio sobre la fotografía aérea. Aplicación a la arqueología*, inserido no *I Symposium de fotografía aérea* que teve lugar em Madrid. Neste colóquio vêm de novo ao de cima as preocupações antigas da adaptação de técnicas de fotointerpretação utilizadas no estrangeiro à realidade arqueológica espanhola, enquanto se debatem problemas mais comuns, como a acessibilidade das fotografias, o objetivo da sua utilização, o seu armazenamento, a interdisciplinaridade, ou a padronização de metodologias de trabalho (BELTRÁN 1967).

Em 1959, uma nova exposição sobre Arqueologia Aérea, reuniu em quatro cidades espanholas (Valladolid, Madrid, Zaragoza e Barcelona) fotografias aéreas oriundas do espólio da *Fundación Lerici*, resultando na publicação de um catálogo com apresentação de Pedro de Palol e prefácio de Mario Mirabella (BELTRÁN 1967, p. 193).

Na década de 60, realizar-se-ão, em Maiorca, trabalhos de prospeção arqueológica, apoiados em fotografia aérea. Numa primeira fase, sob organização da *Fundación William L. Bryant*, sobrevoou-se Alcudia, com o intuito de identificar os limites da cidade romana de *Pollentia*. Sobrevoaram ainda a necrópole de Son Real, em Santa Margarita, em busca de um eventual enclave humano associado, mas sem resultados positivos (ROSSELLÓ-BORDOY 1970, pp. 59-60).



Figura 21 – Vista aérea de um conjunto de *talayots*, em Maiorca (ROSSELLÓ-BORDOY 1970, fig. 2).

Mais tarde, em 1966, o *Museo de Mallorca* vai delinear igualmente um projeto de prospeção apoiado em Arqueologia Aérea. Infelizmente as dificuldades financeiras, aliadas à complexa topografia local, obrigaram a um fim precoce dos trabalhos, mesmo que os resultados iniciais fossem auspiciosos (ROSSELLÓ-BORDOY 1970, p. 60).

Ernest Loewinsohn, irá detetar, ainda nesta década, parte de uma via, um túmulo e três acampamentos romanos, através da análise de fotogramas do voo *Série B*. Trata-se da primeira utilização de fotografias aéreas deste levantamento, para fins arqueológicos (LOEWINSOHN 1964; LOEWINSOHN 1965).

É na década de 70 que se observa um crescimento na utilização da fotografia aérea em arqueologia em Espanha, muito devido ao acesso aos fotogramas do voo *Série B*. Estes foram utilizados principalmente como ferramenta de deteção de marcas associadas a estruturas romanas, como nos casos da via romana *Iter ab Emerita Asturicam* (ROLDÁN HERVÁS 1971), ou das centurições de *Ilici* (GARCÍA Y BELLIDO 1972; GONZÁLVEZ PÉREZ 1974) e da Campiña de Córdoba (LÓPEZ ONTIVEROS 1974). Os fotogramas do voo *Série B* foram ainda utilizados na cidade romana de *Calagurris* (Calahorra, La Rioja) (GÓMEZ-PANTOJA 1978) e no acampamento romano de Sasamón (ABASOLO ALVAREZ 1975), como forma de delimitação dos traçados dos respetivos arqueossítios.

É ainda durante este decénio que se verifica o advento e consolidação das técnicas de restituição fotogramétrica de sítios arqueológicos, quer por métodos terrestres, quer

aerotransportados, tendo Antonio Almagro Gorbea como força dinamizadora destas técnicas. O arquiteto inicia os trabalhos de fotogrametria em 1972 com a elaboração das plantas de Segóbriga (ALMAGRO GORBEA 1976, Fig. 1) e do centro histórico de Albarracín (ALMAGRO GORBEA 1976, Fig. 6), através de fotografias aéreas. Almagro continuará os trabalhos de aerofotogrametria por esta década ainda em Segóbriga, onde procederá à reconstituição do teatro (ALMAGRO BASCH 1975, Fig. 6), do anfiteatro (ALMAGRO GORBEA 1976, Fig. 3) e do curso do aqueduto (ALMAGRO GORBEA 1976, Fig. 4), em Numancia, Azaila, Clunia, Uxama, Tiermes, Valeria, Pajaroncillo (ALMAGRO GORBEA 1992, p. 11) e Sagunto (ALMAGRO GORBEA 1978).

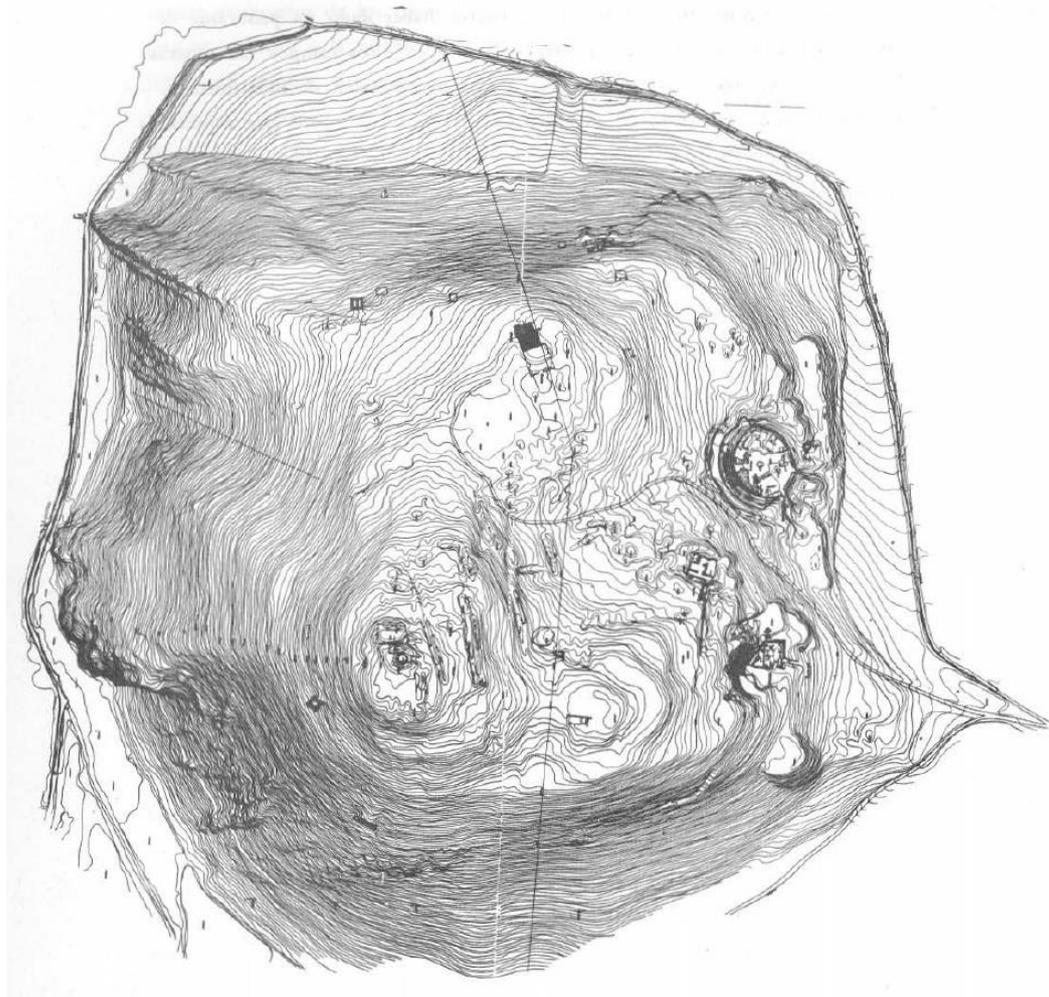


Figura 22 – Restituição fotogramétrica da cidade romana de Segóbriga (ALMAGRO GORBEA 1976, Fig. 1).

Merecem ainda referência os trabalhos realizados em 1978 durante a *Misión Arqueológica Española en Jordania*, onde foram papel de destaque a fotografia aérea e a restituição fotogramétrica da cidadela de Amman e de outros monumentos (ALMAGRO GORBEA 1979).

Uma especial nota para a iniciativa por parte da *Casa de Velázquez*, que realizou diversos voos com objetivos arqueológicos sobre Espanha entre 1978 e 1982. Estes debruçavam-se na recolha de fotografias oblíquas para posterior fotointerpretação da paisagem e produziram uma monografia de elevado interesse científico, publicada em 1983 com o título *Prospections aériennes: les paysages et leur histoire: cinq campagnes de la Casa de Velázquez en Espagne (1978-1982)* (BAZZANA & HUMBERT 1983).



Figura 23 – Via romana identificada entre *Los Palacios* e *Villafranca* durante os voos da *Casa de Velázquez* (SILLIÈRES 1983, p. 44)

No final da campanha de escavação de 1981, Brian Dearden irá adotar uma solução prática e económica, de forma a fotografar a *villa* romana de Vilauba: uma câmara acoplada a um papagaio (pipa). A câmara foi operada a partir do solo, com recurso a um rádio-controlo, possibilitando assim realizar a fotografia aérea (JONES *et al* 1982, p. 281, nota 25).

A fotografia aérea continuará, durante os anos 80, a ser empregue na deteção de acampamentos romanos, desta vez na província de Leão, com a identificação do recinto de Valdemedina (SÁNCHEZ PALENCIA 1986). É também nesta década que Patrice Cressier vai adotar a Arqueologia Aérea como metodologia de apoio ao estudo do povoamento e da paisagem medieval, focando-se primariamente na área da Sierra de los Filabres, em Almería (CRESSIER 1987; CRESSIER 1992).

Nos anos 90, voltam a aparecer extensos trabalhos com e sobre Arqueologia Aérea em Espanha, especialmente pela mão de um conjunto de arqueólogos devotos a tal técnica. Exemplo disso são os trabalhos realizados por Júlio del Olmo Martín desde 1990, incidentes na região da Meseta Norte. O recurso à Arqueologia Aérea está no início, inserido na construção do *Inventario Arqueológico Provincial* (DEL OLMO, ESCUDERO & DEL VAL 1990, p. 60), como ferramenta de auxílio na documentação de sítios previamente conhecidos e ainda na deteção de sítios inéditos. Del Olmo vai reconhecer, no entanto, que para a deteção de novos sítios, não se deve recorrer apenas à Arqueologia Aérea, pois é muito difícil congregiar todos os fatores necessários ao aparecimento de *cropmarks*, ou outro tipo de marcas no terreno. Tal fato, aliado à vasta área de prospeção associada a este tipo de trabalhos, fez com que o arqueólogo duvidasse do seu uso exclusivo como técnica de deteção de sítios inéditos, aconselhando assim a sua complementação com técnicas de prospeção terrestre (DEL OLMO 1993, p. 235). Os trabalhos do *Inventario* acabariam por produzir a inclusão de mais de 200 sítios inéditos (DEL OLMO 1994, p. 594).

Outros nomes que se destacaram nesta década no recurso à fotografia aérea em arqueologia, foram os investigadores do *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC), Francisco Javier Sánchez-Palencia Ramos, Almudena Orejas Saco del Valle e María Dolores Fernández-Posse, com diversas publicações onde, com a ajuda de Claude Domergue, recorrem tanto à fotografia aérea oblíqua, como vertical como ferramenta de leitura da paisagem mineira romana (SÁNCHEZ-PALENCIA & OREJAS 1991; SÁNCHEZ-PALENCIA & FERNÁNDEZ-POSSE 1992; OREJAS 1992; OREJAS 1995).

Uma menção ainda para o uso de fotografia aérea vertical nos trabalhos de prospeção para a produção da *Carta Arqueológica de Aragón*, cujas metodologias aplicadas seriam publicadas em 1993 (IBÁÑEZ GONZÁLEZ & POLO CUTANDO 1993), ou para a utilização de imagens aéreas verticais e oblíquas na identificação de sítios e de parcelamentos antigos em Saragoça (ARIÑO GIL *et al* 1991), Mérida (ARIÑO GIL & GURT 1992), La Rioja (ARIÑO GIL & MAGALLÓN BOTAYA 1992) ou Salamanca (ARIÑO GIL & RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ 1997).

É ainda nesta década que se utilizam, pela primeira vez, imagens de satélite com fins arqueológicos em Espanha. A uma imagem do sul de Maiorca, captada pelo sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat 5, foi aplicado um filtro direcional, com o objetivo de detetar eventuais marcas de centurição fossilizadas na paisagem (MONTUFO 1997).

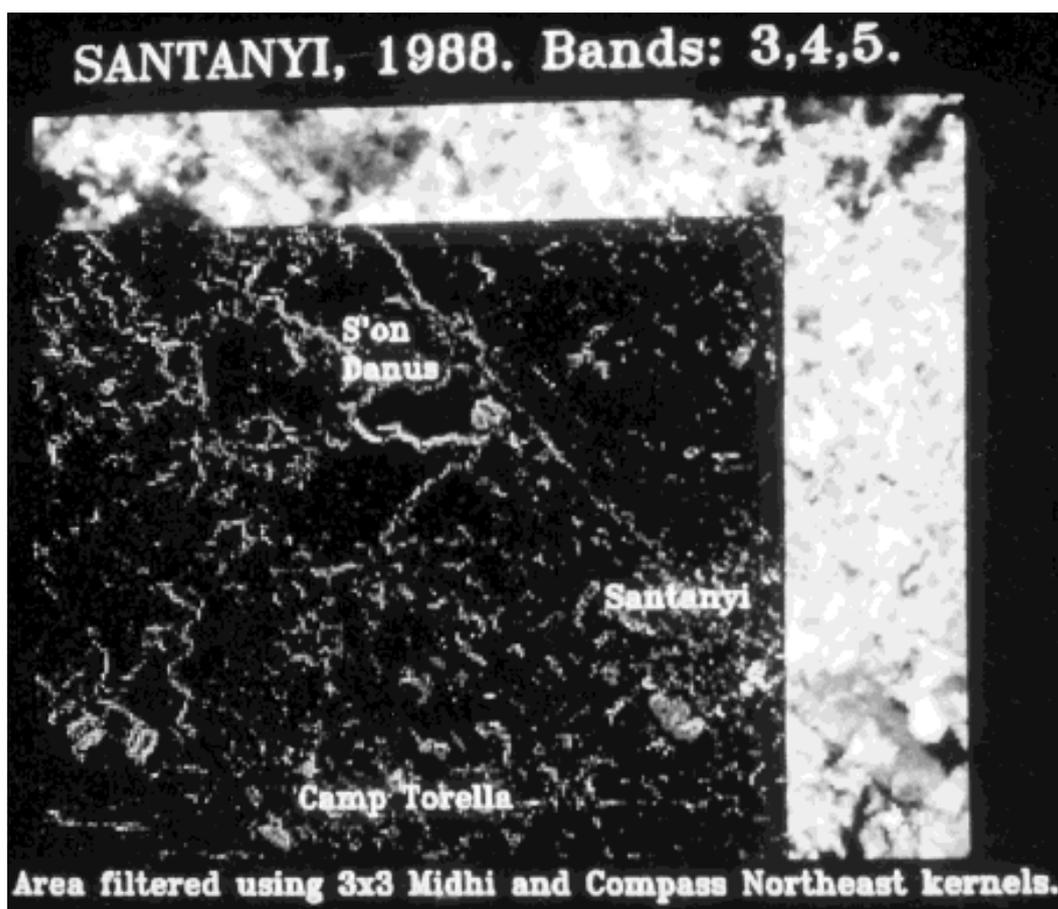


Figura 24 – Marcas de centurição, identificadas em imagem de satélite, após aplicação de filtro direcional (MONTUFO 1997, fig. 3).

A arqueologia espanhola irá continuar a tirar partido das possibilidades das imagens de satélite, após a viragem do milénio, nomeadamente das originárias do Landsat TM. Começam, inclusive, a surgir trabalhos de cálculos de Índices de Vegetação, a partir das bandas que compõem as imagens em falsa cor do Landsat TM (VICENT *et al* 2000; FERNÁNDEZ FREIRE 2005; FERNÁNDEZ FREIRE 2008).

Neste decénio, observamos mais uma vez o recurso a técnicas económicas de captura de fotografias aéreas. Na *villa* romana de El Saucedo (Talavera la Nueva), acoplou-se uma câmara fotográfica a um balão cativo da empresa MRW Zepellin, produzindo assim a fotografia publicada em 2003, que mostra toda a área escavada (RODRÍGUEZ & CASTELO 2003, fig. 1). O mesmo método foi adotado, mais tarde, no arqueossítio de Cerrillo Blanco, com uma câmara instalada num sistema de *picavet*, que por sua vez estava suspenso de um balão cativo de hélio (CARDENAL *et al* 2010, p. 465).

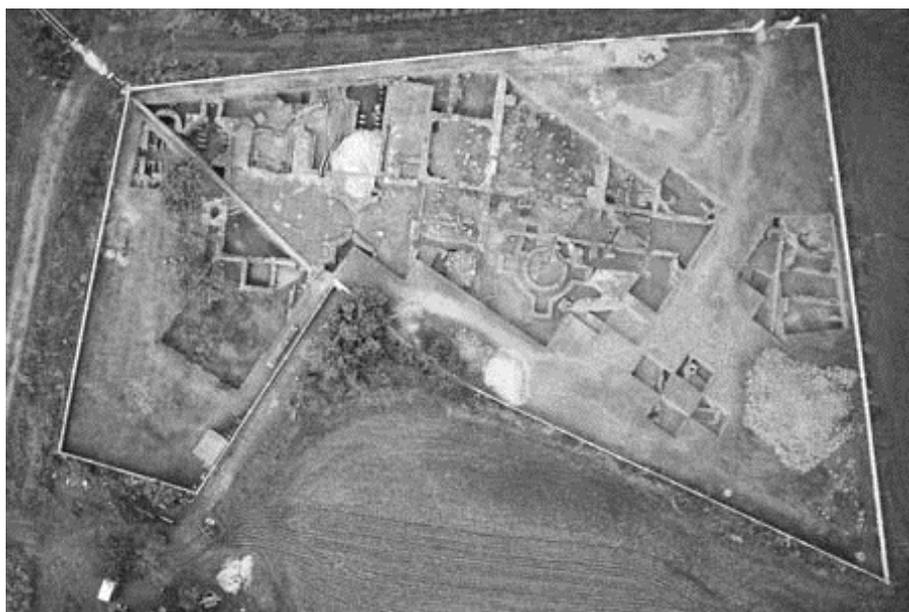


Figura 25 – Vista aérea conseguida com fotografia a partir de balão cativo (RODRÍGUEZ & CASTELO 2003, fig. 1).

Em 2006, José Carlos Sánchez Pardo e Iván Fumadó Ortega publicam um artigo que serve numa primeira parte como resumo do estado da arte da Arqueologia Aérea espanhola até aquela data e numa segunda parte, como aplicação de uma técnica apoiada em ambiente SIG, para o cálculo de um mapa de potencial para a prática da Arqueologia Aérea na Península Ibérica. Os autores cruzaram dados extraídos do CORINE Land Cover de 2000 com estatísticas de produção agrícola do *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, produzindo um mapa que representa as áreas com maior potencial para a observação de marcas de crescimento diferencial a partir do ar.

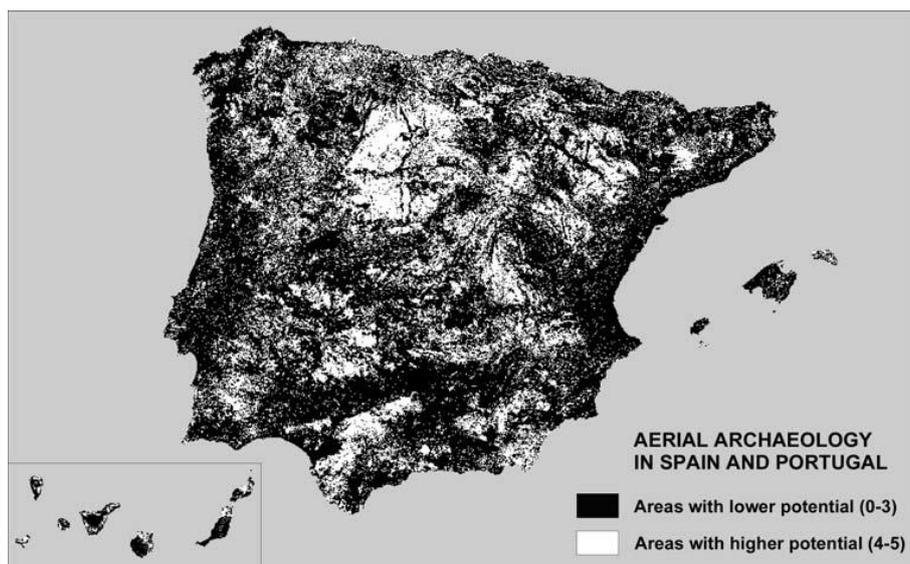


Figura 26 – Mapa de potencialidade para a Arqueologia Aérea na Península Ibérica (SÁNCHEZ PARDO & FUMADÓ ORTEGA 2006, p. 69).

É, aliás, nesta década que se observam os grandes avanços na aplicação de técnicas de SIG a fotografias aéreas e imagens de satélite, com propósitos arqueológicos, facto demonstrado com a participação de vários investigadores espanhóis em conferências internacionais sobre deteção remota (FIZ & MACÍAS 2007; ORENCO, EJARQUE & ALBIACH 2010; ORENCO & PALET 2010; FARJAS *et al* 2011).

Destacam-se também os avanços na área da deteção remota com recurso a imagens multiespectrais, protagonizados pelas equipas de Juan Gregorio Rejas Ayuga e Mercedes Farjas Abadía, nos sítios de Recópolis e Segeda (FARJAS *et al* 2003; REJAS *et al* 2006; VICENT *et al* 2006; REJAS *et al* 2009; FARJAS *et al* 2011).

Ainda houve espaço, no novo milénio, para a utilização da fotografia aérea a partir de avião, como se pode comprovar, por exemplo, com os trabalhos realizados no Norte de Espanha, por François Didierjean e José Antonio Abásolo (DIDIERJEAN & ABÁSOLO 2007), ou no caso das escavações em contexto de arqueologia de emergência do povoado de Cabezo de la Cruz (Saragoça). Os responsáveis optaram por documentar as várias fases da escavação através de fotografia aérea oblíqua, a partir de um monomotor CESNA 172 SP Sky Hawk (PICAZO & RODANÉS 2009, p. 49).

A partir do ano 2010, verifica-se uma revolução tecnológica a nível mundial na Arqueologia Aérea e Espanha não será exceção. É neste período que graças à miniaturização de sistemas e redução de custos de desenvolvimento e produção de equipamentos como *drones*, se assiste a uma democratização do recurso à Arqueologia Aérea. A possibilidade de transporte de outros tipos de sensores, acoplados aos *drones* também democratizou o uso de imagens multiespectrais, imagens térmicas e de dados LiDAR.

A primeira utilização de um *drone*, com objetivos arqueológicos, aparenta ter sido o trabalho conduzido pela equipa do *Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio*, afeto ao *Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura* da Universidade do País Basco. Em 16 de Março de 2010 foi realizado o voo sobre as eiras de Villoslada de Cameros (La Rioja). O aparelho utilizado foi um Microdrones md4-200 da empresa INGECOR Geomática, S.L., que transportava uma câmara Pentax Optio A40 pré-calibrada (PÉREZ VIDIELLA, RODRÍGUEZ MIRANDA & VALLE MELÓN 2010).

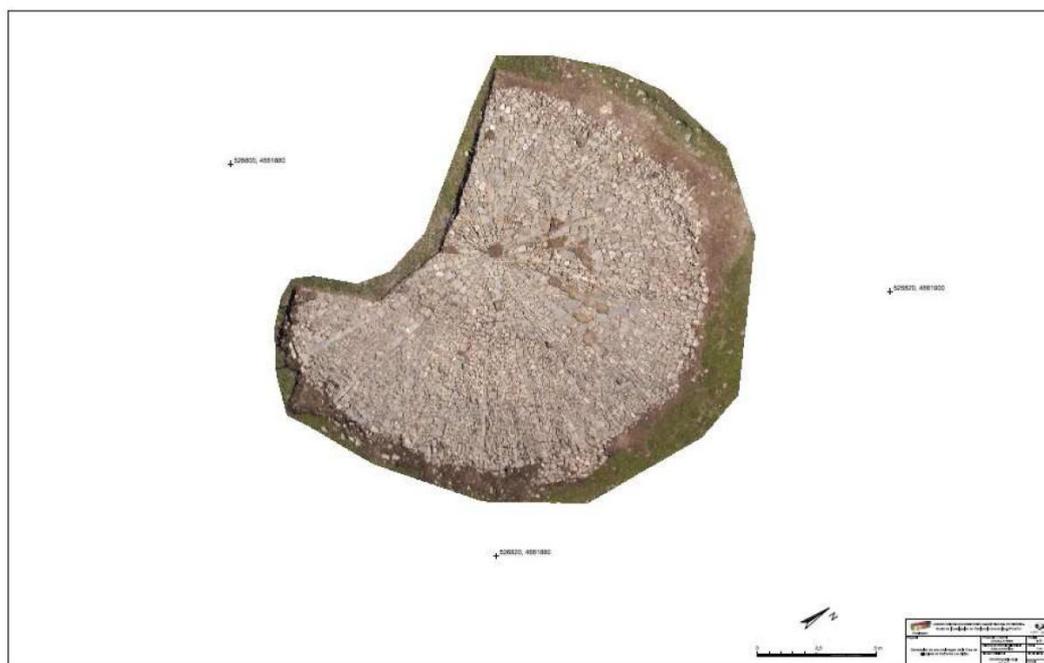


Figura 27 – Detalhe de uma eira fotografada com *drone* a 16 de Março de 2010, em Villoslada de Cameros (La Rioja) (PÉREZ VIDIELLA, RODRÍGUEZ MIRANDA & VALLE MELÓN 2010, fig. 19).

Em 2015, numa monografia sobre o estado da investigação na cidade celtíbero-romana de Valdeherrera (Saragoça), é publicado um capítulo sobre as metodologias de registo adotadas durante as intervenções do sítio. Nesse capítulo é descrito o recurso a um *drone* de fabrico próprio que transportava uma câmara Olympus, que supostamente captaria imagens, tanto no espetro visível, como no do infravermelho próximo. Os voos foram executados no dia 7 de Julho de 2013, o que os autores referem ter condicionado em certa medida os resultados (a vegetação encontrava-se seca). Mesmo assim, obtiveram bons resultados, na medida em que puderam identificar uma série de estruturas de cronologia tardo republicana (URIBE AGUDO & ANGÁS PAJAS 2015, pp. 63-74).

Um ano depois, em 2016, é publicada uma secção especial no número 52 da revista da especialidade *AARGnews*, do *Aerial Archaeology Research Group* (AARG), dedicada à Arqueologia Aérea espanhola, com uma breve síntese introdutória do estado da investigação, por parte de César Parcero-Oubiña (PARCERO-OUBIÑA 2016). Nessa mesma publicação, Victorino Mayoral Herrera apresentará os resultados dos trabalhos de investigação que o *Instituto de Arqueología de Mérida* (IAM), havia desenvolvido até então, em Arqueologia Aérea e deteção remota. Nesse artigo, refere o recurso a vários equipamentos e técnicas, das quais a fotografia aérea a partir de balão cativo de hélio, de paramotor e de *drone*. Revela ainda que, em alguns desses voos, captaram imagens térmicas. A termografia foi realizada sobre

*Contributa Iulia* e *La Serena* com duas câmaras: uma ThermaCAM S65 e uma FLIR SC655 (MAYORAL HERRERA 2016).



Figura 28 – Imagem térmica de *Contributa Iulia* (MAYORAL 2016, fig. 7).

Jesús García Sánchez também aproveitará para apresentar os resultados do seu trabalho de prospeção aérea sobre a região em torno de Sasamón (Burgos). No seu artigo descreve que os trabalhos, iniciados em 2011, se focaram nos vestígios balizados na transição entre a Idade do Ferro e o fim do Império Romano. A prospeção aérea seria ainda complementada no terreno, com técnicas de prospeção terrestre sistemática (GARCÍA SÁNCHEZ 2016). O investigador do CSIC realizou, aliás, durante esta década, diversos trabalhos com recurso a fotografia aérea e a deteção remota na região noroeste de Burgos (GARCÍA SÁNCHEZ 2012; 2013; GARCÍA SÁNCHEZ & COSTA GARCÍA no prelo).

Quanto à tecnologia LiDAR, o lançamento do projeto PNOA-LiDAR em 2008, tem contribuído muito, desde então, para a adoção de metodologias de análise desta tipologia de dados em Espanha. Concluída a primeira cobertura total em 2015 e a segunda em 2021, Espanha detém hoje dois conjuntos de dados de alta resolução extremamente úteis para a Arqueologia Aérea, com o levantamento de uma terceira cobertura, atualmente em curso.

Referente a este tema, destaca-se a síntese, elaborada em 2020, por Enrique Cerrillo Cuenca e Adara López López, sobre o estado da arte no uso de LiDAR na arqueologia espanhola. Neste artigo, identificaram a partir de bibliografia publicada, 59 trabalhos de arqueologia onde foram aplicadas técnicas de visualização a dados derivados de LiDAR. No

artigo referem ainda que neste número faltam todos os trabalhos académicos e relatórios de trabalhos em contexto de arqueologia de emergência, que porventura possam ter recorrido a este tipo de dados, mas cuja dificuldade de acesso impediu o seu reconhecimento (CERRILLO CUENCA & LÓPEZ LÓPEZ 2020, p. 225). Enquanto os autores mencionam que o primeiro trabalho realizado com dados LiDAR foi o de Raúl Sánchez Rincón, publicado em 2011, existe um outro, datado de 2010, da autoria de Juan Antonio Quirós Castillo, onde é construído um MDE com dados LiDAR, que por sua vez, é utilizado como ferramenta de identificação de terraços agrícolas medievais, no País Basco (QUIRÓS CASTILLO 2010).

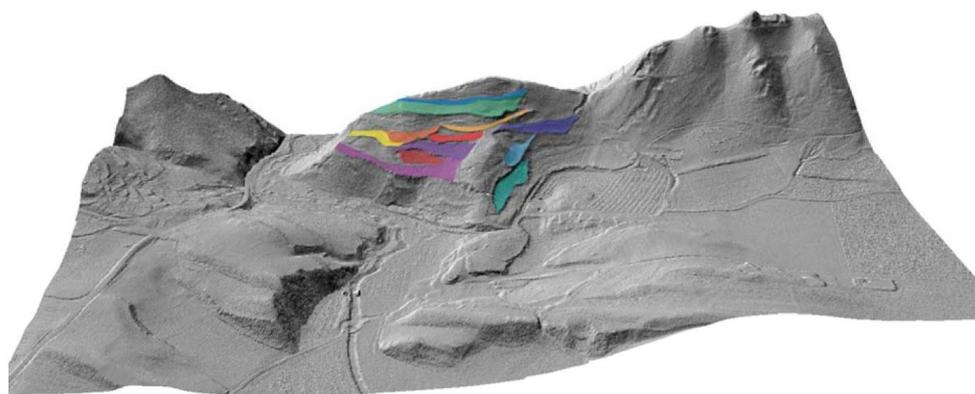


Figura 29 – MDE, derivado de dados LiDAR e utilizado para identificar terraços agrícolas medievais (QUIRÓS CASTILLO 2010, fig. 1).

Merecem destaque neste campo os trabalhos desenvolvidos na deteção e estudo de acampamentos romanos, por parte de elementos da equipa de investigação do projeto *Roman Army*, com uma lista demasiado extensa de publicações para enumerar aqui (um resumo de dez anos de investigação foi recentemente publicado em COSTA-GARCIA *et al* 2021), mas também os trabalhos de deteção de explorações mineiras romanas (FONTE *et al* 2014; ARMADA *et al* 2015; FERRERO DIZ *et al* 2017) ou de terraços agrícolas antigos (GRAU MIRA *et al* 2021; 2022) ou de identificação e análise de monumentos megalíticos e recintos pré-históricos (CARRERO-PAZOS *et al* 2014; CERRILLO-CUENCA 2017; CERRILLO-CUENCA & BUENO-RAMÍREZ 2019; BERGANZO-BESGA *et al* 2021; PARCERO-OUBIÑA & NIÓN-ÁLVAREZ 2021; SÁNCHEZ DÍAZ, GARCÍA SANJUÁN & RIVERA JIMÉNEZ 2022).

Nesta última categoria, tem particular importância o trabalho que Hector Orenge, Iban Berganzo-Besga e Enrique Cerrillo-Cuenca têm vindo a desenvolver no âmbito dos algoritmos de deteção automática, baseados em *machine-learning*. Estes algoritmos têm sido aplicados a fotografias aéreas, imagens de satélite, imagens multiespectrais e a modelos digitais de Elevação extraídos de dados LiDAR (LÓPEZ-LÓPEZ & CERRILLO CUENCA 2016;

CERRILLO-CUENCA 2017; CERRILLO-CUENCA & BUENO-RAMÍREZ 2019; BERGANZO-BESGA *et al* 2021; ORENGO *et al* 2021; CONESA *et al* 2022).

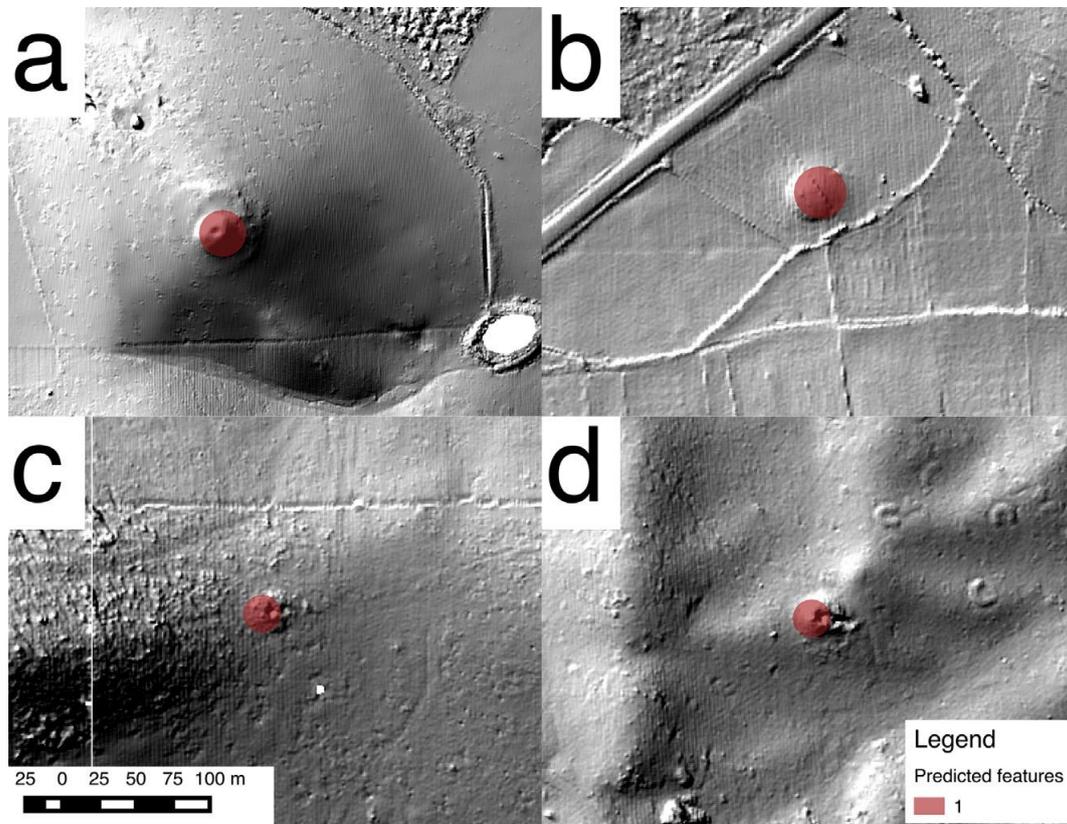


Figura 30 – Deteção automática de monumentos megalíticos sobre MDE derivado de dados LiDAR (CERRILLO-CUENCA 2017, fig. 6).

## Análise comparativa

Finda esta “viagem” pela história da Arqueologia Aérea ibérica, podemos então tirar algumas ilações sobre a sua evolução durante o passado século, comparando os dois países neste aspeto.

A primeira que se verifica é que ambos os países se serviram da aviação militar nos primórdios da Arqueologia Aérea, com Espanha a iniciar os trabalhos apenas dois anos depois de ser realizada a primeira fotografia aérea a partir de avião no país (BUTRAGUEÑO 2019, p. 164). Um cenário que parece perdurar até ao alvor da Guerra Civil, quando surge um hiato no que toca ao recurso a fotografias aéreas na arqueologia espanhola. Portugal tem um início mais tardio na adoção da fotografia aérea. Esta irá ser introduzida apenas em 1934, por mão de Manuel Heleno, um grande impulsionador do seu recurso em arqueologia. Manuel Heleno e, um pouco mais tarde, Manuel Farinha dos Santos, irão ser os principais defensores desta técnica, embora com fraca adesão por parte da comunidade arqueológica portuguesa. Em Espanha, os seus homólogos serão, numa primeira fase, Julio Martinez Santa-Olalla e Martín Almagro Basch, cujos tinham o objetivo de criar uma técnica espanhola de Arqueologia Aérea, tendo em conta as nuances específicas do clima e dos solos daquele país. Ainda sobre este tema, denota-se a importância que era atribuída à fotografia aérea em Espanha, através dos vários eventos públicos dedicados a este tema, realizados nos anos 50, um quadro que não teve paralelo em Portugal, o que mais uma vez, parece demonstrar as limitações da comunidade científica portuguesa em adotar esta metodologia.

Enquanto em Portugal apenas surgem alguns casos pontuais de recurso a fotografias verticais ou oblíquas, em Espanha desenvolvem-se grandes projetos de prospeção, com o auxílio da fotografia aérea e da fotointerpretação, que se irão prolongar pelas décadas seguintes. Na década de 70, é introduzida em Espanha a técnica de restituição fotogramétrica a partir de fotografias aéreas, enquanto que em Portugal, esta apenas irá ser adotada em trabalhos de arqueologia passados 40 anos e já no contexto da era digital, se bem que os únicos trabalhos de aerofotogrametria em Espanha se tenham reduzido aos perpetrados por Antonio Almagro. Observa-se igualmente em Espanha, nesta época, o recurso crescente da fotografia aérea de arquivo, ao passo que em Portugal isto não acontece, o que facilmente se justifica com a diferença entre a facilidade de acesso a este tipo de fotografias entre ambos países, um fator que ainda perdura atualmente.

Nos anos 90, são utilizadas em Espanha, pela primeira vez, imagens derivadas de satélite, uma inovação que apenas chega à arqueologia portuguesa em 2013, com a propagação de dados

em acesso aberto, através de plataformas como o *Google Earth* ou similares. Com o aparecimento dos SIG, outras metodologias, como o cálculo de Índices de vegetação, ou o recurso a imagens térmicas, também são introduzidas em Espanha. Estas metodologias serão apenas adotadas em Portugal, pela primeira vez, em 2021, no caso dos Índices de vegetação e em 2017, para o caso da termografia, esta última já a partir de *drone*.

Tanto o recurso a *drones* como a dados LiDAR, parece surgir simultaneamente em 2010 nos dois países, o que poderia parecer à primeira vista que seria um produto da democratização do uso de *drones*, fruto da miniaturização de sistemas e da produção em massa. No entanto, no caso português tratou-se de um trabalho de investigação, conduzido por uma equipa belga, que recorreu concomitantemente aos dois sistemas, e que possuía já alguma experiência anterior no uso destes sistemas em outros países. No caso espanhol, tratam-se de dois trabalhos distintos. O primeiro recurso a um *drone* em arqueologia serviu para a construção de um ortofotomapa, ao passo que a primeira vez que são usados dados LiDAR, será para criar um MDE, mas a partir de dados oriundos de um levantamento aéreo estatal.

Quanto aos últimos avanços em Arqueologia Aérea, estes devem-se à adoção de técnicas de deteção automática, a partir de algoritmos criados com *machine-learning*. Em Espanha, estes surgem em 2016, com os trabalhos de Enrique Cerrillo-Cuenca, em busca de monumentos megalíticos e de recintos de fossos pré-históricos. Já em Portugal, os trabalhos neste campo são muito recentes, nomeadamente os afetos ao *Odyssey sensing project*, que apenas produziram a primeira publicação em 2022.

Posto isto, já é possível vislumbrar um atraso tecnológico e metodológico de Portugal face a Espanha no campo da Arqueologia Aérea, durante o último século. Podemos, porém, tentar realizar um exercício, de forma a quantificar este atraso. Para isso, proponho primeiro categorizar os avanços metodológicos, anteriormente descritos, em 9 classes:

- Fotografia aérea
- Aerofotogrametria
- Índices de vegetação
- *Drones*
- Deteção automática
- Fotointerpretação
- Imagens de satélite
- Termografia
- LiDAR

<b>Metodologias</b>	<b>Portugal</b>	<b>Espanha</b>
Fotografia aérea	1934	1917
Fotointerpretação	1951	1929
Aerofotogrametria	2012	1972
Imagens de satélite	2013	1997
Índices de vegetação	2021	2000
Termografia	2017	2002
<i>Drones</i>	2010	2010
LiDAR	2010	2010
Deteção automática	2022	2016

Tabela 1 – Ano de introdução de cada metodologia por país.

Podemos então observar através das datas de introdução de cada classe metodológica, à primeira vista, a diferença de percurso evolutivo entre os dois países. Em Portugal, não houve trabalhos de aerofotogrametria analógica, portanto, a restituição fotogramétrica só aparecerá já em ambiente computadorizado. O recurso à termografia também só surgirá com a difusão do uso de *drones*, ao invés do uso de imagens térmicas captadas por avião, introduzidas em Espanha, 15 anos antes. É possível verificar igualmente o que parece ser um hiato inovador na Arqueologia Aérea portuguesa, durante o período compreendido entre 1951 e 2010. Um período de 60 anos, em que as técnicas utilizadas pouco ou nada se alteraram, resumindo-se maioritariamente ao recurso a fotografia aérea vertical e oblíqua, como ferramentas de análise fotointerpretativa, de registo documental gráfico, ou simplesmente ilustrativas em publicações. Este hiato inovador, provavelmente se deverá, mais uma vez, ao desinteresse pela Arqueologia Aérea, por parte da comunidade científica portuguesa.

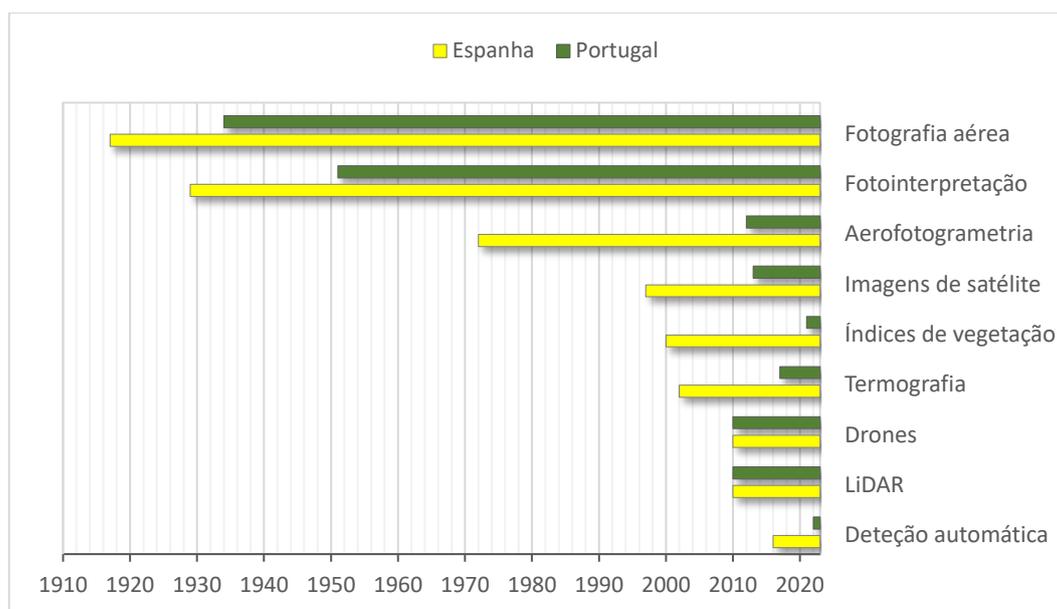


Gráfico 1 – Data da introdução de metodologias em Portugal e Espanha.

Também é possível observar um atraso metodológico da Arqueologia Aérea portuguesa em relação a Espanha. Portugal só consegue acompanhar o ritmo inovador espanhol nas classes respetivas ao uso de *drones*, ou de dados LiDAR. As restantes classes têm um constante desfasamento temporal, que chega a atingir os 40 anos, no caso da aerofotogrametria, e uma média de 15 anos de atraso, face a Espanha. Este desfasamento, como já foi referido antes, deve-se ao hiato inovador de 1950-2010, que fez com que em 2009, a Arqueologia Aérea portuguesa, ainda se encontrasse ao nível das técnicas espanholas dos anos 50.

Este hiato na introdução de novas técnicas e ferramentas na Arqueologia Aérea portuguesa poderá ser o resultado de um conjunto de fatores desfavoráveis à investigação arqueológica nacional, se compararmos com a evolução desta área em Espanha. Além de Manuel Heleno e Manuel Farinha dos Santos, poucos se atreveram a tentar difundir as vantagens da aplicação da fotografia aérea em trabalhos arqueológicos, enquanto que em Espanha parece existir um objetivo claro desde o início, em desenvolver metodologias específicas para esse país. Exemplo disso são as publicações de Julio Martinez Santa-Olalla e Martín Almagro Basch, nos anos 40 e as exposições dedicadas ao tema realizadas na década seguinte. A fraca adesão à Arqueologia Aérea em Portugal face a Espanha, poderá se dever igualmente a uma eventual disparidade de recursos disponíveis, entre os investigadores de ambos os países. Em Portugal, os primeiros grandes trabalhos de prospeção arqueológica com recurso a fotografia aérea apenas ocorrem no decurso do projeto da barragem de Alqueva, em oposição a Espanha, que já havia assistido a vários projetos de prospeção aérea no seu território por essa altura. O estado diferenciado da investigação na área da Arqueologia Aérea entre Portugal e Espanha, poderá ter sido ainda

influenciado pelo nível desigual de disponibilidade de fotografias aéreas históricas. As fotografias resultantes dos grandes projetos de levantamentos aéreos concretizados entre as décadas de 30 e 50 (voos SPLAL, RAF47 e USAF58) têm acesso restrito em Portugal, ao passo que em Espanha, existem vários acervos disponibilizados gratuitamente. O mesmo se passa com o grau de disponibilidade de dados LiDAR, onde em Espanha os investigadores dispõem de três coberturas nacionais. Em contrapartida, os portugueses apenas contam, à data da redação destas linhas, com pequenas áreas do território cobertas por levantamentos LiDAR.

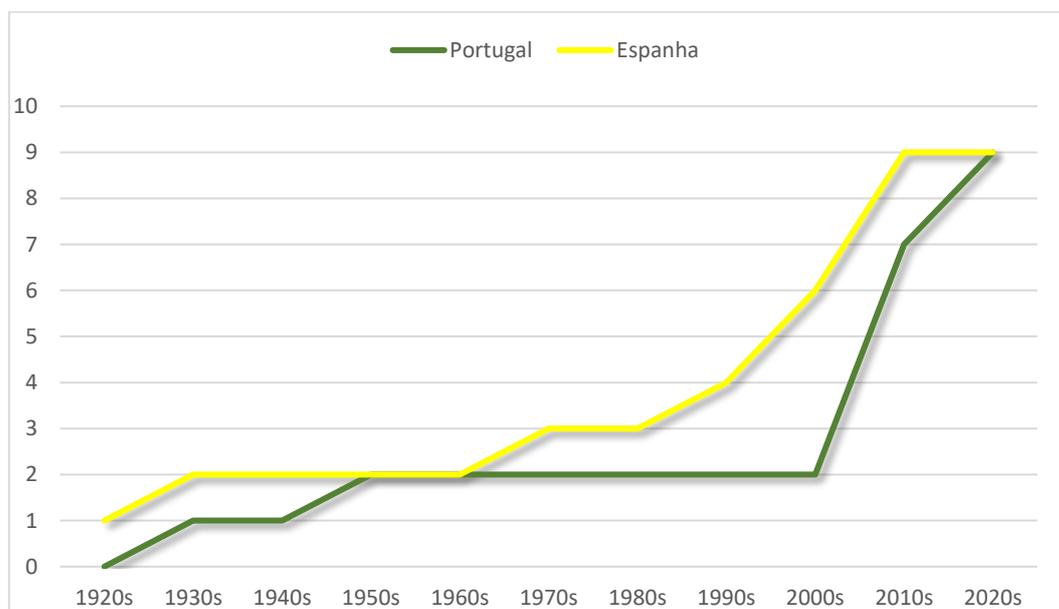


Gráfico 2 – Evolução do número de avanços metodológicos acumulados em cada país.

Contudo, também se verifica um enorme impulso na introdução de novas metodologias em Portugal nos últimos 13 anos, o que coloca ambos os países atualmente no mesmo plano, no âmbito das inovações tecnológicas e metodológicas da Arqueologia Aérea. Este último impulso de inovações em Portugal, deve-se, em grande parte, aos trabalhos de um restrito número de investigadores, nomeadamente, João Fonte (Aerofotogrametria, Índices de Vegetação e Deteção automática), Tiago do Pereiro (Imagens de satélite e Deteção automática) e Frank Vermeulen (*drones* e LiDAR), ainda que Fonte e Pereiro também tenham realizado regularmente trabalhos em arqueologia, recorrendo a *drones* e a tecnologia LiDAR.

## Caso de Estudo – Outeiro do Castelo

### Enquadramento

#### Enquadramento geográfico

O Outeiro do Castelo situa-se na freguesia de São Domingos de Ana Loura, Concelho de Estremoz e está implantado no topo de uma elevação com pendentes abruptas em todos os lados exceto a nordeste, onde tem uma encosta alongada com plantações de vinha. O sítio está atualmente (em 2023) agricultado, com uma pastagem temporária de *Lupinus luteus* sp. (tremocilha). A elevação onde se encontra o sítio arqueológico detém um excelente domínio visual sobre a paisagem, sobre a Ribeira de Ana Loura e sobre outros pontos com vestígios arqueológicos, como o local da possível *villa* do Monte do Reguengo, ou da Via XII do Itinerário de Antonino que poderá passar no seu sopé (ALMEIDA 2017, p. 148).

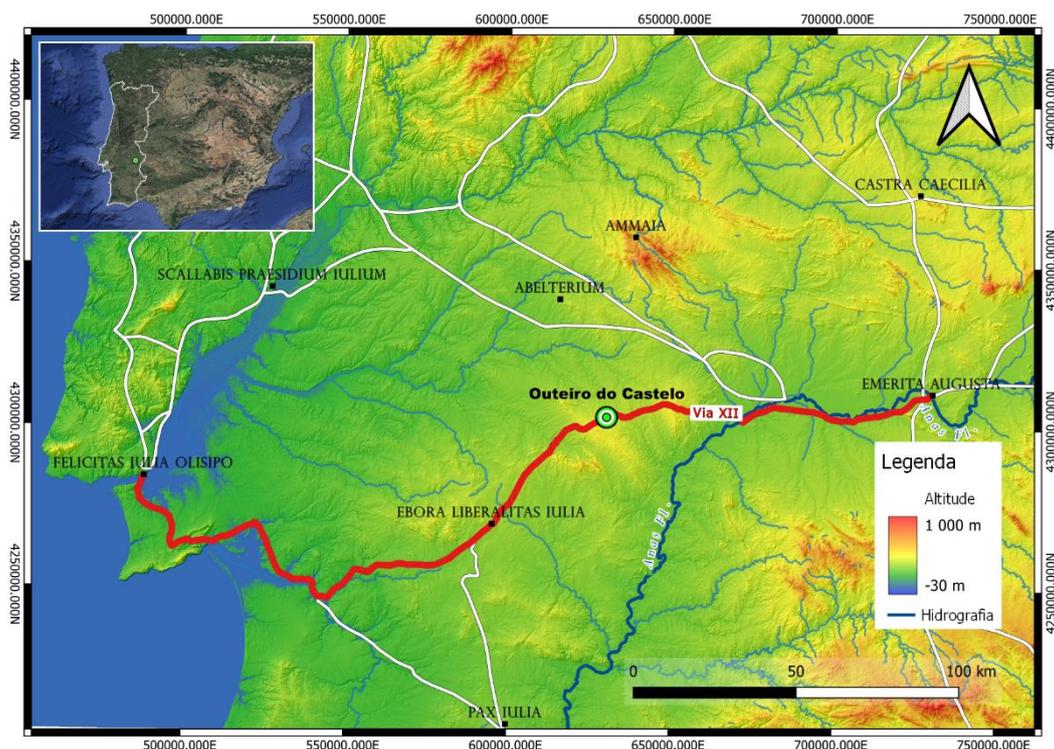


Figura 31 – Localização do Outeiro do Castelo (Dados: SRTM; ALMEIDA 2017). Escala 1:100000.

Quanto ao seu enquadramento geológico, o Outeiro do Castelo situa-se a nordeste do Anticlinal de Estremoz, junto a uma interface do Silúrico que separa uma zona de xistos de uma outra composta por metavulcanitos. A zona de xistos é por vezes pontuada por veios contendo fósseis de *monograptus*. Um destes veios atravessa de noroeste para sudeste o sopé da elevação onde se situa o sítio arqueológico. Mais para sudoeste, a faixa de metavulcanitos

encosta noutra de rochas câmbrias dolomitizadas, composta maioritariamente por dolomitos e calcários dolomíticos cristalinos primários (“pedra cascalva”). Esta última engloba uma camada do Pré-Câmbrico, composta principalmente por xistos e grauvaques e que forma o conjunto de elevações que vai desde Santa Vitória do Ameixial até Arcos (GONÇALVES 1972).

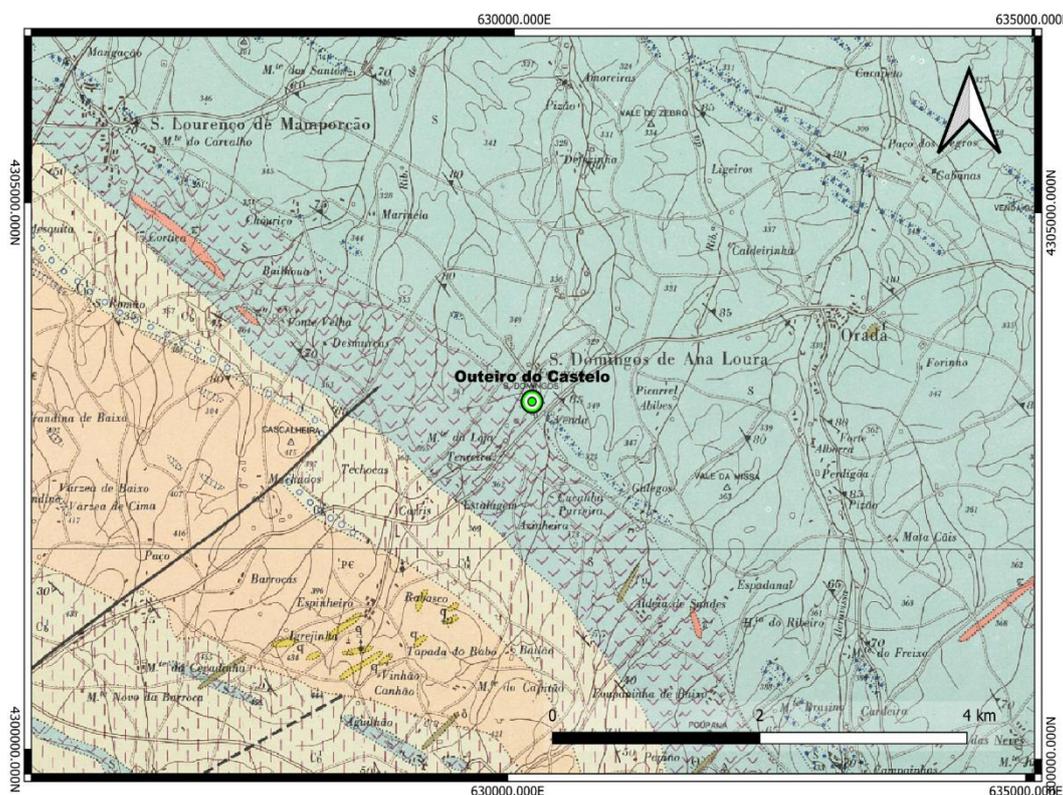


Figura 32 – Outeiro do Castelo na Carta Geológica de Portugal. Escala 1:30.000.

A paisagem envolvente é composta por um mosaico onde predomina a pastagem melhorada e a cultura de sequeiro, pontuada por algumas vinhas, maioritariamente a Sudeste, na direção de Borba e com parcelas de montado de sobreiro e azinheira a Oeste e a Sudoeste, no sentido de Estremoz e Arcos. A área coberta por pinhais e eucaliptais é residual e remete-se apenas a pequenas parcelas isoladas de floresta. A paisagem revela um nível de antropização muito elevado, tendo como principal responsável as infames “Campanhas do Trigo” implementadas durante o período de vigência do Estado Novo.

Este território goza ainda de um excelente aproveitamento hídrico, proporcionado por vários cursos de água que o atravessam, com particular destaque para a Ribeira de Ana Loura, que nasce junto à aldeia de Espinheiro e prossegue em direção ao norte, onde desagua na Ribeira Grande, já no concelho de Fronteira. Durante este percurso irá atravessar a freguesia de S. Domingos de Ana Loura, contribuindo para a horticultura local que goza igualmente de bons solos agrícolas, derivados dos aluviões associados a esta ribeira. O aproveitamento das

suas águas desde tempos mais remotos é evidente. Um fato demonstrado pela enorme densidade de canais, noras e azenhas que pontuaram o seu percurso. A importância da Ribeira de Ana Loura na região ainda hoje se sente, com a construção recente da Barragem de Veiros, alimentada principalmente pelas suas águas.



Figura 33 – Outeiro do Castelo, com a Ribeira de Ana Loura, em segundo plano.

## Toponímia

A origem do nome da região onde se implanta o Outeiro do Castelo é no mínimo enigmática. Existem várias teorias até ao momento, que tentam descobrir a proveniência do nome da ribeira de ‘Ana Loura’. Umas apoiadas em grafias antigas, outras em raízes celtas, outras ainda apoiadas na tradição oral local.

Uma das hipóteses poderá ter paralelo na origem do nome do Rio Guadiana, onde a junção do árabe ‘*wadi*’ ao pré-romano ‘*Anas*’, deu origem a um pleonasma cuja transcrição literal seria ‘Rio + Rio + Rio’. No caso de Ana Loura, poderemos estar perante a conjugação de duas palavras de raiz pré-romana: ‘*Ana*’ e ‘*Lor*’. A primeira, conforme descrito anteriormente significa ‘rio’ enquanto a última tem sido associada ao termo ‘água’ (Álvarez Pérez 2018, p. 352, “*Loura, A*”). Tendo em conta esta hipótese poderíamos ter aqui outro pleonasma hídrico, que se transformaria em qualquer coisa como ‘Ribeira + Rio + Água’, ou ‘Ribeira do Rio da Água’.

Também podemos considerar a hipótese de ‘Loura’ derivar do latim ‘*Laura*’, sendo esta uma possível referência à espécie arbórea *Laurus Nobilis Sp.*, vulgo Loureiro. Estaríamos deste modo perante uma ‘Ribeira dos Loureiros’?

Outra hipótese, apontada por Horácio F. Alves, que foi buscar nas raízes célticas uma origem para o topónimo Ana Loura. Este remete para os termos Ibero-Bascos *Ana* e *Lour*, cujos alega significar “alimentadora”, “ama” ou “criadora” para o primeiro termo e “terra” para a segunda palavra. Propõe assim “terra mãe” ou “terra criadora” para a origem do nome da região (ALVES 1944 *apud* MARQUES CRESPO 1950, p. 28).

Vitorino d’Almada descreve que “(...) *nos documentos antigos, é como Anha-loura que se encontra sempre nomeada*”, remetendo para uma origem na palavra latina ‘*agnus*’, significando cordeiro ou cordeira (ALMADA 1888, Vol. II, p. 50).

Podemos ainda teorizar, tendo em conta outra grafia com que se pode encontrar referências antigas à freguesia, como é o caso de ‘*alhanoura*’ (COSTA 1708, p. 445), podendo vir a ser esta uma corruptela de “lhanura”, do castelhano ‘*llanura*’, aludindo talvez aos campos com pendentes suaves que a ribeira atravessa, uma teoria aliás avançada por Mário Saa. Este, referindo-se à planície de Ana Loura, propõe que “(...) *teria o nome de Lhanura, ora soando Anhaloura, e, com maior deformação ainda, Ana Loura (...)*” (SAA 1959, p. 96), parecendo, deste modo, fundamentar também o aparecimento da grafia ‘*Anhaloura*’, referida por Vitorino d’Almada.

Por fim, a tradição oral descreve-nos uma lenda como a origem do nome das duas freguesias (S. Domingos de Ana Loura e S. Bento de Ana Loura), tendo depois a ribeira adotado esse nome, em vez do inverso apontado acima. Esta fala-nos de uma mulher chamada Ana proveniente da Catalunha, cuja coloração dos seus cabelos lhe valeu o apelido de Ana Loura. A lenda conta que a mulher assentou neste território com os seus dois filhos, cujos nomes Domingos e Bento iriam fundar as duas freguesias após o falecimento da progenitora.

Seja qual for a origem verdadeira do nome da Ribeira e das freguesias que esta atravessa, o curso de água é um ponto de destaque na paisagem desde tempos imemoráveis, fato comprovado pelas várias evidências de ocupação antiga ao longo do seu curso, com particular destaque para as presumíveis *villae* do Monte do Reguengo, S. Bento de Ana Loura e Monte de S. Francisco e para o povoado romanizado do Castelo Velho de Veiros, para enumerar apenas alguns sítios arqueológicos.

Outros topónimos no local, como o do caso de estudo, Outeiro do “Castelo”, ou o da Azenha das “Ferrarias”, são evidentemente sugestivos. O primeiro, um microtopónimo local,

onde a única referência cartográfica aparece no Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica, é muitas vezes conotado com construções antigas, a que os locais geralmente atribuem lendas (CHAVES 1952, p. 167). O segundo, por seu lado estará ligado a atividades metalúrgicas, fato comprovado com a presença no terreno de escórias de metal e de relatos antigos da existência de uma fundição no local.

### **Enquadramento histórico-arqueológico**

As notícias de achados arqueológicos na área são antigas, com António Henriques da Silveira a indicar a presença de “*muitas ruínas de povoação antiga, sepulturas, e medalhas do tempo dos romanos*” na Herdade da Marinela (FONSECA 2003, p. 197). Esta herdade, tal como o autor indica, pertenceria ao Morgado de Bem Lhe Quero, administrado por D. Francisco de Almeida, Beja e Noronha. Se pudermos comprovar que este D. Francisco de Almeida era o mesmo senhorio do Outeiro do Castelo em 1798, então creio ser plausível presumir que a extensão da propriedade da Herdade da Marinela se prolongaria, no final do século XIX, até ao Outeiro do Castelo. Faria assim sentido a notícia do achado de ruínas, sepulturas e numismas numa faixa de terreno, onde veremos adiante, estar repleta de vestígios arqueológicos.

As notícias continuam já no séc. XX, principalmente publicadas no periódico local *Brados do Alentejo*. Uma delas, de 24 de Abril de 1932, fala-nos de uma estrutura abobadada, construída com “*tejolos de formas particulares e desusadas*”, que estaria enterrada algures no terreno da Azenha das Ferrarias ou suas imediações, onde o autor do artigo (que assina com as iniciais “L.F.”) pôde ainda identificar “*vestígios nítidos de uma construção circular*” e “*inúmeras pedras de granito com aparelhagem já estragada*”, das quais uma delas parecia estar epigrafada, mas ilegível devido ao seu fraco estado de conservação (“L. F.” 1932, p. 1). A notícia fala ainda da presença de escória, provavelmente de bronze, dispersa pelo local, a qual é associada pelo autor a uma eventual fundição antiga de bronze, facto comprovado por comunicação pessoal do Sr. Joaquim Véstias, atual presidente da Junta de Freguesia de S. Domingos Ana Loura, que confirmou a presença de uma fundição de sinos no local em tempos remotos.

14 anos volvidos, nova notícia no *Brados do Alentejo* sobre achados arqueológicos em S. Domingos de Ana Loura, com a menção do levantamento de lajes sepulcrais durante trabalhos agrícolas, algures na várzea entre a Igreja de S. Domingos e a Ribeira de Ana Loura. Este local seria visitado por José Marques Crespo e quatro médicos em Janeiro de 1946, que

testemunharam, além dos referidos túmulos, um tanque que aparentava estar conectado a alguma forma de canalização, o que levou os visitantes a interpretar como parte de um possível “*balneário*”. As sepulturas apresentavam no seu interior restos osteológicos, dos quais um crânio, no entanto sem espólio material associado (MARQUES CRESPO 1946, p. 7). Nenhuma informação nos chegou acerca da tipologia de construção das sepulturas, apenas a referência ao que parecem ser uma tégula e um fragmento de canalização em cerâmica, recolhidos e levados do local por um dos médicos, conhecido por Dr. Assis, cujo possuiria na altura um museu pessoal. Ainda na mesma notícia, novamente uma menção às escórias de bronze, provavelmente originárias da fundição de sinos das Ferrarias, onde Marques Crespo relata ter identificado “*um grande círculo no terreno limitado em geitos de se ter ali fundido talvez um sino*” (MARQUES CRESPO 1946, p. 7). Esta estrutura circular será presumivelmente a mesma mencionada no artigo de 1932 e estará relacionada com os trabalhos da fundição.

Em 1950 iremos encontrar novas referências a achados arqueológicos, mais uma vez por parte de José Marques Crespo. Este refere novamente o tanque, as sepulturas e os vestígios de fundição, os quais atesta encontrarem-se na imediação do Monte do Reguengo (MARQUES CRESPO 1950, p. 9), cujo fica situado no lado oposto da estrada que separa este monte da Igreja de S. Domingos.

É neste Monte do Reguengo, que nos anos 80 foram abertas uma série de trincheiras “(...), resultado de explorações arqueológicas iniciadas nos anos oitenta mas nunca terminadas, alegadamente porque o responsável abandonou os trabalhos a meio” (CARNEIRO 2014, Vol. II, pp. 238-239) e que acabariam sem qualquer resultado científico produzido. A implantação típica do sítio, os materiais de construção identificados e os muros observados dentro das valas, levaram à classificação do sítio como uma possível *villa*. André Carneiro menciona “(...) capiteis e colunas em mármore, pedaços de *opus signinum* e de canalizações, além de moedas e pelo menos uma *fíbula* (...)” encontrados no sítio, além da descoberta de sepulturas com inumações e espólio funerário. Refere ainda que se observam lajeados e canalizações junto às casas do monte (CARNEIRO 2014, Vol. II, p. 238). Rita Laranjo registou anos mais tarde, neste local, a presença de “*fragmentos de tegulae, e imbrices, pequenos blocos de opus signinum, fragmentos de dolia, fragmentos de sigillata, alguma cerâmica comum, materiais arquitectónicos, nomeadamente, fragmentos de silhares*” (LARANJO 2014, Anexo II, Ficha 143). As valas mantiveram-se abertas durante cerca de três décadas até que foram cobertas em 2014.

É ainda desta freguesia a proveniência de duas armelas de asa de sítula em bronze, depositadas atualmente no Museu Nacional de Arqueologia com o números de inventário 2002.8.1. e 2002.8.2. O texto de proveniência das duas peças presente na base de dados MatrizNet, aparenta ser extraído da notícia publicada por Luís Chaves no *Arqueólogo Português* (CHAVES 1916, pp. 150-152), o que causa alguma estranheza, pois na notícia apenas é referida uma armela. As mesmas armelas aparecem ainda associadas ao topónimo “corredores” (PINTO 2002, pp. 305 e 334), o qual não me foi possível localizar no terreno.



Figura 34 – Esquerda: Armela depositado no MNA com o n° 2002.8.2. Direita: Desenho de Saavedra Machado da armela adquirida por Luís Chaves em 1916 (CHAVES 1916, p. 151).

Recentemente, numa propriedade a norte da Igreja de São Domingos foi identificada uma mancha de materiais arqueológicos de período romano, durante os trabalhos de prospeção para o estudo prévio do projeto de construção intitulado “LINHA ESTREMOZ – ALANDROAL, A 400 KV” (ARQPAIS 2010, Vol. 4, Anexo E, pp. 131-134).

Finalmente chegamos ao Outeiro do Castelo, o ponto central deste projeto de investigação, onde uma lenda local, muito similar a uma outra existente no Tanque dos Mouros, muito próximo dali (MARQUES CRESPO 1950, p. 216), nos conta que existem dois potes enterrados, um contendo ouro e o outro a peste. O povo justifica então com o medo de libertar a pestilência, o facto de ninguém ali se atrever a escavar.

Mesmo assim, conhecendo ou não esta lenda, o então governador da praça de Estremoz, o tenente-coronel João Vasco Manuel de Braun, promoveu uma escavação no local em Agosto de 1798. Dessa intervenção apenas nos chega um manuscrito e uma epístola enviada em 1804 pelo Pe. Filippe Eduardo de Mira, pároco de São Domingos de Ana Loura, a Frei Manuel do

Cenáculo, arcebispo de Évora. O manuscrito, atualmente depositado na Biblioteca Pública de Évora (BPE), que não se encontra datado nem assinado, relata o sucedido e providencia o esboço da epígrafe de uma ara funerária encontrada junto à Azenha das Ferrarias. Nessa escavação foi identificado “*hum edificio d' abobeda com seu terrasso superior, ladrilhado este, e formada aquella com pequenos tijollos em figura Rhomboide.*” (s.a. s.d.). Debaxo desse edifício foram encontrados ossos de animais e um recipiente cerâmico. Após a extração dos fragmentos deste recipiente, Braun mandou suspender a escavação. Ainda no mesmo documento é referida a descoberta de duas sepulturas, de onde foi retirada a ara funerária mencionada anteriormente. Esta ara que segundo a notícia foi levada para o quartel de Estremoz, possuía no topo um fóculo para libações e a seguinte epígrafe:



O texto datado do séc. III d.C. transcreve para “*Consagrado aos deuses Manes. Aqui jaz Minácia Faustina, de quarenta anos. Que a terra te seja leve. António Rómulo mandou fazer para a mulher, modelo de piedade.*” (CIL II 166 = IRCP 464).

É também de S. Domingos de Ana Loura a presumível proveniência de uma outra epígrafe, cuja autenticidade é posta em causa devido ao contexto do seu achado, num antiquário de Borba, cujo possuía outras duas comprovadamente falsas. O texto presente na peça seria:



José d’Encarnação verificou que existem elementos que causam uma certa estranheza, como o fato de *Licinia Optata* ser liberta do seu patrono, que por sua vez seria igualmente um

liberto e por estar a dedicar o monumento a si mesma e ao patrono (ENCARNAÇÃO 2009, p. 129).

Quanto aos tijolos romboidais referidos no manuscrito, o seu autor revela que estes fariam parte de uma estrutura abobadada. Os tijolos encontram-se atualmente dispersos em grande número por uma vasta área no topo da elevação e têm sido referidos por outros visitantes do local ao longo dos anos (MARQUES CRESPO 1950, p. 10; LARANJO 2014, Anexo II, Ficha 143). Este tipo de tijolos seria utilizado num pavimento, disposto em *opus spicatum*, com paralelos em outros sítios do atual território português (Tabela 2). Estão associados tanto a contextos militares como residenciais e abrangem um espectro cronológico que vai desde o período tardo republicano ao alto imperial. A sua presença atesta a uma clara influência itálica, mas que cuja técnica construtiva não se perdeu no tempo, continuando a ser utilizada dentro do período imperial.



Figura 35 – Conjunto de tijolos romboidais identificados por Rita Laranjo, no Outeiro do Castelo (2014, Anexo II, Ficha 143, Fig. 3).

Sítio	Tipologia	Cronologia	Contexto de achado	Fonte
<b>Alto dos Cacos</b>	Militar	Tardo Republicano	Descontextualizado	PIMENTA, HENRIQUES & MENDES 2012, pp. 63-64
<b>Azeitada</b>	Residencial	--	Descontextualizado	SILVA 2012, Vol. II, p. 99
<b>Chões de Alpompe</b>	Militar	Tardo Republicano	Descontextualizado	ZBYSZEWSKI, VEIGA FERREIRA & SANTOS 1968, p. 53
<b>Conímbriga</b>	--	--	Descontextualizado	TRIÃES, CORREIA & COROADO 2002, p. 161
<b>Monte Manuel Galo</b>	Militar	Tardo Republicano	Descontextualizado	ALVES 2014, p. 390
<b>Monte dos Castelinhos</b>	Residencial	Tardo Republicano	Pavimento in situ	PIMENTA 2013, pp. 36-38
<b>Santarém</b>	Residencial	Alto Imperial	Pavimento in situ	SILVA 2012, Vol. II, p. 99, 138 e 554
<b>Teatro Romano de Lisboa</b>	--	Tardo Republicano	Descontextualizado	PIMENTA 2014, p. 55
<b>Viseu</b>	Residencial	Alto Imperial	Pavimento in situ	SANTOS, FIGUEIRA & CRAVO 2017, pp. 69-71
<b>Castelo da Lousa</b>	--	Tardo Republicano	--	Materiais depositados no Museu de Évora
<b>Bota 1</b>	--	--	--	Materiais depositados no Museu de Évora

Tabela 2 – Achados de tijolos romboidais em Portugal.

No topo da elevação, numa área de dispersão com aproximadamente 2.800 m<sup>2</sup>, é possível encontrar fragmentos de cerâmica comum, *dolia*, *tegulae*, estuque e uma base de coluna em granito rosa com 70 cm de diâmetro, além dos vários tijolos de forma romboidal. A coluna aparenta ser de estilo jónico, com dois toros separados por uma escócia bem visíveis, embora a base esteja fragmentada.

O topo da elevação é caracterizado por uma saliência cónica, com a forma de um *tumulus*, o que poderia estar relacionado com um eventual derrube de escombros, um pouco à

semelhança do que sucede em Penedo do Ferro (MATALOTO 2002, pp. 166-167). A saliência está também associada a uma marca de crescimento diferencial na vegetação, observável a partir de vista aérea. A marca tem uma forma quadrangular de cerca de 30 metros de lado e pode ser identificada regularmente em várias fotografias aéreas e imagens de satélite, pelo menos desde 1947.

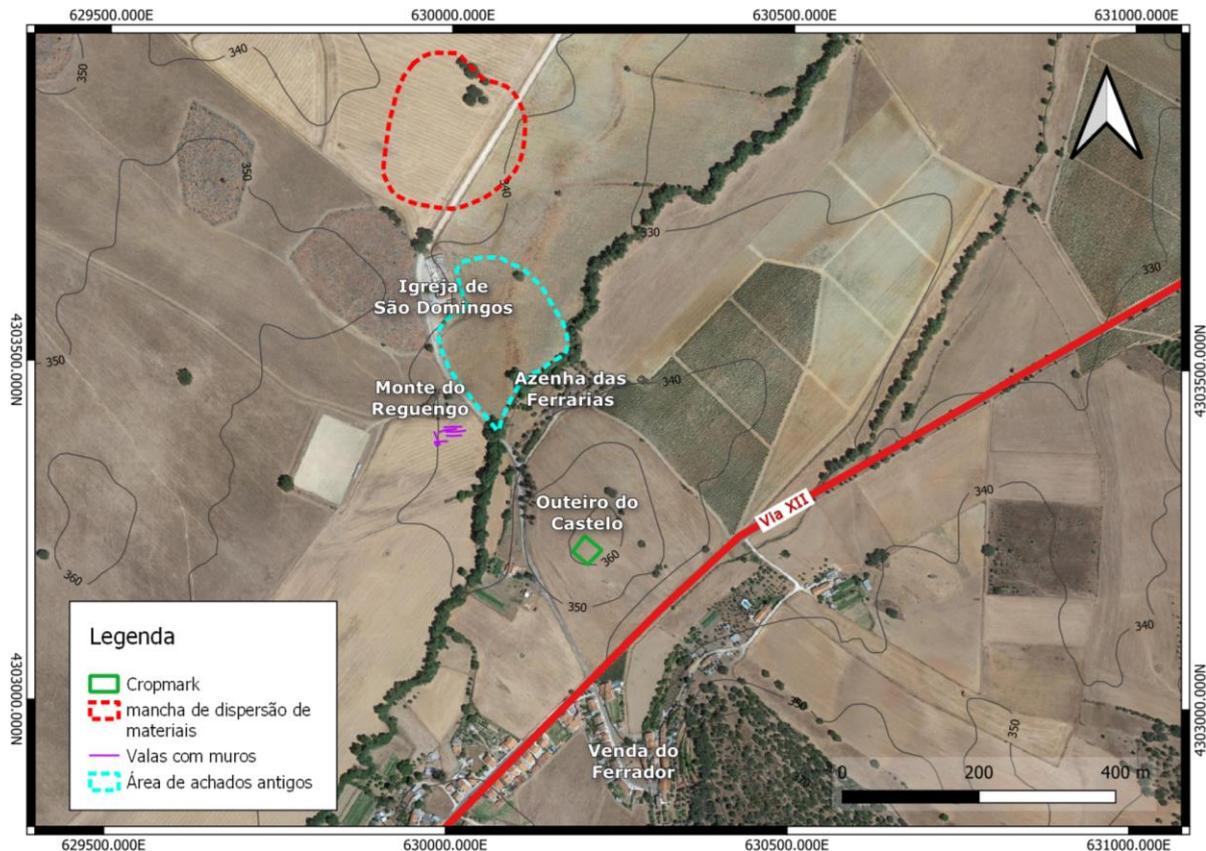


Figura 36 – Mapa da área de estudo.

## Materiais e metodologias

As metodologias empregues neste projeto podem ser agrupadas em três categorias: recolha de dados primários, processamento e interpretação de resultados.

O tipo de dados recolhidos foi diversificado e abrangeram várias áreas, desde fontes como documentos antigos, artigos académicos e periódicos regionais, até às imagens de satélite, passando pela fotografia aérea, tanto histórica como atual e pela prospeção de campo. A revisão bibliográfica permitiu criar enquadrar o sítio arqueológico no espaço e no tempo, enquanto as imagens de satélite e as fotografias aéreas possibilitaram a monitorização do sítio num largo intervalo temporal, por forma a confirmar a presença e a evolução da marca de crescimento diferencial na vegetação. A prospeção de campo foi efetuada com o objetivo de detetar vestígios materiais pertinentes para a interpretação do sítio.

O processamento dos dados foi realizado com recurso a ferramentas de geomática, particularmente Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Neste campo optei pelo cálculo de Índices de Vegetação, a partir das imagens de satélite e das fotografias aéreas captadas com *drone*. Estas últimas também permitiram a construção de Modelos Digitais de Superfície, com o fim de analisar a geomorfologia do sítio e calcular as bacias visuais a partir do Outeiro do Castelo e sobre este. A visibilidade sobre o sítio foi calculada através da técnica de *reverse viewshed*.

Tanto os dados primários, como os dados processados, foram posteriormente analisados e interpretados, cruzando toda a informação, por forma a obter uma leitura mais detalhada possível do sítio arqueológico.

Os materiais e metodologias utilizados foram então os seguintes:

**Revisão bibliográfica** – Esta foi elaborada a partir de documentos antigos depositados em bibliotecas, a partir de artigos académicos e de periódicos regionais. Todas as informações daqui retiradas permitiram enquadrar o sítio no tempo e no espaço;

**Prospeção de campo** – Foi realizada uma prospeção de carácter extensivo sobre o terreno onde se implanta o sítio arqueológico, por forma a detetar eventuais vestígios materiais pertinentes para a sua interpretação;

**Imagens de satélite** – Foram adquiridas imagens de satélite em plataformas de acesso livre, como *Google Earth* ou *ESRI Wayback Imagery*, ou de outras fontes como as imagens do satélite de reconhecimento norte americano HEXAGON KH-9. Todas estas imagens permitiram observar o sítio arqueológico com um significativo intervalo temporal, confirmando assim a presença de uma marca de crescimento diferencial na vegetação;

**Fotografia aérea** – Foram ainda utilizadas fotografias aéreas, através de um serviço WMS providenciado pela DGT, fotografias aéreas históricas adquiridas ao CIGeoE, nomeadamente fotografias dos voos RAF47 e USAF58, além das imagens captadas com *drone*. Este último captou imagens tanto no espectro visível, como no espectro do infravermelho-próximo;

**Índices de vegetação** – Foram calculados índices de vegetação baseados nas imagens multiespectrais captadas com o *drone*. Esta técnica permitiu realçar o contraste da marca de crescimento diferencial na vegetação, associadas a eventuais estruturas arqueológicas no subsolo;

**Geomorfologia** – Foram construídos MDEs a partir das fotografias aéreas do voo RAF47 e das imagens captadas pelo *drone*. O MDE deste último foi depois manipulado e analisado, revelando uma anomalia de forma cónica no declive, relacionada com eventuais estruturas soterradas;

**Bacias visuais** – Foi calculada com recurso a SIG, a bacia visual a partir do Outeiro do Castelo e sobre este. A visibilidade sobre o sítio foi realizada através da técnica de *reverse viewshed*;

**Prospecção geofísica** – Foi ainda realizada uma prospecção magnética sobre o sítio, apenas como forma de comparação com os resultados obtidos através das restantes técnicas e de sua eventual validação.

## **Recolha de dados primários**

- **Revisão bibliográfica**

De forma a enquadrar o sítio arqueológico, foram consultadas fontes documentais e bibliográficas em bibliotecas portuguesas, nomeadamente manuscritos, livros, artigos científicos, teses de doutoramento e dissertações de mestrado, além de periódicos regionais com informações relevantes sobre o Outeiro do Castelo e a sua envolvente.

No campo das fontes documentais, destacam-se o manuscrito e a epístola depositados na BPE, que são o relato mais aproximado da intervenção efetuada no sítio arqueológico, no final do séc. XVIII. Quanto à bibliografia sobre o Outeiro do Castelo, esta é muito escassa, com poucas obras a mencionar o sítio ou a região da Ribeira de Ana Loura. Exceção para as publicações das “Memórias analíticas da vila de Estremoz” de António Henriques da Silveira (FONSECA 2003) e de “Estremoz e o seu termo regional” por José Marques Crespo

(MARQUES CRESPO 1950), onde são referidas algumas evidências de ocupação romana na região.

Também foram consultadas algumas teses e dissertações, que se focam em estudos à escala regional, como a tese de doutoramento de André Carneiro (CARNEIRO 2014), que consegue resgatar os manuscritos da BPE do desconhecimento e refere pela primeira vez uma possível ocupação romana no Outeiro do Castelo, ou como a dissertação de mestrado de Rita Laranjo (LARANJO 2014), que identifica os peculiares tijolos de formato romboidal no sítio, ou ainda a tese de doutoramento de Maria José Almeida (ALMEIDA 2017), que aponta para uma passagem da Via XII, importante ligação terrestre entre Emerita e Olissipo, junto ao sopé da elevação do Outeiro do Castelo.

Outra fonte de informação que se revelou fundamental para este trabalho, foi a consulta de exemplares do periódico regional *Brados do Alentejo*, que através das linhas de José Marques Crespo e de um outro autor que assina com as iniciais “L.F.”, me permitiram encontrar notícias sobre ocorrências de carácter arqueológico na região.

- **Prospecção de campo**

A primeira visita ao Outeiro do Castelo foi realizada no dia 14 de Novembro de 2021, com o terreno recentemente lavrado, mas com alguma vegetação já a brotar do solo, tendo assim umas condições de visibilidade excelentes para a identificação de materiais arqueológicos à superfície.

Realizei então uma prospecção a pé no terreno. Esta foi efetuada de forma extensiva e não direcionada, percorrendo o terreno de SE para NO, em transeptos paralelos, com uma distância de cerca de 5 metros entre si e invertendo o percurso no final de cada transepto. Os materiais detetados à superfície não foram georreferenciados nem recolhidos, não sendo necessário para o objetivo desta tarefa, que era o de tentar perceber de que tipo de sítio se tratava. Os materiais encontrados de maior importância, foram, no entanto, registados e fotografados para referência futura.

Foi deste modo possível identificar no terreno uma base de coluna de granito rosa, com 70 cm de diâmetro. Esta aparenta estilo jónico, com dois toros separados por uma escócia bem visíveis, embora a base esteja fragmentada. Esta base encontra-se invertida e semienterrada no interior da marca de crescimento diferencial.



Figura 37 – Base de coluna em granito, identificada no Outeiro do Castelo.

Além deste elemento arquitetónico, foram encontrados vários fragmentos de material de construção, nomeadamente tijolos retangulares e outros de formato romboidal, cujos poderão corresponder aos mesmos mencionados no manuscrito depositado na BPE. Os pequenos tijolos romboidais medem 10 cm x 6 cm e são fabricados em pasta cerâmica de cor alaranjada com algumas inclusões. Este tipo de pavimentos tem paralelos em outros sítios arqueológicos em Portugal, tal como descrito anteriormente. Na sua maioria estão associados a contextos datados no período tardo-republicano, evidenciando assim a sua influência itálica.



Figura 38 – Tijolo de formato romboidal.

Foi registada também a ocorrência de um fragmento de estuque, sem evidências de pigmentos. De referir ainda a escassa ocorrência de pestanas de tégula no terreno. Quanto à cerâmica utilitária e de armazenamento, estas estão representadas por vários fragmentos de cerâmica comum e de *dolia*, respetivamente.

A mancha de dispersão aparenta originar no interior da área da *cropmark*, o que vem confirmar a relação da referida marca, com os materiais à superfície.

- **Imagens de satélite**

Conforme descrito anteriormente, foram adquiridas múltiplas imagens de satélite, oriundas de várias fontes, com o objetivo de tentar identificar a existência de um padrão de ocorrência da *cropmark*. Das fontes mais utilizadas, destacam-se as imagens disponibilizadas pelas plataformas *Google Earth* e *ESRI Wayback Imagery*, o que se justifica pela excelente cobertura temporal de imagens sobre a área de estudo e pela facilidade de acesso a estas. Foi ainda adquirida a digitalização de um rolo de microfilme do satélite de reconhecimento norte-americano HEXAGON KH-9. A digitalização refere-se à missão nº 1214, com a data de captura de 4 de Julho de 1978 e cobre uma estreita faixa de terreno, que vai desde Pavia (Mora) até Corte de Peleas (Badajoz). Nesta imagem conseguimos observar a *cropmark*, embora de forma ténue, num Outeiro do Castelo um pouco diferente do que existe atualmente.

Quanto à cobertura temporal da área de estudo, foram recolhidas imagens referentes a múltiplas datas, num intervalo entre 02 de Maio 2010 e 27 Abril 2022, com diferentes níveis de observação da *cropmark*. As imagens foram captadas em alturas do ano diferentes, o que pode permitir identificar um padrão de ocorrência anual da *cropmark*.

- **Fotografia aérea**

A obtenção de fotografias aéreas no terreno, foi realizada com o recurso a um *drone*. O aparelho utilizado foi um Parrot Anafi Extended, que se insere na categoria dos quadcópteros de baixo custo. Este consegue captar fotografias com resolução até 21 Megapixéis e vídeo em 4K até 30 frames por segundo, ou em Full HD até 60 frames por segundo<sup>4</sup>. Os sistemas de posicionamento GPS e GLONASS integrados permitem a georreferenciação das fotografias com uma precisão de cerca de 70 cm e as três baterias incluídas possibilitam uma autonomia de voo total de 75 minutos.

---

<sup>4</sup> Informação disponível em <https://www.parrot.com/us/drones/anafi/technical-specifications>. Acedido em 25 Maio 2021.

Durante todas as missões de voo foram registados os valores de temperatura e humidade do ar, com recurso a um termohigrómetro digital. Estes valores foram anotados em folha de cálculo para a posteridade, na esperança de que possam servir para um eventual estudo sobre as causas que contribuem para a formação de *cropmarks*.

Temperatura e humidade do ar			
Data	Sítio	Temperatura	Humidade
20/fev	Outeiro do Castelo	20,0°C	31%
02/abr	Outeiro do Castelo	19,8°C	39%
14/abr	Outeiro do castelo e Monte do Reguengo	24,5°C	36%
04/mai	Igreja S. Domingos	20,2°C	56%

Tabela 3 – Temperatura e humidade do ar registados em cada voo.

Para a captura de imagens no espectro do infravermelho próximo, foi utilizada uma *action cam* modificada com base no trabalho de Geert Verhoeven (VERHOEVEN 2007; VERHOEVEN 2008; VERHOEVEN 2009; VERHOEVEN 2012) e de acordo com as instruções providenciadas pela comunidade *Public Lab*<sup>5</sup>.

A câmara selecionada foi uma Hawkeye Firefly Micro Action Cam II. Esta escolha prendeu-se com as suas reduzidas dimensões e reduzido peso da câmara, com apenas 42 gramas (incluindo a manga protetora em silicone), sendo assim a melhor candidata a acoplar a um *drone* (Anafi) que não é suposto transportar qualquer carga. O seu sensor de 12 megapixéis foi suficiente para o que se pretendia. A câmara possui ainda um intervalómetro incorporado para disparo automático, o que se tornou uma ferramenta indispensável para a captura de imagens aéreas sem qualquer possibilidade de acionar o disparo do sensor a partir do solo. Infelizmente a definição mais curta do intervalómetro é de 5 segundos, o que obriga a realizar voos com velocidades mais reduzidas para que se consiga uma cobertura adequada da área de estudo. Outra limitação da câmara é o facto de apenas permitir a captura de fotografias em formato JPEG, quando o ideal seria o formato RAW e um posterior *demosaiicing*, ou seja, a reconstrução de uma imagem JPEG (ou TIFF), a partir dos três canais do sensor (VERHOEVEN 2009, pp. 147-150).

A modificação desta câmara para a captura de imagens no espectro infravermelho começou com a desmontagem dos painéis exteriores de plástico e com a extração da bateria. Posteriormente retirou-se a placa que contém o sensor e a lente. Para poder aceder ao sensor,

---

<sup>5</sup> Informação disponível em <https://publiclab.org/notes/warren/06-19-2013/small-camera-conversion-tests>. Acessado em 02 Fevereiro 2022.

foi necessária a remoção da lente, retirando a cola que sustem a rosca. Com o sensor exposto, foi possível observar o escudo térmico que bloqueia a luz nos espectros infravermelho e ultravioleta. Este foi removido e substituído por um filtro de gel vermelho Rosco Fire #19, que filtra a luz azul e ultravioleta. Isto faz com que o canal relativo à cor azul seja agora inundado apenas por luz no espectro do infravermelho próximo, convertendo assim a câmara de RGB para RGN. A lente foi colocada de novo no sítio, enroscando até atingir o foco ideal. Isto foi possível conectando a placa da câmara a um televisor, através de uma conexão Micro USB-AV. O processo foi finalizado com a remontagem da câmara.

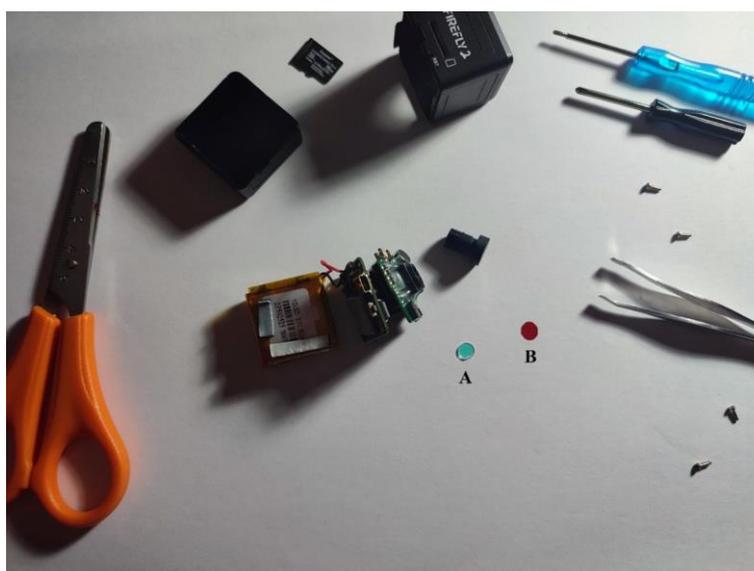


Figura 39 – Processo de substituição do escudo térmico (A) pelo filtro de gel vermelho (B).

A câmara agora modificada foi inserida dentro de uma manga de silicone, para providenciar uma camada de proteção adicional e para amortecer a trepidação durante o voo, tentando assim evitar imagens desfocadas. Esta é depois acoplada a um dos flancos do Anafi através de cintas de velcro, com a lente da câmara inclinada a cerca de 65°. A inclinação da câmara irá então ser compensada durante o movimento do *drone*, ficando a lente direcionada ao solo numa posição próxima dos 90° (nadir).

Foram realizados vários voos, durante diferentes épocas do ano e com o recurso a ambos os sensores, RGB (*drone*) e RGN (*action cam*). O primeiro voo foi executado no dia da primeira visita ao terreno, a 14 de Novembro 2021, onde foram captadas fotografias oblíquas sobre o Outeiro do Castelo a uma altitude de 100 metros, por forma a fotografar o sítio e o seu enquadramento na paisagem envolvente. Nessa altura observei no visor do controlo remoto uma marca de crescimento diferencial, com formato retangular na área do topo da elevação.

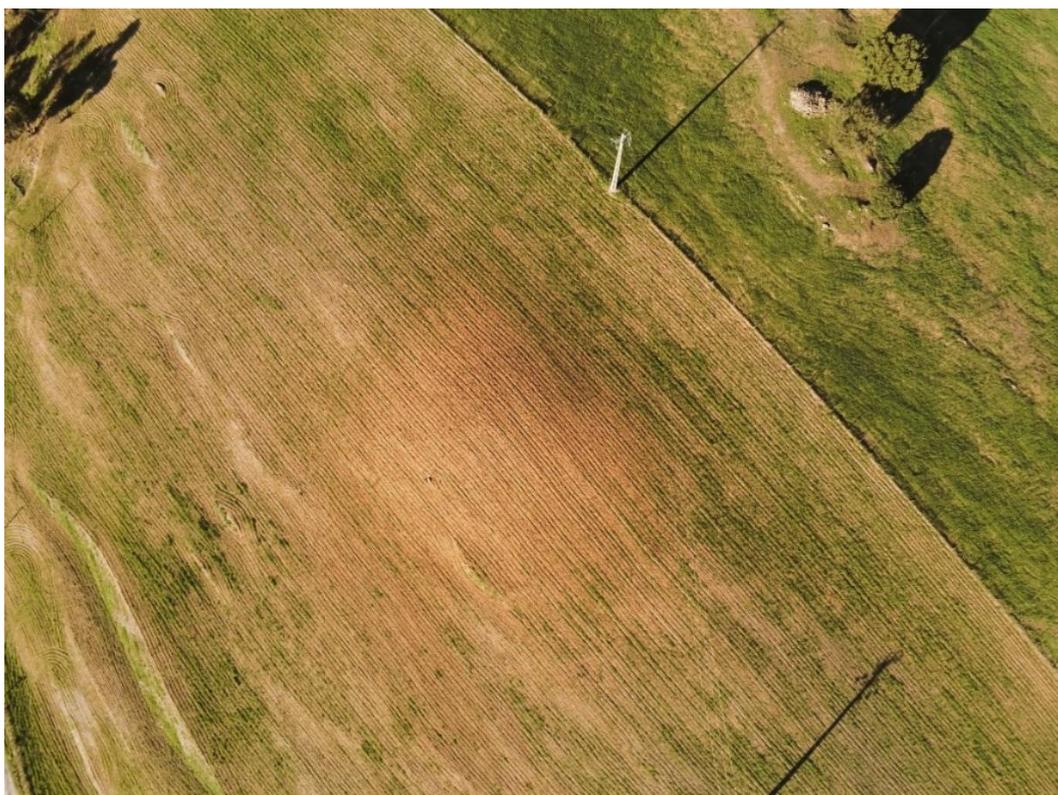


Figura 40 – Fotografia aérea, captada a 14 de Novembro de 2021, sobre o Outeiro do Castelo, onde se observa a marca quadrangular de crescimento diferencial.

O segundo voo foi realizado a 20 de Fevereiro de 2022, desta vez com fotografia aérea vertical, com o objetivo de criar um ortofotomapa e um MDE do sítio. Foi utilizada apenas a câmara RGB do *drone*, que fotografou o terreno através de transeptos paralelos, com uma sobreposição de imagem de 80%.

Em Abril foram realizados dois voos, com distintos propósitos. O voo executado no dia 2 pretendia repetir os resultados do voo anterior, com um ortofotomapa e um MDE do sítio, para que se pudessem comparar e tentar observar alterações no nível de observação da *cropmark*. No dia 14, o voo teve uma finalidade diferente. Pretendia-se não só criar um ortofotomapa e um MDE do Outeiro do Castelo, mas também do terreno do Monte do Reguengo, onde supostamente se encontra uma *villa* romana. Ambos os sítios foram fotografados, desta vez, com recurso a ambas as câmaras (RGB e RGN), resultando num levantamento aéreo multiespectral.



Figura 41 – Detalhe de fotografia CIR (*Colorized Infrared*) do Monte do Reguengo, onde se notam as valas abertas nos anos 80.

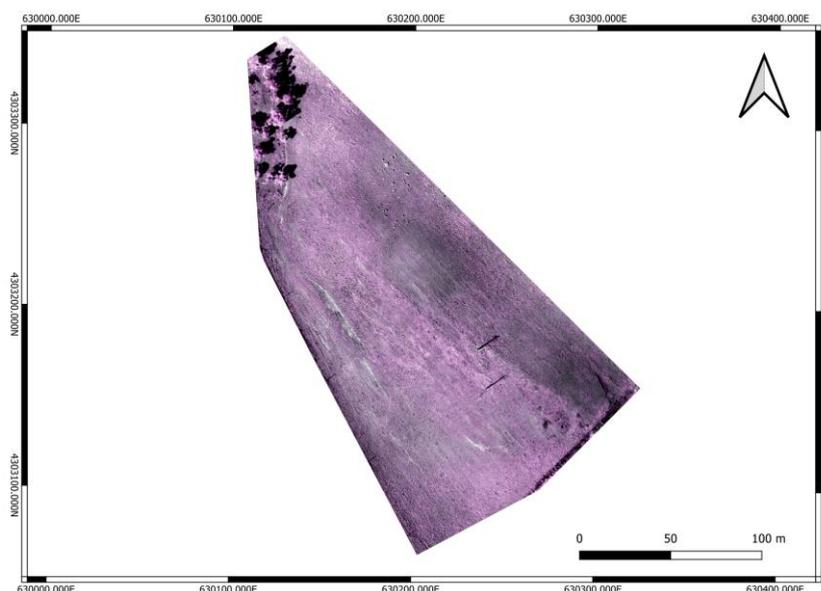


Figura 42 – Ortofotomapa CIR do Outeiro do Castelo, onde se destaca a cropmark.

Por fim, foi ainda executado um voo no dia 4 de Maio de 2022, sobre o terreno adjacente à traseira da Igreja de S. Domingos. Tinha como objetivo, tentar discernir alguma evidência referente às notícias antigas que relatam a ocorrência de uma necrópole e de um “tanque” na área. O voo foi realizado com ambas as câmaras (RGB e RGN), mas não produziu resultados positivos, pois a vegetação havia sido cortada nos dias que antecederam o voo.

Todos os levantamentos, à exceção do voo de 20 Fevereiro (fotografia oblíqua), foram georreferenciados com o recurso a um GPS Diferencial, com o qual foram recolhidas coordenadas geográficas de pontos artificiais no terreno, com uma precisão de 1,5cm. Os pontos artificiais foram criados com alvos quadrangulares do tipo “xadrez”, com 50cm de

largura. O GPS-D utilizado foi um aparelho composto por uma antena recetora Polaris S100, conectada por Bluetooth a um *smartphone*, que realiza correções em tempo real (RTK), através de um cliente N-TRIP, via internet com a estação RENEP mais próxima, neste caso, a estação instalada em Borba.

- **Prospecção geofísica**

A 10 de Abril de 2023 foi realizada uma prospecção magnética, por Jesús García Sánchez e Carlos Cáceres Puerto, ambos investigadores do IAM-CSIC, no âmbito do projeto de investigação EstremHUB. Uma área de 1800 m<sup>2</sup> foi prospectada com recurso a um gradiómetro magnético vertical (Bartington G601 - Fluxgate Gradiometer, Dual Sensor).

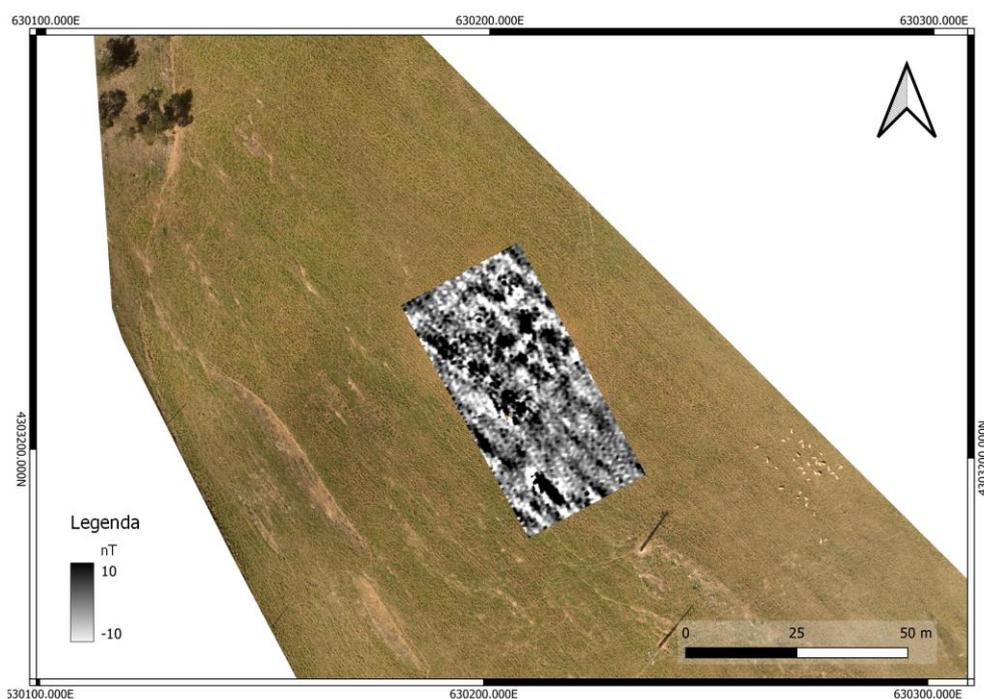


Figura 43 – Magnetograma resultante da prospecção geofísica.

No magnetograma é possível delinear uma área de formato quadrangular formada por estruturas parietais que aparentam dividir o espaço interno em 7 compartimentos. A área destas estruturas corresponde exatamente à marca de crescimento diferencial observada à superfície e ao montículo de forma cónica do topo da elevação. A interpretação proposta do magnetograma, aponta assim para um edifício, cuja planta se assemelha às de outros fortins do período republicano (MAYORAL HERRERA 2018, p. 244, Fig. 165b; MORET 2016, p. 460, Fig. 3; GARCÍA SÁNCHEZ & CARNEIRO 2021, p. 298, Fig. 5).

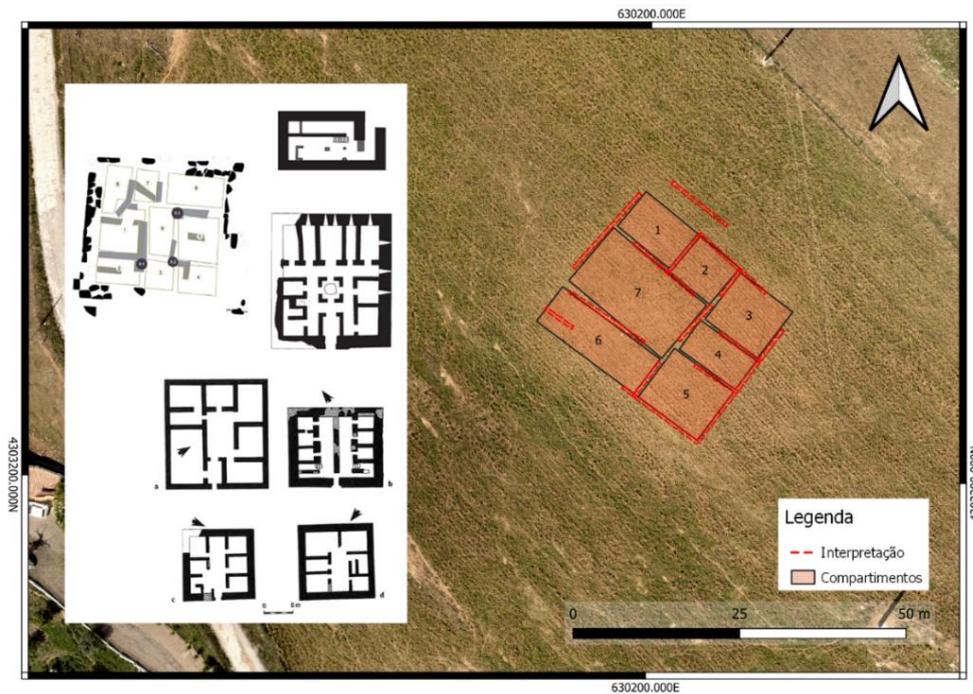


Figura 44 – Planta interpretativa dos possíveis compartimentos do fortim do Outeiro do Castelo, comparada com outros fortins do período republicano (MORET 2016, p. 460, Fig. 3; MAYORAL HERRERA 2018, p. 244, Fig. 165b; GARCÍA SÁNCHEZ & CARNEIRO 2021, p. 298, Fig. 5).

A magnetometria efetuada no local veio assim confirmar que a marca de crescimento diferencial está associada a estruturas positivas soterradas naquele local, o que valida os resultados da aplicação das técnicas de Arqueologia Aérea neste sítio arqueológico.

## Processamento

- **Índices de vegetação**

Durante o primeiro voo (14 Novembro 2021), foi possível observar uma marca de crescimento diferencial, de forma quadrangular, na vegetação do Outeiro do Castelo. Esta marca era formada por uma zona onde a vegetação não tinha brotado do solo, o que poderá corresponder à existência de uma estrutura enterrada, que previne que o sistema radicular das plantas, que crescem em cima, se propague a um ritmo semelhante ao das restantes plantas fora da área da *cropmark*. Sabendo de antemão que o sistema radicular da tremocilha pode chegar a atingir os dois metros de profundidade (SMALL 2012, p. 61) e tendo em conta a implantação da marca no topo da elevação, onde seria expetável uma menor potência estratigráfica, resultante da exposição do solo aos elementos erosivos, faz-nos interrogar qual será a real potência estratigráfica daquele local.



Figura 45 – A: *Cropmark* positiva, provocada por estrutura escavada no substrato geológico. B: *Cropmark* negativa, provocada pelos restos de uma estrutura parietal.

Com os dados captados pelo voo realizado a 14 de Abril de 2022, foi possível efetuar uma série de cálculos de Índices de Vegetação (IV). O objetivo deste exercício é o de tentar perceber melhor os processos físicos da ocorrência desta *cropmark*. O voo foi realizado com recurso a um *drone*, com duas câmaras instaladas, a câmara nativa da aeronave que capta no espectro visível (RGB) e uma acoplada ao chassis do aparelho modificada para captar imagens no espectro visível e no infravermelho próximo (RGN). Como estava limitado a apenas 4 bandas espectrais (Vermelho, Verde, Azul e Infravermelho próximo), também a minha lista de opções de IVs a aplicar era restrita. Dos vários índices disponíveis, optei por sete: *Visible Atmospherically Resistant Index* (VARI), *Excess Green Index* (EXG) *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI), *Optimized Soil Adjusted Vegetation Index* (OSAVI), *Simple Ratio* (SR) e *Modified Simple Ratio* (MSR).

VARI	$(\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red} - \text{Blue})$	(GITELSON <i>et al</i> 2002)
EXG	$2 * \text{Green} - \text{Red} - \text{Blue}$	(WOEBBECKE <i>et al</i> 1995)
NDVI	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$	(ROUSE <i>et al</i> 1973)
NDWI	$(\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR})$	(GAO 1996)
OSAVI	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + 0.16)$	(RONDEAUX, STEVEN & BARET 1996)
SR	$\text{NIR} / \text{Red}$	(JORDAN 1969)
MSR	$\text{Red} / (\text{NIR} / \text{Red} + 1)^{0.5}$	(CHEN 1996)

Tabela 4 – Índices de Vegetação utilizados.

A escolha prendeu-se não só pela restrição de bandas ao meu dispor, mas também com os bons resultados que estes índices têm apresentado, tanto em experiências realizadas anteriormente, como em investigações publicadas por outros autores (AGAPIOU, HADJIMITSIS & ALEXAKIS 2012; GONZÁLEZ & HERNÁNDEZ 2019; RONCHI, LIMONGIELLO & BARBA 2020).

- **Geomorfologia**

As fotografias aéreas captadas durante os voos realizados entre 20 de fevereiro e 14 de abril de 2022, foram depois utilizadas para a construção de vários MDEs, através da restituição fotogramétrica pelo processo de *structure form motion* (ULLMAN 1979). Estes foram construídos com o software Agisoft Metashape e resultaram em três modelos com resoluções entre 2 e 10cm por píxel.

Em todos os modelos é possível observar uma saliência de forma cónica, no centro da área onde ocorre a *cropmark*. A saliência chega a atingir um metro, a partir da altura natural da elevação e poderá ser causada pelo entulhamento de uma estrutura, um pouco à semelhança do que sucede em Penedo do Ferro (MATALOTO 2002, pp. 166-167).

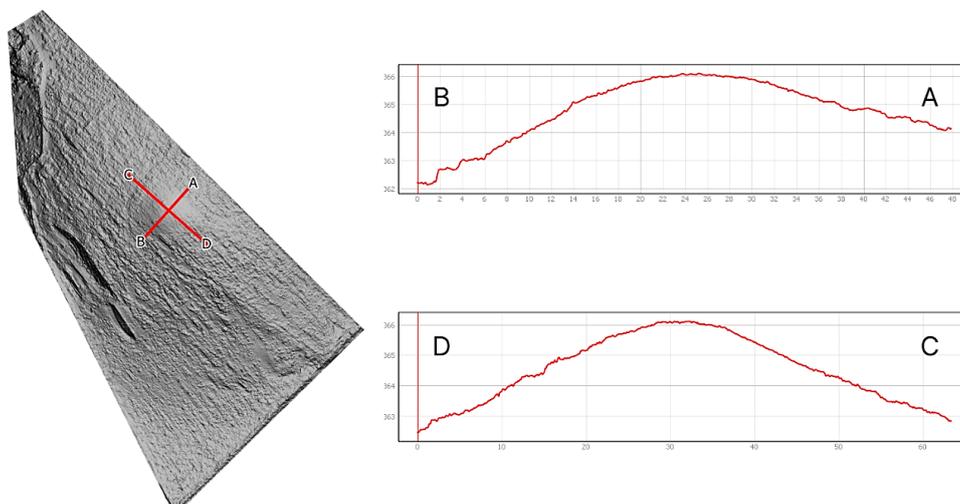


Figura 46 – Perfis de elevação da área central da *cropmark*.

O cálculo da volumetria deste montículo através do *plugin* “Volume Calculation Tool” do software QGIS, revela que a saliência contém um volume de cerca de 758 m<sup>3</sup>. Este valor foi obtido a partir do cálculo da diferença entre a extrapolação dos valores médios de altimetria em redor do montículo e a sua própria altimetria.

A construção de mapas de intensidade e de orientação de declives, derivados dos dados altimétricos recolhidos, demonstram ainda como é constituída a pendente natural do terreno e como esta acaba por influenciar a dispersão dos materiais presentes à superfície. Estes tendem a ocorrer numa mancha que origina na área da *cropmark* continuando cerca de 78 metros para Sul.

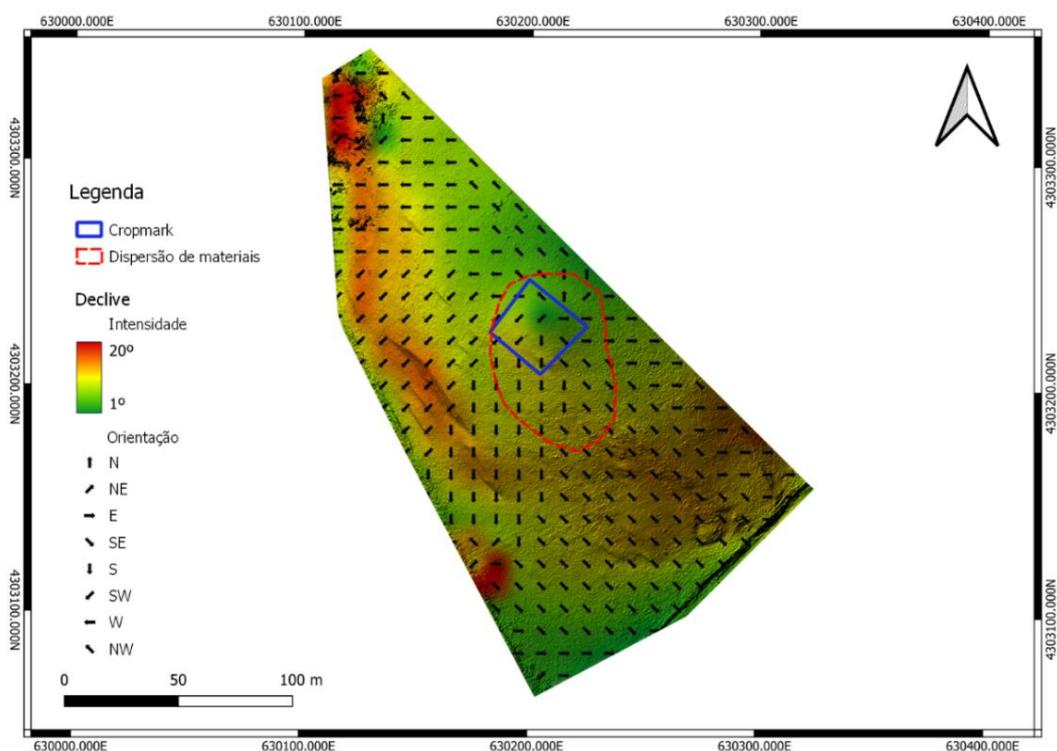


Figura 47 – Mapa de orientação e intensidade de declives do Outeiro do Castelo.

- **Bacias visuais**

A primeira hipótese avançada para a tipologia do sítio foi a de uma provável estrutura de vigilância, como um fortim, isto baseado na sua implantação topográfica (CARNEIRO 2014, Vol. II, p. 239), cuja lhe confere um elevado domínio visual sobre a paisagem circundante. Para tentar confirmar a função do edifício ali soterrado, propus-me a realizar uma análise à visibilidade num raio de cinco quilómetros em redor do Outeiro do Castelo.

O cálculo da visibilidade foi realizado em ambiente SIG, nomeadamente com recurso ao software QGIS 3.28.1. Foi calculada não só a visibilidade a partir do Outeiro do Castelo, mas também sobre este, através da técnica de bacia visual invertida, ou *reverse viewshed* (WHEATLEY 1995; FISHER 1996). O objetivo principal era perceber se o sítio detinha um

domínio visual sobre a paisagem e sobre a possível Via XII ou se este estava implantado numa elevação com o propósito de ser visto. Esta última hipótese poderá ajudar a determinar ou descartar se trata de uma estrutura com funções de vigilância.

Os cálculos foram efetuados tendo em conta que o edifício teria cerca de 6,40 metros de altura, tendo em conta as proporções vitruvianas (MACIEL 2007, pp. 202-203) da coluna pertencente à base de granito rosa que foi encontrada no local. A esses 6,40 metros de altura foram adicionados 1,60 metros, a altura de um hipotético indivíduo, perfazendo um total de oito metros. Este valor de altura foi atribuído ao ponto de observação, no cálculo da bacia visual a partir do Outeiro do Castelo, simulando a observação por parte de um soldado no topo de um edifício. Os cálculos foram realizados com recurso ao ‘plugin’ *Visibility Analysis* 1.8 (ČUČKOVIĆ 2016).

Para proceder aos cálculos desejados, procurei primeiro por um MDE com a maior resolução possível da área de estudo. Optei então por descarregar<sup>6</sup> um MDE de Portugal Continental, baseado nos dados altimétricos adquiridos pela *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) em 2000. Este MDE tem uma resolução de 25 metros por pixel, o que é suficiente para realizar este tipo de cálculos à escala pretendida. Este *raster* foi depois recortado, com recurso a um *shapefile*, deixando apenas os dados altimétricos num raio de cinco quilómetros a partir do Outeiro do Castelo. Isto limitou o *raster* a 123590 células de 625 m<sup>2</sup>, totalizando uma área de 77,2 km<sup>2</sup>.

Quanto aos dados vetorizados, utilizei três *shapefiles*, um deles é um ponto que marca a localização do Outeiro do Castelo, outro uma linha que assinala o trajeto da suposta via romana e ainda um *shapefile* que foi criado apenas para delimitar a área de estudo (raio de 5 km) e recortar as outras camadas. Todos os ficheiros foram projetados no sistema de coordenadas ETRS1989\_PortugalTM06.

Através da ferramenta *create viewpoints* do ‘plugin’, converti o *shapefile* que continha a localização do Outeiro do Castelo num ponto de observação com oito metros de altura e com um alvo de 1,60 metros de altura. Procedi então ao cálculo da bacia visual com o recurso ao MDE e a esse ponto de observação. O resultado foi um *raster* com valores de ‘0’ para as células não-visíveis e de ‘1’ para as células visíveis. O número de células visíveis a partir do ponto de observação do Outeiro do Castelo é de 41399, o que perfaz 33% do total da paisagem num raio de cinco quilómetros.

---

<sup>6</sup> Disponível em <https://blog.viasig.com/2021/11/altimetria-portugal-25m/>. Consultado em 17 Nov. 2011.

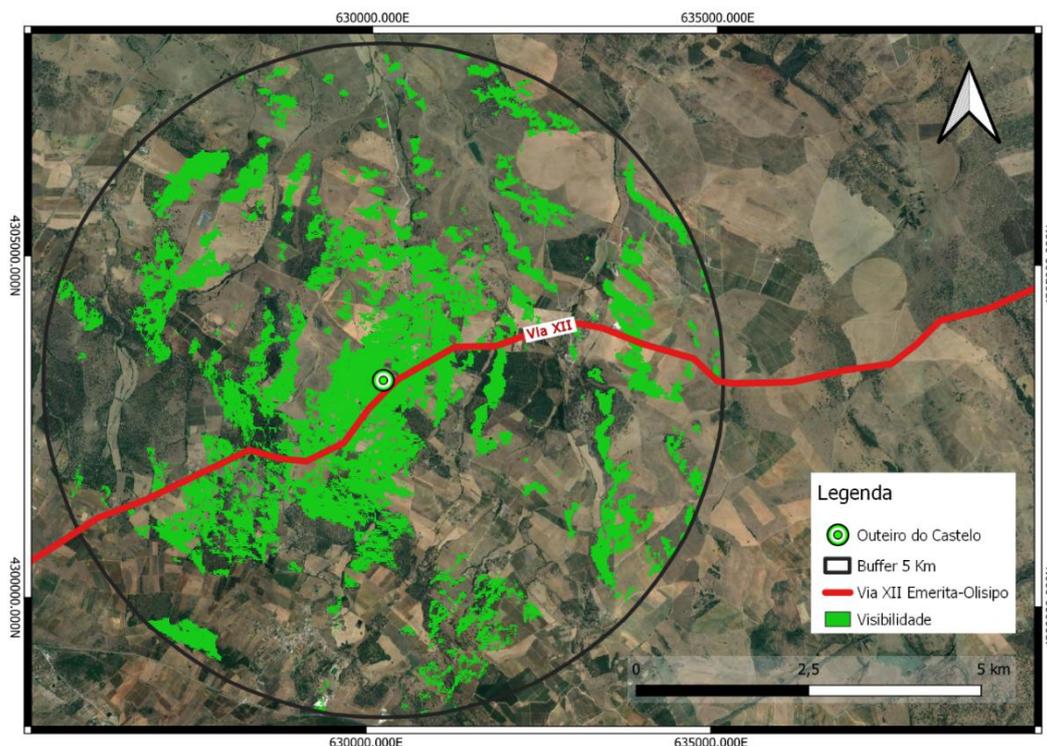


Figura 48 – Visibilidade a partir do Outeiro do Castelo, num raio de 5 km. Imagem de satélite: Google/Maxar.

Em seguida converti o MDE em pontos, através da ferramenta *raster pixels to points*, incluída na ‘Processing Toolbox’ do QGIS. Esta operação criou um *shapefile* com 123590 pontos, cujo campo de atributos ‘VALUE’ armazena os valores altimétricos correspondentes a cada célula do MDE. Estes pontos seriam posteriormente cada um, convertidos em pontos de observação, tal como no passo anterior, e utilizados no cálculo da bacia visual invertida (*reverse viewshed*). Os parâmetros de altura do ponto de observação e do alvo, foram de 1,60 metros e oito metros, respetivamente, o inverso dos valores utilizados no passo anterior. Depois então foi utilizada novamente a ferramenta *viewshed*, recorrendo ao MDE e ao *shapefile* com os pontos de observação recém-criado. Foi deixada ativada a opção *Addition*, no parâmetro que rege o tratamento a dar a resultados múltiplos (*combining multiple outputs*). Isto faz com que o *raster* resultante seja um mapa cumulativo de visibilidade onde cada célula apresenta o número de células a partir das quais é estabelecida uma linha de visão com ela mesma. Uma simples operação de identificação permite verificar que a célula onde está implantado o Outeiro do Castelo tem um valor acumulado de 45002, perfazendo 36% das células num raio de cinco quilómetros em volta do sítio.

Para comprovar a visibilidade sobre e a partir da via romana, procedeu-se primeiro à extração dos valores do mapa de visibilidade a partir do Outeiro do Castelo, que correspondem ao trajeto da via. Este processo foi efetuado primeiro através da ferramenta *rasterize*, que converteu o *shapefile* da via romana num *raster* com 383 células de 625m<sup>2</sup>, com o valor de 200

cada uma. Em seguida, esse *raster* foi combinado com o *raster* de visibilidade a partir do Outeiro do Castelo, produzindo um novo *raster*, com valores entre 200 e 201, sendo o primeiro referente às células da via romana não-visíveis e o segundo valor referente às células da via romana visíveis a partir do Outeiro do Castelo. Existem 162 células visíveis a partir do sítio, o que perfaz 42% daquele troço de cinco quilómetros do Outeiro do Castelo.

Para o cálculo da bacia visual invertida da via romana, procedi primeiro à construção de pontos ao longo do *shapefile* correspondente ao trajeto da via romana. Isto foi efetuado novamente com recurso à ferramenta *raster pixels to points*, sobre o ficheiro com o trajeto, que havia sido rasterizado no passo anterior. Esta tarefa produziu um novo *shapefile* contendo 383 pontos, os quais foram convertidos em pontos de observação com 1,60 metros e alvo de oito metros de altura.

Por fim executou-se o cálculo da bacia visual invertida das células atravessadas pela via romana. Este processo foi realizado mais uma vez com recurso à ferramenta *viewshed*, utilizando o MDE e os pontos de observação criados anteriormente. Isto resultou num *raster* que contém os valores acumulados das linhas de visão estabelecidas a partir das 383 células correspondentes à via romana. Através da ferramenta de identificação observa-se que a célula do Outeiro do Castelo tem um valor de 249 e, portanto, é observável a partir de 249 outras células ao longo do trajeto da estrada, totalizando 65% do troço de cinco quilómetros.

Finalizadas as tarefas em ambiente SIG, cabe agora tirar ilações tendo em conta os resultados obtidos. Sendo assim, é possível comprovar que o Outeiro do Castelo “vê” 41399 células num raio de 5km de paisagem, **33%** do total de 123590 células e “é visto” por 45002 células no mesmo raio de 5km, perfazendo assim **36%** da paisagem. Ao mesmo tempo, “vê” 162 células da via romana, uns **42%** do total de 383 células que a estrada atravessa e “é visto” por 249 células da via, perfazendo uns **65%** das mesmas 383 células.

Paisagem				
	viewshed	Percentagem	reverse viewshed	Percentagem
Células visíveis	41399	33%	45002	36%
Total	123590	100%	123590	100%

Via XII				
	Viewshed	Percentagem	reverse viewshed	Percentagem
Células visíveis	162	42%	249	65%
Total	383	100%	383	100%

Tabela 5 – Número e percentagem de células visíveis sobre e a partir do Outeiro do Castelo.

Parece então que o edifício implantado no cimo do Outeiro do Castelo teria uma maior percentagem de domínio visual sobre o proposto trajeto da Via XII, do que sobre a paisagem envolvente. Mesmo que não se consiga, até ao presente, confirmar a presença de uma via romana neste território, basta uma breve observação do mapa de elevações, para perceber que parece haver um ponto de passagem natural junto ao Outeiro do Castelo. Quem viesse de nordeste, em direção a *Ebora*, teria de circular junto a este edifício, por forma a contornar a cumeada de elevações que aparenta obstaculizar a passagem. A circulação por este trajeto teria, durante a maioria do seu percurso, o olhar vigilante de quem quisesse controlar o fluxo de pessoas e mercadorias, a partir do Outeiro do Castelo. Este fato abona assim em favor da teoria de que o edifício ali soterrado poderá se tratar de um fortim ou de uma atalaia, com o objetivo principal de controlar a passagem por este território.

## Interpretação dos resultados

À medida que os dados recolhidos a partir do ar e da superfície rendilhavam uma tapeçaria de um passado hoje oculto no subsolo, emergia aos poucos uma narrativa sobre a ocupação romana desta região. Para que se possa construir tal narrativa é, no entanto, imprescindível destilar o manancial de dados capturados durante o decorrer deste trabalho de investigação.

Durante a fase de prospeção de campo, foi possível detetar no terreno vestígios materiais, previamente identificados por Rita Laranjo e que correspondem aos mencionados nos manuscritos da BPE. Destacam-se os tijolos de formato romboidal, que são geralmente associados a pavimentos de cronologia tardo-republicana. Estes encontram-se em grande número e dispersos por uma mancha que se estende cerca de 78 metros desde o cume da elevação para Sul. Esta mancha acompanha aliás, a pendente natural do terreno, como é visível no mapa de intensidade e orientação de declives, criado para o propósito através dos dados de altitude recolhidos pelos levantamentos aerofotogramétricos.

A aplicação de metodologias de Arqueologia Aérea revelaram resultados mistos. Alguns conjuntos de dados adquiridos revelaram-se infrutíferos, ou desajustados para o sítio arqueológico em estudo. As imagens do voo RAF47, adquiridas ao CIGeoE, embora sejam de grande utilidade para perceber como a paisagem mudou na última centúria, não demonstraram grande utilidade neste trabalho de investigação. A tentativa de reconstrução fotogramétrica da paisagem, embora com sucesso, não veio acrescentar informação importante aos trabalhos. Isto deve-se em parte, ao período de captura destas imagens. O período estival não é o mais indicado na busca de *cropmarks*, como revela o gráfico de ocorrência destas marcas no Outeiro do Castelo. A resolução espacial das imagens também não permite, mesmo após a reconstrução fotogramétrica, identificar vestígios geomorfológicos, que possam ser associados a estruturas arqueológicas de pequena dimensão, como é o caso do montículo situado no cume daquela elevação. As imagens de satélite, como a do programa de reconhecimento HEXAGON KH-9, ou as mais recentes, captadas pelos sensores da Maxar e da Airbus e disponibilizadas em plataformas de acesso aberto como *Google Earth* e *ESRI Wayback Imagery*, foram extremamente eficazes em estabelecer um padrão de ocorrência de *cropmarks* no Outeiro do Castelo. O intervalo temporal e elevado número de imagens disponibilizadas, permitiu observar que as marcas ocorrem com maior frequência e contraste entre o primeiro e o segundo trimestres do ano. Isto dever-se-á ao crescimento diferencial que as estruturas enterradas no subsolo provocam na vegetação (tremocilha), durante o seu estágio fenológico neste período.

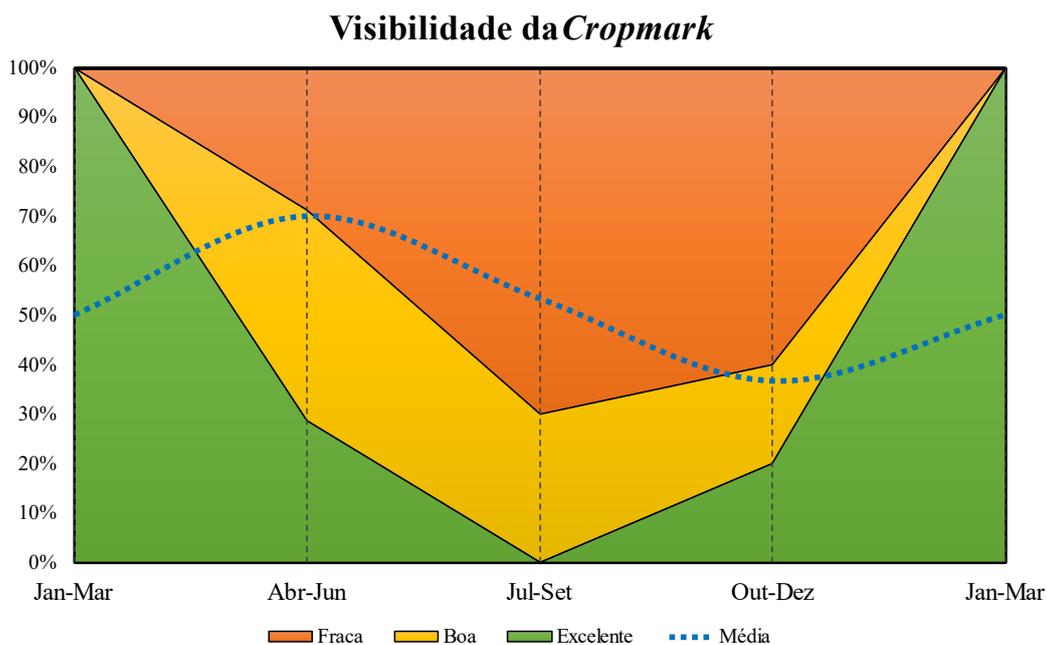


Gráfico 3 – Padrão de visibilidade da *cropmark*, ao longo do ano.

A fotografia aérea de baixa altitude foi a que demonstrou melhores resultados. Através da captura de fotografias verticais e oblíquas foi possível não só identificar a *cropmark* pela primeira vez, como realizar um outro conjunto de análises aos dados resultantes dessas fotografias. Com estas foram produzidos alguns entregáveis, como ortomosaicos e MDEs, que após processamento proporcionaram por sua vez o cálculo de IVs, de volumetria e de bacias visuais. O recurso a uma câmara multiespectral, veio ainda ampliar as bandas espectrais ao meu alcance, durante os cálculos dos IVs. Estes índices mostram a *cropmark* com um maior contraste, facilitando, deste modo, a determinação dos seus limites. Os IVs que melhor contraste proporcionaram, neste caso de estudo, foram o VARI e o MSR. O primeiro, calculado apenas com as bandas visíveis do espectro eletromagnético, demonstra um elevado grau de contraste, o que se justifica com o facto de se tratar de uma *cropmark* constituída por uma mancha de terreno despido, onde a vegetação é praticamente inexistente. Assim, o VARI, mostra um contraste entre as cores do solo e da vegetação, um contraste que é perfeitamente visível a olho nu. Em casos de estudo como o Outeiro do Castelo, onde a *cropmark* é composta por solo despido é, portanto, aconselhável o recurso a IVs com um forte foco no espectro visível, em detrimento das bandas além dos 720 nm, mais indicadas para sítios onde as estruturas soterradas estão cobertas por vegetação.

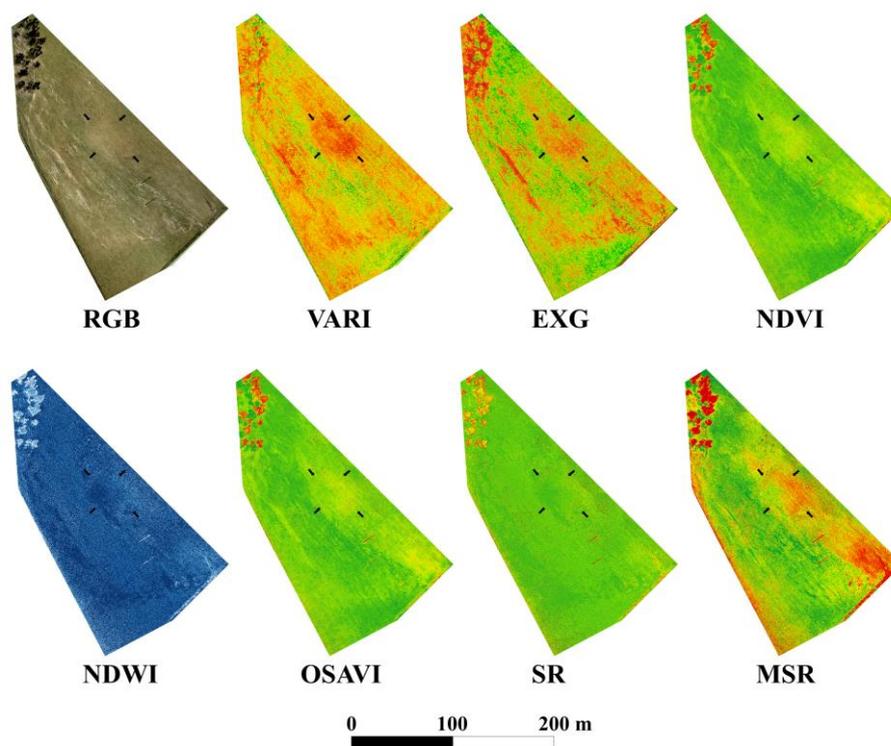


Figura 49 – Índices de vegetação aplicados a partir dos dados captados pelo *drone* multiespectral, com a marca de crescimento diferencial assinalada.

O cálculo da volumetria do montículo que sita no cume da elevação, revelou ainda a sua forma cónica e um volume de solo de cerca de 758 m<sup>3</sup>. A sua posição no interior da *cropmark*, comprova a relação das estruturas que esta saliência cobre, com o crescimento diferencial da vegetação à superfície.

O cálculo das bacias visuais sobre e a partir do Outeiro do Castelo, mostraram que parece existir uma relação entre este e a hipotética via que passaria no seu sopé. O imponente domínio visual que uma estrutura de vigilância ali implantada poderia providenciar sobre este caminho de passagem natural, parece ser inequívoco, mesmo que o seu domínio sobre a paisagem circundante não seja tão evidente.

A teoria da hipotética estrutura de vigilância ganha ainda mais força, após análise ao magnetograma resultante da prospeção geofísica perpetrada pelo IAM-CSIC. Este revela os alicerces de um edifício de planta quadrangular, dividido em 7 compartimentos aparentes. A planta do edifício coincide com a forma da *cropmark* e encontra-se soterrado sobre o montículo de volumetria cónica, podendo assim estar relacionado com o entulhamento das estruturas. Este entulhamento pode ainda ser a causa do stress na vegetação, resultando na referida marca de crescimento diferencial.

## Discussão

No capítulo anterior apresentei uma análise detalhada, tanto aos dados primários, como aos dados processados, derivados da aplicação de técnicas de Arqueologia Aérea no sítio arqueológico do Outeiro do Castelo. Neste capítulo irei agora avançar nessa análise, tentando interpretar o que esse conjunto de dados significa para a compreensão deste sítio. Irei primeiramente dissecar os dados de forma a determinar a que categoria tipológica poderá pertencer o sítio deste caso de estudo. Em seguida, irei tentar discernir que período cronológico observou uma ocupação nesta elevação. Por fim abordarei o seu contexto no tempo e no espaço, considerando a sua relevância histórica e a sua relação com a paisagem e sítios arqueológicos da região.

### Tipologia do sítio

Após interpretar os dados primários e processados recolhidos neste caso de estudo, observamos que existem uma série de fatores que parecem apontar para uma tipologia específica de sítio arqueológico.

A posição dominante no cume da elevação e com excelente controlo visual sobre o caminho de passagem natural que passa no seu sopé, faz-nos supor que se trataria de uma estrutura de vigilância da suposta via, cujo traçado corresponderia a esse caminho natural. O cálculo da bacia visual do Outeiro do Castelo veio apoiar essa teoria, na medida em que provou que a percentagem de controlo visual é maior sobre a via, do que sobre a restante paisagem circundante. Semelhante resultado foi obtido com o cálculo da bacia visual invertida, mostrando que existe uma clara relação entre a estrutura no Outeiro do Castelo e a suposta via que ligaria *Emerita* a *Olisipo*. Aliás a avassaladora percentagem de pontos na via que conseguem observar uma hipotética estrutura no cimo do Outeiro do Castelo, leva-nos a indagar se trataria de um posto de vigia que controlava não só pelo domínio visual a partir de si mesmo, mas que impunha alguma espécie de controlo pela sua observação sobre quem percorria a via.

A forma quadrangular da *cropmark*, e conseqüentemente da estrutura soterrada que a estará a causar, é muito comum em fortins romanos da região. A forma da marca de crescimento diferencial corresponde exatamente com os limites das estruturas parietais, identificadas posteriormente através de prospeção geofísica. Neste levantamento magnético detetámos ainda a presença de 7 compartimentos no interior da estrutura. Foi então possível elaborar uma planta

interpretativa, que se assemelha a outras de estruturas de vigilância ou de controlo do espaço, de período republicano.

O cariz militar deste suposto posto de vigia não é, no entanto, passível de confirmação através dos materiais encontrados dispersos pelo terreno. Estes são compostos maioritariamente por fragmentos de cerâmicas de tipologias muito genéricas e com números pouco expressivos. A cerâmica de construção é praticamente ausente do registo identificado à superfície, com a notável exceção dos tijolos de formato romboidal, que são geralmente associados a pavimentos. O carácter militar da estrutura pode, aliás, ser posto em causa com o achado de um elemento pertencente a uma enorme coluna de granito rosa no local, se bem que podemos estar perante uma reocupação ou deposição secundária, em período posterior ao abandono do hipotético posto de vigia.

A ocorrência de colunas em sítios desta tipologia não é de todo inédita. Existem indícios de colunas no sítio do Castelo do Mau Vizinho (GARCÍA SÁNCHEZ & CARNEIRO 2021, p. 297), cujas são associadas a uma possível *villa*, onde o recinto militar poderá ter sido implantado (MATALOTO 2002, p. 203; MATALOTO 2004, p. 37). Podemos ainda prever uma possível associação desta base de coluna com a suposta *villa* romana do Monte do Reguengo, distante apenas 250 metros, presumindo assim que o edifício do Outeiro do Castelo faria parte de um complexo habitacional de cariz rural, mas com função ainda desconhecida.

## **Período cronológico**

Atribuir cronologias a sítios arqueológicos é sempre um processo com um grau de complexidade elevado. Este sofre um aumento exponencial, quando se tratam de tentativas de datação através de métodos não-invasivos. O facto do Outeiro do Castelo ter sido “escavado” no final do século XVIII, não facilita essa tentativa, pois o relato desse acontecimento é muito vago e não permite balizar o período cronológico a que se deve a construção e a ocupação daquela estrutura.

Apenas podemos avançar com um intervalo temporal para este arqueossítio, através das realidades materiais encontradas dispersas pela superfície e pelas características detetadas pelas técnicas de deteção remota aplicadas durante os trabalhos desta investigação. Neste sentido, dispomos de fragmentos de material de construção, como os tijolos romboidais, que se encontram em grande número, espalhados pelo terreno e que estarão associados a pavimentos em *opus spicatum*, que ocorrem maioritariamente em contextos de cronologia republicana,

embora se mantenham ainda durante o período imperial. O formato do edifício, identificado através de imagem aérea e confirmado com a magnetometria, refere para uma planta quadrangular, com cerca de 30 metros de largura. Este facto, aliado à deteção do que aparentam ser 7 compartimentos que dividem o espaço interno do edifício, remete, como falado anteriormente, para uma estrutura de cariz militar, com uma provável função de vigilância sobre o ponto de passagem natural que sita nas suas imediações. Todas estas características, e tendo em conta outras realidades semelhantes, faz-nos propor que estejamos perante um fortim do séc. I a.C..

Todavia, não podemos ignorar um elemento que parece destoar do resto do cenário presente no Outeiro do Castelo. A base de coluna em granito rosa pertence a um estilo arquitetónico mais orientado para uma ocupação de tipo residencial e civil. O que nos faz interrogar se estaremos perante uma reocupação do espaço após o abandono do suposto fortim, ou se trata apenas de um achado isolado que poderá ter sido ali depositado posteriormente. A existência nas imediações de uma *villa* e de possíveis estruturas ligadas à higiene e bem estar de uma classe social mais favorecida, pode apontar para uma ocupação mais tardia, num período em que já não se justificaria a presença de um posto de vigia que controlasse a circulação de pessoas e bens por aquele local. O achado de elementos epigráficos de carácter funerário situados no séc. III d.C., vão ao encontro de uma ocupação já dentro do período do Baixo Império.

Um outro cenário proposto é o do edifício ali presente ser contemporâneo e fazer parte integrante de um complexo associado à *villa* do Monte do Reguengo, como foi falado anteriormente. Esta última hipótese não é contestada pelo achado do pavimento em *opus spicatum*, pois esta técnica, como já vimos surge igualmente em períodos mais tardios da ocupação romana do atual território português.

## **Contexto no tempo e no espaço**

Após a tentativa de atribuição de tipologia e de período cronológico ao sítio do Outeiro do Castelo, falta situá-lo no contexto histórico e regional, aproveitando para ensaiar uma narrativa que possa revelar o seu papel nesses mesmos contextos. Os resultados deste trabalho de investigação, apresentados anteriormente, permitem já um pequeno vislumbre que poderá ajudar na resolução deste quebra-cabeças arqueológico.

A atribuição da tipologia de fortim, ou de qualquer outro tipo similar de posto de vigilância ou controlo da paisagem não é inocente. A região onde o Outeiro do Castelo se insere está

pontuada por quase três dezenas de sítios arqueológicos conhecidos, com uma tipologia semelhante. Estes, ao serem dispostos em cartografia, revelam uma dispersão radial pela paisagem alentejana, com o ponto de origem no curso do Rio Guadiana. Dispersão que provavelmente se tratará de uma rede de controlo/vigilância de um território recém-conquistado e com particular ênfase no importante curso de água. O proposto fortim do Outeiro do Castelo encontra-se situado precisamente no centro dessa rede, entre duas linhas de fortins que se estendem do Guadiana para noroeste. Ainda é muito precoce incluir o Outeiro do Castelo nessa rede de fortins e de recintos-torre, contudo, não podemos negar a tentação de ponderar uma relação entre este sítio e os restantes, tendo em conta a similitude de características que os compõem.

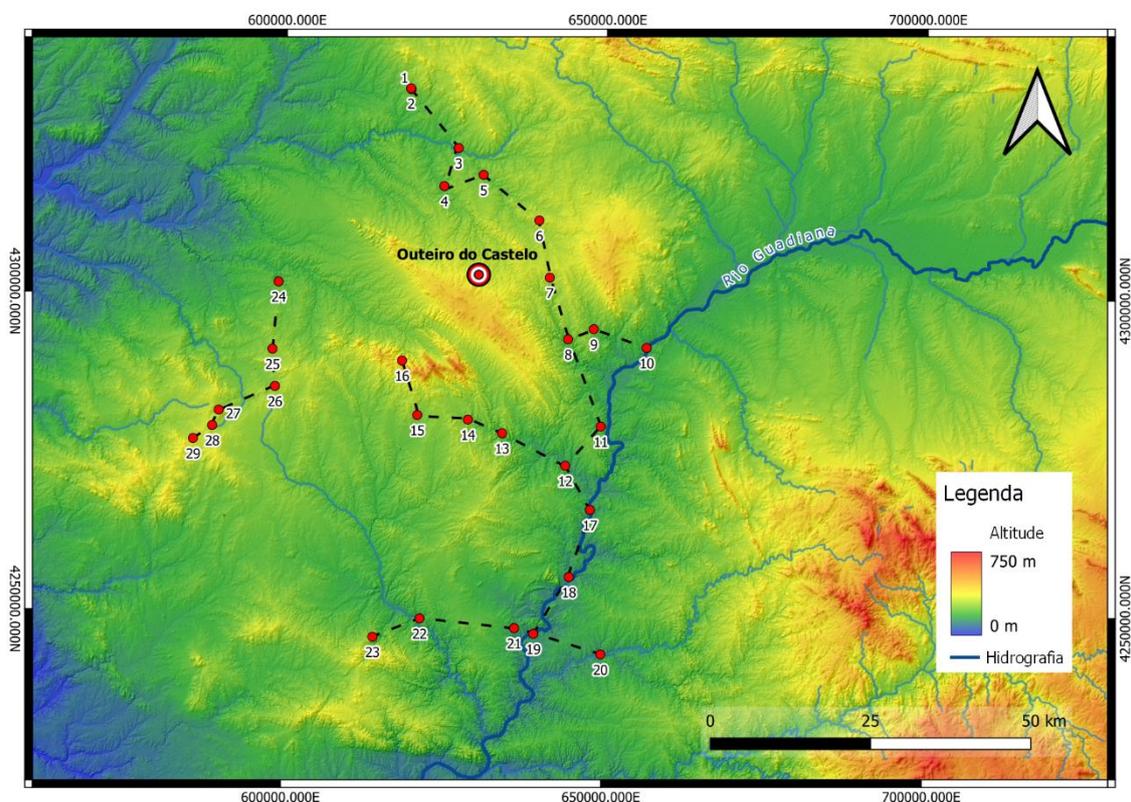


Figura 50 – Localização do Outeiro do Castelo na rede regional de fortins e recintos-torre, a partir de MATALOTO 2002. 1- Malhada das Penas 1; 2- Malhada das Penas 2; 3- Beçudos; 4- Mariano; 5- Outeiro da Mina; 6- Penedo do Ferro; 7- Terrugem; 8- Brioia; 9- Outeiro Pintado; 10- Três Moinhos; 11- Rocha de Províncias; 12- Castelinhos do Rosário; 13- Castelinho; 14- Caladinho; 15- Monte do Almo; 16- Cortes; 17- Castelo da Pena de Alfange; 18- Monte do Gato 2; 19- Castelo da Lousa; 20- Malhada dos Potes; 21- Defesinha; 22- Moinho do Tojal; 23- Castelos; 24- Soeiros; 25- Santa Justa; 26- Castelo do Mau Vizinho; 27- Sempre Noiva; 28- Castelo dos Mouros; 29- Vale d’El Rei.

A quebra em alguns espaços desta suposta rede de controlo/vigilância pode dever-se à falta de indícios arqueológicos. Quero com isto dizer que tanto podem não existir outros fortins nesses espaços, como poderão ter existido e ainda não se terem encontrado tais evidências. O facto do Outeiro do Castelo se encontrar aparentemente deslocado das principais linhas dessa

rede, poderia então dever-se a uma falta de conhecimento de outros sítios que complementassem a rede e assim integrassem inequivocamente o sítio na restante rede regional. No entanto, isto não passa de mera conjectura, até que se possa confirmar no terreno a presença de mais fortins ou de estruturas de função análoga.

Tal como Rui Mataloto escreve (2004, p. 43), existem outros fortins nesta rede que se situam junto a pontos de passagem natural, aparentando uma função de controlo da circulação por esse território. Este parece ser igualmente o fator que se prendeu na escolha da elevação do Outeiro do Castelo, para a implantação do proposto fortim. O autor menciona ainda a ausência de intervisibilidade entre os sítios, o que poderia supor que não era esse o propósito da construção de tão densa rede de estruturas de vigilância. Não podemos, todavia, descartar a hipótese de existir uma rede de comunicação por outros meios, como estafetas ou sinais de fumo. Mataloto dispensa ainda a função de policiamento de povoados indígenas, devido à ausência de povoados nas imediações dos fortins. No caso do Outeiro do Castelo, existe um importante povoado (Castelo Velho de Veiros) a cerca de 7 km, a jusante da Ribeira de Ana Loura, mas sem contato visual direto e sem outras evidências que estabeleçam qualquer tipo de relação entre ambos os sítios. De qualquer forma, este tipo de construções de função militar estará balizada cronologicamente na 2ª metade do séc. I a.C., num período conturbado da República Romana, o que aparenta ter sido a razão para que se estabeleçam pontos de vigilância e controlo no território (MATALOTO 2004, p. 48).

A análise aos dados recolhidos neste trabalho de investigação, não permitiram, no entanto, discernir se existiu contemporaneidade entre o proposto fortim e os restantes vestígios de ocupação já em período imperial nas imediações. A existência de uma base de coluna em granito no cume do Outeiro do Castelo, a proximidade da *villa* do Monte do Reguengo, os indícios de uma instalação termal e a epígrafe funerária datada do séc. III d.C., apontam para uma ocupação posterior, já de caráter residencial, com indicadores da presença de uma classe social que usufruía de um estilo de vida confortável. Estes indícios insinuam uma mudança no paradigma da estratégia de controlo territorial, entre o período republicano e o período imperial, ao mesmo tempo que sugerem uma ocupação contínua do espaço ao longo dos séculos. A passagem hipotética da Via XII por este local adiciona ainda outra camada ao contexto histórico do Outeiro do Castelo. A presença de um fortim num ponto de passagem natural E-O, que se tornaria na importante via que ligaria *Emerita Augusta* a *Olisipo*, faz também antever a preponderância que este sítio teve nas rotas de circulação de pessoas e bens, primeiramente em período republicano e posteriormente no Império.

## Considerações finais

A investigação realizada ao longo desta dissertação proporcionou uma visão abrangente e detalhada do desenvolvimento da Arqueologia Aérea na Península Ibérica ao longo do último século. Comparando Portugal e Espanha, emergem diferenças significativas em termos de adoção de tecnologias e métodos relacionados com a Arqueologia Aérea, bem como na forma como essas técnicas influenciaram a compreensão dos sítios arqueológicos.

É evidente que ambos os países exploraram inicialmente a utilização da aviação militar nas suas primeiras incursões na Arqueologia Aérea, com Espanha a entrar nesta arena apenas dois anos após a realização da primeira fotografia aérea a partir de um avião no país. No entanto, um hiato na utilização de fotografias aéreas na arqueologia espanhola durante a Guerra Civil marcou uma pausa temporária nessa trajetória.

Por outro lado, Portugal começou a adotar a fotografia aérea mais tardiamente, com a sua introdução apenas em 1934 por Manuel Heleno, um pioneiro no seu uso em arqueologia. Embora Manuel Heleno e, posteriormente, Manuel Farinha dos Santos tenham promovido essa e outras metodologias não-invasivas, a Arqueologia Aérea enfrentou uma adesão limitada por parte da comunidade arqueológica portuguesa. Em contraste, em Espanha, Júlio Martínez Santa-Olalla e Martín Almagro Basch foram vanguardistas na intenção de criar uma técnica espanhola de Arqueologia Aérea, adaptada às características climáticas e pedológicas do país.

A história da Arqueologia Aérea na Península Ibérica revela um desfasamento temporal significativo entre Portugal e Espanha na adoção de diversas metodologias. Espanha desenvolveu projetos de prospeção em larga escala com o auxílio da fotografia aérea e da fotointerpretação, enquanto em Portugal, a utilização dessas técnicas permaneceu limitada por décadas. A introdução da aerofotogrametria em Espanha na década de 70 superou em muito a adesão tardia de Portugal a essa metodologia, que só ocorreu na era digital, quatro décadas depois. Além disso, a utilização contínua da fotografia aérea de arquivo em Espanha, em contraste com a falta de desenvolvimento semelhante em Portugal, destaca as disparidades persistentes no acesso a esse tipo de recursos.

No final do século XX, os arqueólogos espanhóis começam a incorporar imagens de satélite nas suas pesquisas, enquanto que os homólogos portugueses apenas adotaram essa abordagem em 2013 com o acesso a dados de plataformas abertas como o *Google Earth*. A introdução do SIG e a aplicação de métodos como o cálculo de IVs e imagens térmicas em Espanha precederam, de igual modo, significativamente a adoção dessas técnicas em Portugal.

A utilização de drones e de dados LiDAR pareceu surgir simultaneamente nos dois países por volta de 2010, mas com circunstâncias diferentes. Em Portugal, foi resultado de um projeto de pesquisa liderado por uma equipa belga que já possuía experiência anterior no uso destes sistemas em outros países. Em Espanha, a introdução de drones teve como objetivo inicial a criação de ortofotomapas, enquanto os dados LiDAR foram utilizados para criar Modelos Digitais de Elevação a partir de levantamentos aéreos estatais.

A última inovação na Arqueologia Aérea envolve a aplicação de técnicas de deteção automática por meio de algoritmos de *machine learning*. Espanha deu os primeiros passos nessa direção em 2016, enquanto Portugal iniciou trabalhos nessa área apenas recentemente, com o *Odyssey Sensing Project*, cuja primeira publicação data de 2022.

A análise comparativa que realizei neste trabalho de investigação revelou assim um notável atraso tecnológico e metodológico de Portugal em relação a Espanha ao longo do último século na área da Arqueologia Aérea. Este atraso pode ser justificado não só pelo aparente desinteresse da comunidade arqueológica, mas também por uma eventual fraca disponibilidade de recursos. Neste campo é ainda evidente, a desigualdade entre os dois países no que toca aos graus de acessibilidade a acervos fotográficos antigos e a dados LiDAR. No entanto, observa-se um impulso recente e significativo em Portugal, estimulado por um grupo restrito de investigadores, que tem colocado ambos os países a um nível semelhante de inovação nos dias de hoje.

Compreender o estado da arte da Arqueologia Aérea na Península Ibérica proporcionou uma base sólida para a exploração das possíveis aplicações dessas metodologias em casos de estudo específicos. Assim, com o propósito de demonstrar os benefícios tangíveis que a Arqueologia Aérea pode trazer, propus-me a aplicar algumas dessas técnicas no contexto do Outeiro do Castelo, localizado em Estremoz. Esta investigação minuciosa revelou como as metodologias da Arqueologia Aérea podem iluminar aspectos intrigantes de um pequeno sítio arqueológico, destacando a riqueza da informação que estas abordagens podem oferecer.

A posição estratégica do Outeiro do Castelo, situado no topo de uma elevação com uma vista panorâmica excepcional, levanta a suposição de que possa ter funcionado como uma estrutura de vigilância, possivelmente associada ao controlo de um caminho natural que passa no sopé da elevação. Esta suposição é suportada pelo cálculo da bacia visual do Outeiro do Castelo, que demonstrou que a percentagem de controlo visual é mais elevada sobre o traçado dessa rota do que sobre a paisagem circundante. Além disso, os valores resultantes do cálculo da bacia visual invertida também indicam uma clara relação entre o sítio e essa rota, por onde

acabaria por passar supostamente a via que ligaria *Emerita Augusta* a *Olisipo*. Esta intervisibilidade mútua pode sugerir que o Outeiro do Castelo não apenas dominava visualmente a paisagem, mas também desempenhava um papel ativo na monitorização e no possível controle do tráfego ao longo desse itinerário.

A forma quadrangular da *cropmark* identificada por imagem aérea, é consistente com os limites das estruturas parietais identificadas posteriormente através de prospeção geofísica. Além disso, a deteção de 7 compartimentos dentro da estrutura fortalece a hipótese de que o sítio teria uma função militar, possivelmente de vigilância. A forma interpretada desses compartimentos sugeriu que se tratará de uma estrutura típica de fortim do século I a.C.

Porém, a atribuição de uma função militar ao Outeiro do Castelo não é conclusiva, tendo apenas por base os materiais encontrados dispersos pelo local. Os achados incluem números limitados de fragmentos de cerâmica comum e de armazenamento, predominantemente de tipologias genéricas. A cerâmica de construção é praticamente ausente na superfície do Outeiro do Castelo, com a exceção notável dos tijolos romboidais, frequentemente associados a pavimentos em *opus spicatum*, que ocorrem predominantemente em contextos de cronologia republicana, embora também se mantenham durante o período imperial.

Não obstante, a presença de uma base de coluna em granito rosa no local destoa do contexto militar proposto. Esse elemento arquitetónico sugere uma ocupação habitacional, o que levanta a questão de uma eventual reocupação posterior do Outeiro do Castelo ou se esse achado isolado foi ali depositado por outras razões.

Nas proximidades, a presença de uma *villa* e de possíveis estruturas relacionadas com o bem-estar de uma classe social mais favorecida indica uma ocupação posterior, possivelmente durante o período imperial romano. Os elementos epigráficos funerários datados do século III d.C. enquadram-se numa ocupação dentro do Baixo Império Romano. Estes indícios poderiam relacionar o edifício do Outeiro do Castelo com um complexo habitacional formado por vários núcleos e centrado na *villa* do Monte do reguengo, ou até caracterizá-lo como um edifício com funções religiosas, como um pequeno templo, tendo por base a sua implantação (alta visibilidade e proximidade a linha de água) e a sua planta quadrilátera.

A integração do Outeiro do Castelo no contexto histórico e regional é um desafio, mas sugere-se uma possível relação com uma rede de postos de vigilância e controlo que pontilharam a paisagem alentejana. Embora essa relação não possa ser confirmada no momento devido à falta de evidências conclusivas, a disposição desses sítios revela uma dispersão radial que parte do Rio Guadiana, com o Outeiro do Castelo, situado no centro dessa rede, entre duas

linhas de fortins que se estendem para noroeste. A posição de guarda de um ponto de passagem natural no sentido E-O insinua uma importância estratégica deste sítio, se incluído nesta rede regional de vigilância e/ou de controlo.

A análise da paisagem e a distribuição de fortins sugerem que essas estruturas podem ter sido parte de um sistema de controle e vigilância em um território recém-conquistado, com ênfase no curso do Guadiana. O Outeiro do Castelo, embora possa parecer deslocado das principais linhas dessa rede, isto pode se dever, todavia, ao desconhecimento de outros sítios que complementem a rede e que, desse modo, o poderiam integrar mais plenamente no contexto regional.

Em resumo, este trabalho de investigação destaca não apenas a evolução da Arqueologia Aérea na Península Ibérica ao longo do último século, mas também a necessidade contínua de colaboração interdisciplinar para aprofundar a nossa compreensão do passado. O caso de estudo do Outeiro do Castelo ilustra os benefícios da Arqueologia Aérea na identificação e interpretação de sítios arqueológicos e sublinha a complexidade dos pequenos sítios arqueológicos que pontilham a nossa paisagem.

## Bibliografia

- [s.a.] (s.d.) – *Noções da escavação junto à Ribeira d'Anna Loira* [manuscrito]. Acessível na Biblioteca Pública de Évora, Évora, Cod. CXXIX 1-13 P.XXXI (1 fl+1b).
- [s.a.] (1911) – *Estudio histórico del Cuerpo de Ingenieros del Ejército*. Tomo II. Madrid: Establecimiento tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, pp. 457-499.
- ABASOLO ALVAREZ, J. (1975) – Notas sobre el campamento romano de Sasamón (Burgos). *Pyrenae*, nº 11, pp. 127-132.
- AGAPIOU, A., HADJIMITSIS, D. G. & ALEXAKIS, D. D. (2012) – Evaluation of Broadband and Narrowband Vegetation Indices for the Identification of Archaeological Crop Marks. *Remote Sensing*, 4, pp. 3892-3919.
- ALMADA, V. (1888) – *Elementos para um dicionário de Geographia e História Portuguesa: concelho de Elvas e extintos de Barbacena, Vila Boim e Vila Fernando*, Vol. I, Elvas: Typographia de Samuel F. Baptista
- ALMAGRO BASCH, M. (1943) – La colaboración de la aviación española en el campo de la Arqueología. *Ampurias*, 5, pp. 247-249.
- ALMAGRO BASCH, M. (1975) – *Segóbriga, (ciudad celtibérica y romana): Guía de las excavaciones y museo*. Madrid.
- ALMAGRO GORBEA, A. (1976) – Aplicaciones de la Fotogrametría como auxiliar en Arqueología y Restauración de Monumentos. *Ciclo de conferencias sobre fotogrametría. Técnicas instrumentales*. Universidad Politecnica de Madrid, pp. 21-42.
- ALMAGRO GORBEA, A. (1978) – Estudio fotogramétrico del Teatro Romano de Sagunto. *Saguntum*, nº 14. Valência, pp. 165-179.
- ALMAGRO GORBEA, A. (1979) – La campaña de documentación fotogramétrica en la ciudadela de Amman y otros monumentos de Jordania realizada por la misión arqueológica española en Jordania. *Catálogo de la exposición museo arqueológico nacional septiembre 1979 - enero 1980*. Ministerio de Cultura, pp. 52-60.
- ALMAGRO GORBEA, A. (1992) – Estado actual de las aplicaciones arqueológicas de la fotogrametría en España. *Jornadas sobre teledetección y geofísica aplicadas a la arqueología, Madrid 1986*. pp. 11-14.
- ALMEIDA, M. J. de (2017) – *De Augusta Emerita a Olisipo por Eborac: uma leitura do território a partir da rede viária*. Tese de doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa.

- ÁLVAREZ PÉREZ, M. (2018) – *Toponimia do Val de Fragoso 6. Bembrive*. Área de Normalización Lingüística da Universidade de Vigo - Servizo de Normalización Lingüística do Concello de Vigo.
- ALVES, C. (2014) – Os Castella do Baixo Alentejo. O Caso do Monte Manuel Galo. *Actas do Congresso Conquista e Romanização do Vale do Tejo. Cira Arqueologia*, Vol. 3, pp. 385-403.
- APARISI, J. (1956) – Perspectiva actual de la historia primitiva de España. *Anales de la Universidad de Valencia*, Vol. 30, cuaderno 1, pp. 5-190.
- ARIÑO GIL, E., GUIRAL PELEGRÍN, C., LANZAROTE SUBIAS, M.P. & SOPEÑA GENZOR, G. (1991) – Capiteles romanos de la comarca de las Cinco Villas (Zaragoza). *SAGVNTVM. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, vol. 24, pp. 97-115.
- ARIÑO GIL, E. & GURT, J.M. (1992) – Catastros romanos en el entorno de Avgvsta Emérita. Fuentes literarias y documentación arqueológica. *Studia Storica. Historia Antigua*, 10-11, pp. 45-66.
- ARIÑO GIL, E. & MAGALLÓN BOTAYA, M.A. (1992) – Problemas de trazado de las vías romanas en la provincia de La Rioja. *Zephyrus*, 44-45, pp. 423-455.
- ARIÑO GIL, E. & RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, J. (1997) – El poblamiento romano y visigodo en el territorio de Salamanca: Datos de una prospección intensiva. *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, nº 50, pp. 225-245.
- ARMADA PITA, X. L., ALONSO TRONCOSO, V., CARRASCO GARCÍA, P., COSTA CASAIS, M., GÜIMIL-FARIÑA, A., MAÑANA BORRAZÁS, P. & OTERO VILARIÑO, C. (2015) – El yacimiento de Santa Comba (Covas, Ferrol). Investigaciones arqueológicas en un enclave de la ruta marítima atlántica. *Gallaecia: Revista de Arqueoloxía e Antigüidade*, nº 34, pp. 83-124.
- ARQPAIS (2010) – *LINHA ESTREMOZ – ALANDROAL, A 400 KV: Estudo de Impacte Ambiental - Projecto de Execução, Volume 4 - Anexos Técnicos*.
- BARBERAN, C. (1950) – Diez años de arqueología. *Revista nacional de educación*, nº 93, ano X, pp. 92-97.
- BAZZANA, A. & HUMBERT, A. (1983) – *Prospections aériennes: les paysages et leur histoire: cinq campagnes de la Casa de Velázquez en Espagne (1978-1982)*. Casa de Velázquez.

- BELTRÁN, A. (1967) – Colóquio sobre la fotografía aérea. Aplicación a la arqueología. *CAESARAUGUSTA. Publicaciones del Seminario de Arqueología y Numismática Aragonesas*, nº 29-30, pp. 193-199.
- BERGANZO-BESGA, I., ORENDO, H.A., LUMBRERAS, F., CARRERO-PAZOS, M., FONTE, J. & VILAS-ESTÉVEZ, B. (2021) – Hybrid MSRM-Based Deep Learning and Multitemporal Sentinel 2-Based Machine Learning Algorithm Detects Near 10k Archaeological Tumuli in North-Western Iberia. *Remote Sensing*, 13, 4181.
- BLANCO-ROTEA, R., COSTA-GARCÍA, J., FONTE, J., GAGO, M. & GONÇALVES, J. A. (2016) – A Modern Age redoubt in a possible Roman camp. The relationship between two defensive models in Campos (Vila Nova de Cerveira, Minho Valley, Portugal). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, pp. 293-308.
- BRADOS DO ALENTEJO (1934) – *O cemitério romano visigótico da Silveirona fotografado por um avião*, nº180, 7 de Julho de 1934, ano IV.
- BUTRAGUEÑO, E. A. S. (2019) – Un mirador a la historia de España: la evolución fotográfica de la panorámica de Toledo desde el Valle. *Toletum: boletín de la Real Academia de Bellas Artes y Ciencias Históricas de Toledo*, (63), pp. 143-187.
- CÂMARA, A. (2017) – *A fotointerpretação como recurso de prospeção arqueológica. Chaves para a identificação e interpretação de monumentos megalíticos no Alentejo: aplicação nos concelhos de Mora e Arraiolos*. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Évora.
- CARDENAL, J., MATA, E., PÉREZ, J. L., MOZAS, A., FERNÁNDEZ, T., DELGADO, J. & UREÑA, M. A. (2010) – Técnicas fotogramétricas y de escáner láser terrestre aplicadas a la documentación y valoración del patrimonio histórico. *ALCÁZAR, M. G., ARIZA, F. J., GARCÍA, J. L., MATA, E., RUIZ S. & UREÑA, M. A. (Eds.), Catastro: formación, investigación y empresa. Selección de ponencias del I Congreso Internacional sobre catastro unificado y multipropósito*. Universidad de Jaén, pp. 459-470.
- CARDOSO, J. (2002) – Elogio do Prof. Dr. Manuel Farinha dos Santos. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*, 10, pp. 11-37.
- CARDOSO, J. (2013) – Manuel Heleno (1894-1970) o arqueólogo e o professor universitário à luz de documentação inédita. *Al-Madan*, 18, pp. 131-146.
- CARDOZO, M. (1948) - *Citânia e Sabroso: Notícia descritiva para servir de guia aos visitantes*. Guimarães: Companhia Editora do Minho.

- CARNEIRO, A. (2004) – *Povoamento romano no actual concelho de Fronteira*. Ed. Colibri/C.M. Fronteira/C.M. Cascais.
- CARNEIRO, A. (2014) – *Lugares, Tempos e pessoas: Povoamento rural romano no alto Alentejo*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. 2 Vols.
- CARRERO-PAZOS, M., VILAS ESTÉVEZ, B., ROMANÍ FARIÑA, E. & RODRÍGUEZ CASAL, A. (2014) – La necrópolis del Monte de Santa Mariña revisitada: aportaciones del LIDAR aéreo para la cartografía megalítica de Galicia. *Gallaecia: Revista de Arqueoloxía e Antigüidade*, nº 33, pp. 39-57.
- CERRILLO-CUENCA, E. (2017) – An approach to the automatic surveying of prehistoric barrows through LiDAR. *Quaternary International*, nº 435, pp. 135-145.
- CERRILLO-CUENCA, E. & BUENO-RAMÍREZ, P. (2019) – Counting with the invisible record? The role of LiDAR in the interpretation of megalithic landscapes in southwestern Iberia (Extremadura, Alentejo and Beira Baixa), *Archaeological Prospection*, nº 26, pp. 251-264.
- CERRILLO-CUENCA, E. & LÓPEZ-LÓPEZ, A. (2020) – Evaluación y perspectivas del uso del LiDAR en la arqueología española. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 39, pp. 221-238.
- CHAVES, L. (1916) – Asa de sítula. *O Archeólogo Português*, Vol. XXI, Lisboa: Imprensa Nacional, pp. 150-152.
- CHAVES, L. (1952) – Estudos de toponímia portuguesa. Influência militar na formação de topónimos. *Revista de Guimarães*, 62 (1-2), pp. 160-191.
- CHEN, J. (1996) – Evaluation of vegetation indices and a modified simple ratio for boreal application. *Can. J. Remote Sens.*, 22, pp. 229-242.
- CONSELHO DE MINISTROS (2021) – Resolução de Conselho de Ministros nº 71 - A/2021. *Diário da República*. Nº 110, 1ª série, 8 de Junho de 2021, p. 48.
- CONESA, F.C., GARCIA-MOLSOSA, A., ANGELATS, E. & ORENCO, H.A. (2022) – Cloud-computing procedures for the automated detection and monitoring of archaeological sites. *2022 IEEE Mediterranean and Middle-East Geoscience and Remote Sensing Symposium (M2GARSS)*, pp. 118-121.
- CORDEIRO, T. (2019) – *Ferramentas Multimédia para a Gestão, Monitorização e Divulgação do Património Arqueológico*. (Relatório de estágio apresentado à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra).

- CORSI, C. & VERMEULEN, F. (2012) – *Ammaia a Roman Town in Lusitania - Uma cidade Romana na Lusitânia (Radio-Past Project)*, Ghent: Academia Press.
- COSTA, A.C. (1708) – *Corografia portugueza e descripçam topografica do famoso Reyno de Portugal*. Tomo II. Lisboa: Officina de Valentim da Costa Deslandes.
- COSTA, M., PORFÍRIO, E. & SERRA, M. (2014) – A Torre Velha 3 (Serpa) no espaço geográfico. Uma abordagem morfológica de um "sítio arqueológico". *4.º Colóquio de Arqueologia do Alqueva. O Plano de Rega (2002-2010)*. Pp. 237-241.
- COSTA-GARCÍA, J., FONTE, J. & GAGO, M. (2019) – The reassessment of the Roman military presence in Galicia and Northern Portugal through digital tools: archaeological diversity and historical problems. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry Vol. 19*, No 3, pp. 17-49.
- COSTA-GARCÍA, J. M., GONZÁLEZ-ÁLVAREZ, D., GAGO MARIÑO, M., FONTE, J., GARCÍA SÁNCHEZ, J., MENÉNDEZ BLANCO, A., BLANCO-ROTEA, R. & ÁLVAREZ MARTÍNEZ, V. (2021) - Una década de investigación del colectivo RomanArmy.eu: novedades y desafíos sobre la conquista romana del noroeste ibérico. *CARRETERO, A. & PAPI, C. (coord.), Actualidad de la investigación arqueológica en España III (2020-2021)*, Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte-MAN, pp. 153-170.
- CRESSIER, P. (1987) – El poblamiento medieval de la sierra de los Filabres (Almería). *Arqueología Medieval española: II Congreso de Arqueología Medieval Española*, Vol. 2, pp. 549-558.
- CRESSIER, P. (1992) – Aportación de la fotografía aérea a la reconstrucción de los paisajes agrarios medievales. *Jornadas sobre teledetección y geofísica aplicadas a la arqueología, Madrid 1986*, pp. 137-148.
- ČUČKOVIĆ, Z. (2016) – Advanced viewshed analysis: a Quantum GIS plug-in for the analysis of visual landscapes. *Journal of Open Source Software*, 1(4), 32.
- CUNHA, M. (2008) – *As necrópoles de Silveirona (Santo Estêvão, Estremoz). Do mundo funerário romano à Antiguidade Tardia*. (O Arqueólogo Português, Suplemento 4), Lisboa, Museu Nacional de Arqueologia [publicação da tese de mestrado apresentada a Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa em 2004].

- DEL OLMO, J. (1993) – La fotografía aérea como apoyo a la prospección arqueológica en Castilla y León. *JIMENO, A., DEL VAL, J. & FERNÁNDEZ, J. (Eds.), Inventarios y cartas arqueológicas. Actas: homenaje a Blas Taracena, 50 aniversario de la primera Carta arqueológica de España, Soria 1941-1991*. Valladolid: Junta de Castilla y León, pp. 235-238.
- DEL OLMO, J. (1994) – Arqueología Aérea de Emplazamientos de Defensa Medievales en la Provincia de Valladolid. *Actas del I Congreso de Castellología Ibérica, Aguilar de Campoo. 14 a 17 de septiembre de 1994*. Diputación Provincial de Palencia, pp. 593-610.
- DEL OLMO, J., ESCUDERO, Z. & DEL VAL, J. (1990) – Fotografía aérea y prospección arqueológica. *Revista de arqueología*. Año 11, nº 107, p. 60.
- DIDIERJEAN F. & ABÁSULO, J.A. (2007) – La vía Aquitana. Aportaciones de la fotografía aérea. *NAVARRO CABALLERO, M., PALAO VICENTE, J.J. & MAGALLÓN BOTAYA, M.A. (Eds.), Villes et territoires dans le bassin du Douro á l'époque romaine: actes de la table-ronde*. Bordéus, pp. 395-427.
- DOLEZAL, E. (1928) – La fotogrametría en España. *Anales de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos*, Tomo I (2), pp. 33-37.
- DUARTE, L., GARCÍA SÁNCHEZ, J., FONTE, J. & TEODORO, A. (2021) – A GIS open-source application to enhance the identification of archaeological crop marks using remote sensing data. *Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications XII*. Vol. 11863, SPIE, pp. 91-99).
- ENCARNAÇÃO, J. (1984) – *Inscrições Romanas do Conventus Pacencis*. Coimbra, IAFLUC.
- ENCARNAÇÃO, J. (2009) – Da invenção de inscrições romanas, ontem e hoje: a propósito de uma tésseira de bronze. *Revista portuguesa de arqueologia*, Vol. 12, nº 1, pp. 127-138.
- FARINHA DOS SANTOS, M. (1965) – Aplicação da fotografia aérea no levantamento de cartas arqueológicas. *Arquivo de Beja*. 22, Beja, pp. 137-142.
- FARINHA DOS SANTOS, M. (1966) – Possibilidades de aplicação do método da resistividade eléctrica na prospecção arqueológica. *Ethnos*. 5, Lisboa, pp. 313-335.

- FARJAS, M., REJAS, J. G., GÓMEZ, J. A., DE MIGUEL, E. & FERNÁNDEZ-RENAU, A. (2003) – Airborne Multispectral Remote Sensing Application In Archaeological Areas. *CAA 2003, The E-way into the four Dimensions of Cultural Heritage, Viena, Austria. BAR International Series, 2079, Oxford: British Archaeological Reports, pp. 50-53.*
- FARJAS, M., REJAS, J. G., BURILLO, F., LÓPEZ, R., CANO, M. A., SÁIZ, M. E., MOSTAZA T. & ZANCAJO J.J. (2011) – Short Range Photogrammetry and Remote Sensing Application in the Celtiberian City of Segeda. *JEREM, E., REDÓ, F. & SZEVERÉNYI, V. (Eds.), On the Road to Reconstructing the Past. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). Proceedings of the 36th International Conference. Budapest, April 2-6, 2008. Budapest: Archaeolingua, pp. 35-41.*
- FERNÁNDEZ FREIRE, C. F. (2005) – La comarca de la Vera (Cáceres). *El periodo orientalizante: actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida, protohistoria del Mediterráneo Occidental, Vol. 35, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Arqueología, pp. 985-993.*
- FERNÁNDEZ FREIRE, C. F. (2008) – La utilización de imágenes multiespectrales en la arqueología del paisaje: un ejemplo en la comarca de la Vera Alta (Cáceres). *ROVIRA, S., GARCÍA-HERAS, M., GENER, M. & MONTERO, I. (Eds.), Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría. Madrid: Quadro, pp. 539-554.*
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1998) – Las primeras aplicaciones civiles de la fotografía aérea en España: 1. El Catastro y las Confederaciones Hidrográficas. *Ería, Oviedo, 46, pp. 117-130.*
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (2012) – Un vuelo del litoral andaluz de 1942-1943. *Ería, 87, pp. 39-49.*
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (2015) – Fotografía aérea histórica e historia de la fotografía aérea en España. *Ería, 98, pp. 217-240.*
- FERREIRO DIZ, O., GONZÁLEZ DOVAL, C., RIAL FIGUEIRAS, M. T. & FERNÁNDEZ PEREIRO, M. (2017) – Minería aurífera romana y poblamiento en la cuenca media del río Miño. *ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, A., TEJEDOR-RODRÍGUEZ, C. & GARCÍA VÁZQUEZ, I. (Eds.), Investigaciones arqueológicas en el valle del Duero. Actas de las V Jornadas de Jóvenes Investigadores del Valle del Duero: Del Paleolítico a la Edad Media (Valladolid, 12 y 14 de noviembre de 2015), Valladolid: Glyphos Publicaciones, pp. 296-311.*

- FILIPPE, M. (2013) – *A fotogrametria aérea como ferramenta na restituição de paisagens submersas por albufeiras: o caso da barragem da Venda Nova*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- FISHER, P. F. (1996) – Extending the applicability of viewsheds in landscape planning. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 62(11), pp. 1297-1302.
- FIZ, J. I. & MACÍAS, J. M. (2007) – FORMA TARRACONIS? GIS use for urban archaeology. FIGUEIREDO, A. & VELHO, G. (Eds.), *The World is in your eyes, Proceedings of the XXXIII Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference, CAA 2005*, Tomar: Associação para o Desenvolvimento das Aplicações Informáticas e Novas Tecnologias em Arqueologia, pp. 423-427.
- FLORIANO, A. (1944) – Excavaciones en Mérida (Campañas de 1934 y 1936). *Archivo Español de Arqueología*, nº 54, pp. 151-187.
- FONSECA, T. (2003) – *António Henriques da Silveira e as “Memórias analíticas da vila de Estremoz”*. Lisboa: Edições Colibri - CIDEHUS/Universidade de Évora, 334 págs.
- FONTE, J. (2019) – LiDAR aéreo: uma tecnologia de deteção remota de aplicação ainda incipiente na arqueologia portuguesa. *Arqueozine*. 4 de Março 2019. Disponível em <https://arqueozine.com/2019/03/03/lidar-aereo-uma-tecnologia-de-detecao-remota-de-aplicacao-ainda-incipiente-na-arqueologia-portuguesa/>. Consultado em 22 Junho 2022.
- FONTE, J., REDWEIK, P., GONÇALVES, J., VILA LOBOS, L. & FILIPPE, M. (2012) – Recovering Missing Landscapes Through Historical Aerial Images. *3rd EARSeL Workshop 2012 “Advances in Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management”*. Ghent, Belgium, 19–22th September, 2012.
- FONTE, J. & COSTA-GARCÍA, J. (2016) – Alto da Cerca (Valpaços, Portugal): Um assentamento militar romano na Serra da Padrela e sua relação com o distrito mineiro de Tresminas. *Estudos do Quaternário*, 15, pp. 39–58.
- FONTE, J., LIMA, A., MATÍAS RODRÍGUEZ, R., GONÇALVES, J. & LEAL, S. (2017) – Novas evidências de mineração aurífera e estanhífera de época romana no alto vale do Tâmega (Montalegre e Boticas, norte de Portugal). *Estudos do Quaternário*, 17, pp. 45–55.
- FONTE, J., PIMENTA, J., PEREIRA, C. & ARRUDA, A.M. (2020) – Revisitando os Chões de Alpompe com técnicas de deteção remota: Novas evidências sobre os sistemas defensivos Romano-Republicanos. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 46, pp. 215–238.

- FONTE, J., PIRES, H., GONÇALVES-SECO, L., MATÍAS RODRÍGUEZ, R. & LIMA, A. (2014) – Archaeological research of ancient mining landscapes in Galicia (Spain) using Airborne Laser Scanning data. *Paisagens mineiras antigas na europa ocidental. Investigação e Valorização Cultural, Actas do Simpósio Interncaional, Boticas, 25 a 27 Julho 2014*, Câmara Municipal de Boticas/Parque Arqueológico do Vale do Terva, p. 198.
- FONTE, J., MEUNIER, E., GONÇALVES, J., DIAS, F., LIMA, A., GONÇALVES-SECO, L. & FIGUEIREDO, E. (2021) – An Integrated Remote-Sensing and GIS Approach for Mapping Past Tin Mining Landscapes in Northwest Iberia. *Remote Sensing*, 13(17), 3434.
- GAO, B. (1996) – NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*. 58:3, pp. 257-266.
- GARCÍA, J. C. (2009) – DielmoOpenLIDAR: Control de calidad de datos LIDAR y generación de productos finales. *Mapping*, nº 133, pp. 6-11.
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. (2012) – *Arqueología y paisaje en el noroeste de Burgos: la transición de la Segunda Edad de Hierro a época romana a través del registro material*. Tese de doutoramento apresentada à Universidad de Cantabria.
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. (2013) – Recuperando el paisaje romano de Segisamo: algunas herramientas metodológicas más allá de Google Earth. *SASTRE BLANCO, J.C., CATALÁN RAMOS, R. & FUENTES MELGAR, P. (Eds.), Arqueología en el valle del Duero. Del Neolítico a la Antigüedad Tardía: nuevas perspectivas. Actas de las primeras jornadas de jóvenes investigadores en el valle del Duero*. Madrid: La Ergástula, pp. 153-164.
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. (2016) – Aerial survey of the Ager Segisamonensis: a Roman landscape revisited (Sasamón, Spain). *AARGnews*, 52, pp. 34-42.
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. & CARNEIRO, A. (2021) – El Castelo do Mau Vizinho, Arraiolos. Documentación y revisión de un contexto de la romanización. *SPAL* 30.1, pp. 290-309.
- GARCÍA SÁNCHEZ, J. & COSTA GARCÍA, J.M. (no prelo) – Aerial Archaeology in Segisamo. Disentangling the Roman conquest of the Duero valley and the foundation of a new city. *AAerea XV*.
- GARCÍA Y BELLIDO, A. (1972) – La centuriación de Ilici. *XXX Congreso luso-español para el progreso de las ciencias*, Murcia, p. 126.

- GITELSON, A., KAUFMAN, Y., STARK, R. & RUNDQUIST, D. (2002) – Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*. 80:1, pp. 76-87.
- GÓMEZ-PANTOJA, J. (1978) – La ciudad romana de Calahorra. *BELTRÁN, A. (ed.), Symposion de ciudades augusteas (Zaragoza, 29-IX al 2-X de 1976)*, Vol II, Zaragoza, pp. 185-190.
- GONÇALVES, F. (1972) – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia Explicativa da folha 36-B (Estremoz). *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa.
- GONZÁLEZ, J. F., HERNÁNDEZ, F. V. (2019) – NDVI Identification and Survey of a Roman Road in the Northern Spanish Province of Álava. *Remote Sensing*, 11, 725.
- GONZÁLEZ REYERO, S. (2007) – *La fotografía en la arqueología española: 1860-1960: 100 años de discurso arqueológico a través de la imagen*. Madrid: Real Academia de la Historia, Universidad Autónoma.
- GONZÁLVEZ PÉREZ, V. (1974) – La centuriación de Ilici. *Estudios sobre centuriaciones romanas en España*. Universidad Autónoma de Madrid, pp. 101-113.
- GRAU MIRA, I., JIMÉNEZ VIALÁS, H., MORET, P. & PRADOS MARTÍNEZ, F. (2022) – Prospecciones arqueológicas y dinámicas del poblamiento en la campiña de Tarifa (Cádiz). Las raíces protohistóricas del territorio de Baelo Claudia. *Panta Rei. Revista digital de Historia y Didáctica de la Historia*, 16, pp. 83-106.
- GRAU MIRA, I., JIMÉNEZ VIALÁS, H. & SARABIA-BAUTISTA, J. (2021) – Arqueología de los espacios y comunidades agrarias desde el registro superficial: un análisis comparado de paisajes y prácticas rurales desde la antigüedad al medievo. *MAYORAL HERRERA, V.M. GRAU MIRA, I. & BELLÓN RUIZ, J.P. (Eds.), Arqueología y sociedad de los espacios agrarios: en busca de la gente invisible a través de la materialidad del paisaje*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC (Archivo Español de Arqueología, 91), pp. 27-46.
- HELENO, M. (1962) – A «Villa» lusitanoromana de Torre de Palma (Monforte). *O Arqueólogo Português*. Lisboa. Série 2, 4, pp. 313-338.
- HERVÁS LEÓN, M. (2017) – El viaje por España de Alfred Guesdon. 1852-1854. *I Jornadas sobre Investigación en Historia de la Fotografía: 1839-1939, un siglo de fotografía*. Institución Fernando el Católico, pp. 75-86.

- IBÁÑEZ GONZÁLEZ, J. E.; POLO CUTANDO, C. (1993) – La fotointerpretación en la prospección arqueológica. Su aplicación en la Carta Arqueológica de Aragón. JIMENO, A., DEL VAL, J. & FERNÁNDEZ, J. (Eds.), *Inventarios y cartas arqueológicas. Actas : homenaje a Blas Taracena, 50 aniversario de la primera Carta arqueológica de España, Soria 1941-1991*. Valladolid: Junta de Castilla y León, pp. 225-233.
- ILUSTRAÇÃO PORTUGUEZA (1917) – *Últimos ecos da revolução*, nº619, 31 Dezembro 1917, II série.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. VUELOS Y ORTOFOTOS HISTÓRICAS. PNOA (2022) – Disponível em: <https://pnoa.ign.es/pnoa-imagen/vuelos-y-ortofotos-historicas>. Acedido em 10 de Março 2023.
- JONES, R., KEAY, S., NOLLA, J., & TARRÚS, J. (1982) – The Late Roman Villa of Vilauba and its Context. A First Report on Field-Work and Excavation in Catalunya, North-East Spain, 1978–81. *The Antiquaries Journal*, 62(2), pp. 245-282.
- JORDAN, C. (1969) – Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology*, 50, pp. 663-666.
- KUNST, M. & ARNOLD, F. (2011) – Sobre a reconstrução de estruturas defensivas do Calcolítico na Península Ibérica com base na Torre B de Zambujal (Torres Vedras, Lisboa). *O Arqueólogo Português*, 5 (1), pp. 429-488.
- KURTZ, G. F. (1996) – Charles Clifford, aeronauta y fotógrafo, Madrid. 1850-1852. *Charles Clifford fotógrafo de la España de Isabel II*, Madrid: El Viso, pp. 41-69.
- “L. F.” (1932, 24 de Abril) – Fundação de canhões. Seria em S. Domingos de Ana Loura? *Brados do Alentejo*, nº65, Ano II.
- LAGO, M., DUARTE, C., VALERA, A., ALBERGARIA, J., ALMEIDA, F. & CARVALHO, A. (1998) – Povoado dos Perdigões (Reguengos de Monsaraz): dados preliminares dos trabalhos arqueológicos realizados em 1997. *Revista Portuguesa de Arqueologia*. Vol. 1, nº1, Lisboa. pp. 45-152.
- LARANJO, R. (2014) – *Carta Arqueológica do Concelho de Estremoz: da época romana à época moderna*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- LEMOS, V. (1929) – A fotogrametria aérea em Portugal. *XII Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias: Barcelona, del 20 al 27 de mayo de 1929*. Madrid, pp. 29-34.

- LEMOS, V. (1940) – Notas para a história da fotografia aérea e da sua aplicação à cartografia. CARVALHO, A. (Ed.), *Comemoração do Centenário da Fotografia. Sep. Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, classe Ciências*. (pp. 99-106). Lisboa: Academia das Ciências de Lisboa.
- LEMOS, F., MARTINS, M., FONTES, L., LEITE, J. & CUNHA, A. (1998) – A redescoberta da muralha romana e suévica-visigótica de Braga. *FORUM*, 24. Braga: Universidade do Minho, pp. 11-25.
- LINO, R. S. (2018) – *Composição de Ortomosaicos de Fotografia Aérea do Arquivo da Câmara Municipal do Porto*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- LOEWINHSOHN, E. (1964) – Fotografía aérea de la calzada romana entre Astorga y Boya. *El Miliario Extravagante*, nº 7, pp. 151-152.
- LOEWINHSOHN, E. (1965) – Una calzada y dos campamentos romanos en el conventus Asturum, *Archivo Español de Arqueología*, nº 38, pp. 26-49.
- LOPES, C. (2003) – *A cidade romana de Beja. Percursos e debates acerca da "civitas" de Pax Ivlia*, Coimbra: Instituto de Arqueologia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- LÓPEZ ONTIVEROS, A. (1974) – Parcelarios geométricos en la Campiña de Córdoba. *Estudios sobre centuriaciones romanas en España*. Universidad Autónoma de Madrid, pp. 101-113.
- LÓPEZ-LÓPEZ, A. & CERRILLO CUENCA, E. (2016) – Arqueología Aérea y Fuentes de Datos Libres. Posibilidades y límites. *Otrarq. Otras arqueologías*, (1), pp. 181-193.
- LUSA (2020) - *Cava de Viriato em Viseu está a ser digitalizada com a ajuda de drones*, 09 de Junho de 2020. Disponível em <https://portocanal.sapo.pt/noticia/224486>. Consultado em 23 de Junho 2022.
- MACHADO, J. (1964) – Subsídios para a história do Museu Etnológico do Dr. Leite de Vasconcelos. *O Arqueólogo Português*. Nova Série (5). Lisboa. Pp. 51-448.
- MACIEL, M. J. (2007) – *Tratado de arquitetura: Vitruvius*. São Paulo: Ed. Martins.
- MANTAS, V. (1987) – Teledeteção e vias romanas. *Jornadas sobre teledetección y geofísica aplicadas a la arqueología*. Mérida: pp. 165-174.
- MARQUES, A. (2009) – *Recuperação radio-geométrica e catalogação digital de coberturas aéreas antigas da zona de Lisboa*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

- MARQUES CRESPO, J. (1946, 3 de Fevereiro) – Provas provadíssimas de que os romanos chegaram a êste canto regional da península, que é hoje o termo de Estremoz. *Brados do Alentejo*, nº764, Ano XVI.
- MARQUES CRESPO, J. (1950) – *Estremoz e seu termo regional*. Estremoz, Ed. do autor.
- MATALOTO, R. (2002) – Fortins e recintos-torre do Alto Alentejo: antecâmara da "romanização" dos campos. *Revista portuguesa de arqueologia*, 5(1), pp. 161-220.
- MATALOTO, R. (2004) – Fortins Romanos do Alto Alentejo (Portugal): Fortificação e povoamento na segunda metade do séc I a.C.. MORET, P. & CHAPA, T. (Eds.), *Torres, atalayas y casas fortificadas. Explotación y control del territorio en Hispania (s. III a. de C. - s. I d. de C.)*, Jáen: Universidad de Jáen / Casa Velázquez, pp. 31-54.
- MATOS, J. (2004) – Engenharia Geográfica em Portugal nos Séculos XIX e XX. *Movimentos de Inovação e Engenharia em Portugal no Século XX, Vol. III*. Coord. Manuel Heitor, José Brandão de Brito, Maria Fernanda Rollo, Ed. Dom Quixote, pp. 175-177.
- MAYORAL HERRERA, V. (2016) – A view from the far west of Europe: Aerial Archaeology at the Merida Institute of Archaeology. *AARGnews* 52, pp. 24-33.
- MAYORAL HERRERA, V. (2018) – *Fortificaciones, recintos ciclópeos y proceso de romanización en la comarca natural de La Serena (Siglos II a.C al I d.C)*. Mérida: Mytra.
- MÉLIDA, J. R. (1918) – *Excavaciones de Numancia. Memoria que de los trabajos realizados en 1916 y 1917 presenta el presidente de la comisión ejecutiva de dichas excavaciones*. Madrid : Imp. de la Revista de Arch., Bibl. y Museos.
- MÉLIDA, J. R. & MACÍAS, M. (1932) – *La posescena del teatro romano de Mérida : memoria de las excavaciones practicadas en 1929-1931 con una nota sobre el circo*. Madrid : Tipografía de Archivos.
- MIRA, Pe. F. E. (1804) – [carta] 1804 Jun. 18, Estremoz [a] Frei Manuel do Cenáculo [manuscrito], Correspondência recebida nº II. Acessível na Biblioteca Pública de Évora, Évora, p. 110 (nº 1525).
- MONTALBÁN, C. (1929) – *Estudios sobre la isla mencionada por Plinio con el Templo y Ara de Hércules* [Texto datilografado]. 2 Volumes. Larache: Junta Superior de Monumentos Históricos y Artísticos.
- MONTUFO, A.M. (1997) – The use of satellite imagery and digital image processing in landscape archaeology. A case study from the island of Mallorca, Spain. *Geoarchaeology*, 12, pp. 71-85.

- MORATALLA JÁVEGA, J. (2015) – El vuelo Ruiz de Alda (1929-30): un excepcional documento cartográfico. De nuevo sobre Ilici. *SAGVNTVM*, 47, pp. 73-88.
- MORET, P. (2016) – Les tours isolées de l’Hispanie romaine: postes militaires ou maisons fortes? *FREDERIKSEN, R., MUTH, S., SCHNEIDER, P. & SCHNELLE, M. (Eds.), Focus on Fortification: New Research on Fortifications in the Ancient Mediterranean and the Near East*. Oxford: Oxbow, pp. 456-468.
- MUÑOZ SABOYA, Á. (2017) – Archivo y digitalización de los fondos del CECAF. *Mapping*, Vol. 26, 184, pp. 20-23.
- MURALHA, J., VALE, A., JORGE, V. & GOMES, S. (2016) – Escavações arqueológicas em Castanheiro do Vento, 2015. *Coavisão, Cultura e Ciência*, nº 18. Vila Nova de Foz Côa: Câmara Municipal de Vila Nova de Foz Côa.
- NEVES, S. & SOARES, R. (2022) – O Cabeço Redondo (Moura). Resultados da aplicação da técnica de termografia aérea. *JIMÉNEZ ÁVILA, J., BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, M. & HERAS MORA, F.J. (Eds.), Actas del X Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular*, pp. 866-880.
- OREJAS, A. (1992) – *Estructura social y territorio. El impacto romano en la cuenca nordoccidental del Duero*. Tese de doutoramento apresentada à Facultad de Geografía e Historia da Universidad Complutense de Madrid.
- OREJAS, A. (1995) – *Del marco geográfico a la arqueología del paisaje. La aportación de la fotografía aérea*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- ORENGO, H. A., EJARQUE, A. & ALBIACH, R. (2010) – Remote Sensing and GIS applied to the study of an Iberian Iron Age oppidum’s hinterland: La Carència project (Valencia, Spain). *FISCHER, L., CRAWFORD, J.W. & KOLLER, K., Making History Interactive, Proceedings of the 37th annual international conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, Williamsburg, Virginia, BAR International Series, 2079*, Oxford: British Archaeological Reports.
- ORENGO, H.A., GARCIA-MOLSOSA, A., BERGANZO-BESGA, I., LANDAUER, J., ALIENDE, P. & TRES-MARTÍNEZ, S. (2021) – New developments in drone based automated surface survey: Towards a functional and effective survey system. *Archaeol. Prospect.*, pp. 1–8.

- ORENGO, H. A. & PALET, J. P. (2010) – Methodological Insights into the study of centuriated field systems. A landscape archaeology perspective. *DALL'AGLIO, P. L. & ROSADA, G. (Eds.), Sistemi centuriali e opere di assetto agrario tra età romana e primo Medioevo... Atti del Convegno (Padova-Ravenna, 10-12 settembre 2009). AGRICENTURIATI an international journal of landscape archaeology*, 6, Pisa-Roma: Fabrizio Serra Editore, pp. 171-185.
- PAÇO, A. (1954) – Castro de Vila de S. Pedro: VI – Campanhas arqueológicas de 1943 a 1950 (n.º 7 a n.º 14). *Arqueologia e História*. Série VIII, 3. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, pp. 31-80.
- PAÇO, A. & LEAL, J. (1968) – Castelo da Lousa (Mourão). Campanhas de escavação de 1965, 1966 e 1967. *Conimbriga*, 7. Pp. 1-5.
- PARCERO OUBIÑA, C. (2016) – Aerial Archaeology in Spain: out of the closet? *AARGnews*, 52, pp. 12-13.
- PARCERO OUBIÑA, C. & NIÓN-ÁLVAREZ, S. (2021) – Forms of settlement inequality over space. A GIS-based method for measuring differences among settlements. *Journal of Archaeological Science: Reports* 35.
- PÉREZ, D. (1927) – El procedimiento fotogramétrico-aéreo. *Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro*, Saragoça: Ano I, nº 4 (Outubro 1927), pp. 1-2.
- PÉREZ-ÁLVAREZ, J., BASCÓN-ARROYO, F. & CHARRO-LOBATO, C. (2014) – Photogrammetric Usage of 1956-57 Usaf Aerial Photography of Spain. *The Photogrammetric Record*, 29 (145), pp. 108-124.
- PÉREZ VIDIELLA, P., RODRÍGUEZ MIRANDA, Á. & VALLE MELÓN, J. M. (2010) - *Generación de una ortoimagen de las Eras de Villoslada de Cameros (La Rioja)*. [Relatório técnico], Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio, Grupo de Investigación en Patrimonio Arquitectónico Construido (UPV/EHU).
- PICAZO, J. V. & RODANÉS, J. M. (2009) – *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)*. Saragoça: Gob. de Aragón.
- PIMENTA, J. (2013) – A Arquitetura do Monte dos Castelinhos. *Catálogo Exposição Monte dos Castelinhos (Castanheira do Ribatejo) Vila Franca de Xira e a conquista romana no Vale do Tejo*. Museu Nacional de Arqueologia e Museu Municipal de Vila Franca de Xira, pp. 31-42.

- PIMENTA, J. (2014) – Os Contextos da conquista: Olisipo e Decimo Jvnio Bruto. *Atas do Congresso Conquista e Romanização do Vale do Tejo. Cira Arqueologia*, Vol. 3, pp. 44-60.
- PIMENTA, J., HENRIQUES, E. & MENDES, H. (2012) – *O Acampamento romano de Alto dos Cacos – Almeirim*. Associação de Defesa do património Histórico e Cultural do Concelho de Almeirim.
- PINTO, A. (2002) – *Bronzes figurativos romanos de Portugal*. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian.
- QUIRÓS CASTILLO, J. A. (2010) – De la arqueología agraria a la arqueología de las aldeas medievales. KIRCHNER, H. (Ed.), *Por una arqueología agraria: perspectivas de investigación sobre espacios de cultivo en las sociedades medievales hispánicas*, BAR International Series, 2062, Oxford: British Archaeological Reports, pp. 11-23.
- QUIRÓS LINARES, F. & FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1997) – El vuelo fotográfico de la serie A. *Ería*, 43, pp. 190-198.
- REDWEIK, P., ROQUE, D., MARQUES, P., MATILDES, R. & MARQUES, F. (2009) – Recovering Portugal aerial images repository. *Int. Arch. Photogramm., Rem. Sens. Spat. Inform. Sci.*, 38, pp. 1-6.
- REDWEIK, P., VILA LOBOS, L., FILIPE, M., & GONÇALVES, J. (2012) – Recuperação de paisagens submersas a partir de fotografia aérea histórica. *Boletim do Instituto Geográfico do Exército*, 74, pp. 30-35.
- REJAS, J. G., BURILLO, F., LÓPEZ, R. & FARJAS, M. (2006) – Hyperspectral remote sensing application in the celtiberian city of Segeda. CAMPANA, S. & FORTE, M. (eds), *From Space to Place, 2nd International Conference on Remote Sensing Archaeology, Rome (Italy) 4-7 December 2006*, BAR International Series, 1568, Oxford: British Archaeological Reports, pp. 559-564.
- REJAS, J. G., BURILLO, F., LÓPEZ, R., CANO, R., SÁIZ, M. A., FARJAS, M., MOSTAZA, T. & ZANCAJO, J. (2009) – Teledetección Pasiva y Activa en Arqueología. Caso de estudio de la ciudad celtíbera de Segeda. MONTESINOS, S. & FERNÁNDEZ, L. (Eds.) *Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible. XIII Congreso de La Asociación Española de Teledetección. Calatayud 23-26 de septiembre de 2009*, Ediciones Tres Cantos, pp. 497–500.
- RIBEIRO, F. N. (1972) – *A villa romana de Pisões*. Beja: Comissão Municipal de Turismo.

- RIGALT, D. C. (2006) – José Ramón Mélida: Principal Impulsor de la Arqueología Extremeña en el Primer Cuarto del Siglo XX. *Revista de Estudios Extremeños*, 62(1), pp. 11-84.
- RIVERO DE ANDREA, F. (1957) – *El Catastro en España, Francia, Italia, Bélgica, Holanda y Suiza: legislación comparada*. Fábrica Nacional de Moneda y Timbre: Madrid.
- RODRÍGUEZ, I. & CASTELO, R. (2003) – Últimos hallazgos monetarios en el yacimiento de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). *Bolskan*, 20, pp. 257-266.
- ROLDÁN HERVÁS, J. M. (1971) – *Iter ab emerita astvricam. El camino de la plata*. Salamanca.
- RONCHI, D., LIMONGIELLO, M. & BARBA, S. (2020) – Correlation among Earthwork and Cropmark Anomalies within Archaeological Landscape Investigation by Using LiDAR and Multispectral Technologies from UAV. *Drones*, 4, 72.
- RONDEAUX, G., STEVEN, M. & BARET, F. (1996) – Optimization of soil-adjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*. 55:2, pp. 95-107.
- ROSSELLÓ-BORDOY, G. (1970) – Prospecciones arqueológicas en Mallorca mediante fotografía aérea. *Pyrenae: revista de prehistòria i antiguitat de la Mediterrània Occidental*, nº 6, pp. 59-64.
- ROUSE, J. W., HAAS, R. H., SCHELL, J. A. & DEERING, D. W. (1973) – Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. *NASA/GSFC Type III Final Report, Greenbelt, Maryland*.
- SAA, M. (1959) – *As grandes vias da Lusitania: O itinerario de Antonino Pio*. Tomo II. Lisboa: Ed. Autor.
- SAINT MAURICE, A. (2000) – Cota 152. *Série O Lugar da História*. RTP, [documentário em vídeo]. Disponível em <https://arquivos.rtp.pt/conteudos/cota-152/>. Consultado em 12 de Junho 2022.
- SÁNCHEZ, I. M. (2014) – Perspectivas para el estudio del territorio episcopal en la península Ibérica en la Antigüedad Tardía. *Anales de la Universidad de Murcia*, 30, pp. 145-155.
- SÁNCHEZ, I. & MORÍN, J. (2014) – *Idanha-a-Velha. Portugal.1. El episcopio de Egítania en época tardoantigua*. Madrid.
- SÁNCHEZ DÍAZ, F., GARCÍA SANJUÁN, L. & RIVERA JIMÉNEZ, T. (2022) – Potential and limitations of LiDAR altimetry in archaeological survey. Copper Age and Bronze Age settlements in southern Iberia. *Archaeological Prospection*, 29, pp. 525-544.

- SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. (1986) – El Campamento Romano de Valdemeda, Manzaneda (León): ocupación militar y explotación aurífera en el NW peninsular. *Numantia: Arqueología en Castilla y León*, nº 2, pp. 227-235.
- SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. & FERNÁNDEZ-POSSE, M. D. (1992) – Fotointerpretación aplicada a la prospección arqueológica. los castros de La Valderia y La Cabrera (León). *Jornadas sobre teledetección y geofísica aplicadas a la arqueología, Madrid 1986*, pp. 175-187.
- SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. & OREJAS, A. (1991) – Fotointerpretación arqueológica: el estudio del territorio. *Nuevas Corrientes. Arqueología*, pp. 1-22.
- SÁNCHEZ PARDO, J. C. & FUMADÓ ORTEGA, I. (2006) – Aerial Archaeology in Spain: historiography and expectations. *CAMPANA, S. & FORTE, M. (eds), From Space to Place, 2nd International Conference on Remote Sensing Archaeology, Rome (Italy) 4-7 December 2006, BAR International Series, 1568, Oxford: British Archaeological Reports*, pp. 65-71.
- SANTA-OLALLA, J. M. (1942) – La aviación al servicio de la arqueología. *Atlantis. Actas de la Sociedad de Antropología, Etnografía y Prehistoria 18*, 127-164.
- SANTA-OLALLA, J. M. (1945) – Aviación y arqueología. *Boletín Arqueológico del Sudeste Español*, nº 3, pp. 229-249.
- SANTA-OLALLA, J. M. (1962) – Segóbriga, cabeza de la Celtiberia. *Mundo Hispánico*, Fevereiro 1962, nº 167, ano XV, pp. 34-37.
- SANTOS, C., FIGUEIRA, N. & CRAVO, S. (2017) – Testemunhos de uma Identidade. *Intervenções Arqueológicas em Viseu (1997-2016). Do Império ao Reino. Viseu e o território entre os séculos IV a XII*, Viseu, C.M. Viseu /IEM, pp. 65-79.
- SENNA-MARTINEZ, J. & LUÍS, E. (2015) – O Sítio Arqueológico da Fraga dos Corvos (Vilar do Monte, Macedo de Cavaleiros): A Campanha 11 (2013). *Cadernos Terras Quentes*, 12, pp. 195-208.
- SERRA, M. & PORFÍRIO, E. (2013) – O povoado do Bronze Final do Outeiro do Circo (Mombeja/Beringel, Beja): resultados das campanhas de 2008 e 2009. *Vipasca*, (4), pp. 19-32.
- SERRA, M., PEREIRO, T., DIAS, R., HIPÓLITO, J., PEDRO, J., FONTE, J., SECO, L. G. & NEVES, A. (2023) – Uma nova visão do Castelo da Crespa (Serpa) a partir de um levantamento drone-LiDAR. *Al-madam online*, 26-1, pp. 55-60.

- SERRA RÁFOLS, J. (1942) – El recinto antiguo de Gerona. *Archivo Español de Arqueología*, nº 47, pp. 114-135.
- SILLIÈRES, P. (1983) – Prospections aeriennes et voies romaines. BAZZANA, A. & HUMBERT, A. (Eds.) *Prospections aériennes: les paysages et leur histoire: cinq campagnes de la Casa de Velázquez en Espagne (1978-1982)*. Casa de Velázquez, pp. 81-88.
- SILVA, A. (1999) – *Salvamento arqueológico no Guadiana*. Beja: EDIA.
- SILVA, R. B. (2012) – *As “marcas de oleiro” na terra Sigillata e a circulação dos vasos na Península de Lisboa*. Tese de doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- SMALL, E. (2012) – 38. Lupins - benefit and harm potentials. *Biodiversity*, 13(1), pp. 54-64.
- SURAZAKOV, A. & AIZEN, V. (2010) – Positional accuracy evaluation of declassified Hexagon KH-9 mapping camera imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76(5), pp. 603-608.
- TRIÃES, R., CORREIA, V. H. & COROADO, J. (2002) – A utilização dos materiais cerâmicos de construção em Conímbriga. *Conimbriga*. XLI. Coimbra. Instituto de Arqueologia da Universidade de Coimbra, pp. 153-164.
- ULLMAN, S. (1979) – The interpretation of structure from motion. *Proceedings of the Royal Society of London*, B-203, pp. 405-426.
- URIBE AGUDO, P. & ANGÁS PAJAS, J. (2015) – Los trabajos de documentación topográfica y fotogramétrica: el empleo de sistemas UAV y sistemas terrestres. SÁENZ PRECIADO, J. C. & MARTÍN-BUENO, M. A. (Eds.), *La ciudad celtíbero-romana de Valdeherrera (Calatayud, Zaragoza)*, *Monografías Arqueológicas 50*, Saragoça, pp. 63-74.
- URTEAGA, L. (2008) – Dos décadas de investigación sobre historia de la cartografía catastral en España (1988-2008). *CT Catastro*, 63, pp. 7-30.
- URTEAGA, L. & NADAL, F. (2001) – *Las series del mapa topográfico de España a escala 1:50.000*. Ministerio de Fomento: Madrid.
- VALERA, A. & PEREIRO, T. (2013) – Novos recintos de fossos no Sul de Portugal: o Google Earth como ferramenta de prospecção sistemática. *Arqueologia em Portugal-150 Anos, I Congresso da Associação dos Arqueólogos Portugueses*. AAP, Lisboa, pp. 345-350.

- VERHOEVEN, G. (2007) – Becoming a NIR-sensitive aerial archaeologist. *NEALE, C., OWE, M. & D'URSO, G. (Eds.), Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology IX, Florence, Italy, 17–19 September 2007*. Bellingham: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, pp. 333–345.
- VERHOEVEN, G. (2008) – Imaging the invisible using modified digital still cameras for straightforward and low-cost archaeological near-infrared photography. *Journal of Archaeological Sciences*, 35, pp. 3087-3100.
- VERHOEVEN, G. (2009) – *Beyond Conventional Boundaries. New Technologies, Methodologies, and Procedures for the Benefit of Aerial Archaeological Data Acquisition and Analysis*. Tese de doutoramento apresentada à Universidade de Gent.
- VERHOEVEN, G. (2012) – Near-infrared aerial crop mark archaeology: from its historical use to current digital implementations. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 19, pp. 132-160.
- VICENT, J. M., RODRÍGUEZ, A. L., LÓPEZ, J. A., DE ZAVALA, I., LÓPEZ, P. & MARTÍNEZ, M. I. (2000) – ¿Catástrofes ecológicas en la estepa? Arqueología del Paisaje en el complejo minero-metalúrgico de Kargaly (Región de Orenburg, Rusia), *Trabajos de Prehistoria*, 57 (1), pp. 29-74.
- VICENT, J. M., ORMEÑO, S., MARTÍNEZ, M. I. & DELGADO, J. (2006) – The Kargaly Project: modelling Bronze Age landscapes in the steppe. *CAMPANA, S. & FORTE, M. (eds), From Space to Place, 2nd International Conference on Remote Sensing Archaeology, Rome (Italy) 4-7 December 2006, BAR International Series*, 1568, Oxford: British Archaeological Reports, pp. 279-284.
- VICENTE, E. & SERRÃO, E. (1951) – O castro eneolítico de Olelas. Breve notícia. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 13 (1-2), pp. 46-78.
- VILA LOBOS, L. (2012) – *Recuperação da paisagem primitiva da barragem do Alto Rabagão através de fotografias aéreas históricas*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
- VILARINHO, G. (2021) - Da Luz aos Modelos e às Sombras: o contributo dos dados LiDAR para a investigação arqueológica em Portugal. *Al-Madan*, 24, pp.
- WHEATLEY, D. (1995) – Cumulative Viewshed Analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application. *LOCK, G. & STANÈÈ, Z. (Eds.), Archaeology and GIS: A European Perspective*, London: Routledge, pp. 5-13.

- WOEBBECKE, D. M., MEYER, G. E., VON BARGEN, K. & MORTENSEN, D. A. (1995) – Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions, *Transactions of the ASABE*, 38, pp. 259-269
- ZBYSZEWSKI, G., VEIGA FERREIRA, O. & SANTOS, M. C. (1968) – Acerca do campo fortificado de " chões" de alpompe (Santarém). *O Arqueólogo Português* III, (2), pp. 49-57.