



ARQUEOLOGIA EM PORTUGAL

2023 – Estado da Questão



ASSOCIAÇÃO
DOS ARQUEÓLOGOS
PORTUGUESES

Coordenação editorial: José Morais Arnaud, César Neves e Andrea Martins
Design gráfico e paginação: Paulo Freitas

ISBN: 978-972-9451-98-0

Edição: Associação dos Arqueólogos Portugueses, CEAACP, CEIS2o e IA-FLUC
Lisboa, 2023

O conteúdo dos artigos é da inteira responsabilidade dos autores. Sendo assim a Associação dos Arqueólogos Portugueses declina qualquer responsabilidade por eventuais equívocos ou questões de ordem ética e legal.

Desenho de capa:

Planta das ruínas de Conímbriga. © Museu Nacional de Conímbriga



Apoio Institucional:



Índice

- 15 Prefácio
José Morais Arnaud
- 1. Pré-História**
- 19 O potencial informativo dos *Large Cutting Tools*: o caso de estudo da estação paleolítica do Casal do Azemel (Leiria, Portugal)
Carlos Ferreira / João Pedro Cunha-Ribeiro / Eduardo Méndez-Quintas
- 33 PaleoTejo – Uma rede de trabalho para a investigação e para o património relacionado com os Neandertais e pré-Neandertais
Telmo Pereira / Luís Raposo / Silvério Figueiredo / Pedro Proença e Cunha / João Caninas / Francisco Henriques / Luiz Oosterbeek / Pierluigi Rosina / João Pedro Cunha-Ribeiro / Cristiana Ferreira / Nelson J. Almeida / António Martins / Margarida Salvador / Fernanda Sousa / Carlos Ferreira / Vânia Pirata / Sara Garcês / Hugo Gomes
- 45 A indústria lítica de malhadinhas e o seu enquadramento no património acheulense do vale do Tejo
Vânia Pirata / Telmo Pereira / José António Pereira
- 61 O Abrigo do Lagar Velho revisitado
Ana Cristina Araújo / Ana Maria Costa / Montserrat Sanz / Armando Lucena / Joan Daura
- 75 Contributo para o conhecimento das indústrias líticas pré-históricas do litoral de Esposende (NW de Portugal)
Sérgio Monteiro-Rodrigues
- 95 À volta da fogueira na pré-história: análise às estruturas de combustão do Sul de Portugal – a Praia do Malhão (Odemira)
Ana Rosa
- 105 O projecto LandCraft. A intervenção arqueológica no abrigo das Lapas Cabreiras
João Muralha Cardoso / Mário Reis / Bárbara Carvalho / Lara Bacelar Alves
- 119 A ocupação pré-histórica de Monte Novo: local de culto e de habitat
Mário Monteiro / Anabela Joaquineto
- 135 A formalização de espaços públicos durante o Calcolítico no Alto Douro Português: as Grandes Estruturas Circulares do Castanheiro do Vento (V. N. de Foz Côa)
Ana Vale / João Muralha Cardoso / Sérgio Gomes / Vítor Oliveira Jorge
- 149 Em busca da colecção perdida (1): Vila Nova de São Pedro no Museu Municipal de Vila Franca de Xira
César Neves / José Morais Arnaud / Andrea Martins / Mariana Diniz
- 167 De casa em casa: novos dados sobre o sítio pré-histórico do Rio Seco/Boa-Hora (Ajuda, Lisboa)
Regis Barbosa
- 179 Um contributo para o estudo das Pontas Palmela das «Grutas de Alcobaça»
Michelle Teixeira Santos / Cátia Delicado / Isabel Costeira
- 195 Monte da Ponte (Évora): Um cruzamento entre o positivo e o negativo?
Inês Ribeiro
- 203 Peças antropomórficas da necrópole megalítica de Alto de Madorras. Abordagem preliminar ao seu estudo e valorização no âmbito do Projecto TSF – Murça
Maria de Jesus Sanches / Maria Helena Barbosa / Nuno Ramos / Joana Castro Teixeira / Miguel Almeida

- 219 Apontamentos sobre o monumento megalítico da Bouça da Mó 2, Balugães, Barcelos (Noroeste de Portugal)
Luciano Miguel Matos Vilas Boas
- 227 A Mamoa 1 do Crasto, Vale de Cambra. Um monumento singular
Pedro Manuel Sobral de Carvalho
- 241 À conversa com os ossos: População do Neolítico Final/Calcolítico da Lapa da Bugalheira, Torres Novas
Helena Gomes, Filipa Rodrigues, Ana Maria Silva
- 253 Dos ossos, cacos, pedras e terra à leitura detalhada das práticas funerárias no 3º milénio a.C.: o caso do Hipogeu I do Monte do Carrascal 2 (Ferreira do Alentejo, Beja)
Maria João Neves
- 267 Os sepulcros da Pré-História recente da Quinta dos Poços (Lagoa): contextos e cronologias
António Carlos Valera / Lucy Shaw Evangelista / Catarina Furtado / Francisco Correia
- 285 Quinta dos Poços (Lagoa): Dados biológicos e práticas funerárias dos Sepulcros da Pré-História Recente
Lucy Shaw Evangelista / Eduarda Silva / Sofia Nogueira / António Carlos Valera / Catarina Furtado / Francisco Correia
- 299 Everything everywhere? Definitely not all at once. Uma aproximação inicial às práticas de processamento de macrofaunas da Pré-História recente do Centro e Sul de Portugal
Nelson J. Almeida / Catarina Guinot / António Diniz
- 313 Um sítio, duas paisagens: a exploração de recursos vegetais durante o Mesolítico e a Idade do Bronze na Foz do Medal (Baixo Sabor, Nordeste de Portugal)
João Pedro Tereso / María Martín Seijo / Rita Gaspar
- 327 Análise isotópica estável ($\Delta^{13}\text{C}$) em sedimentos de sítios arqueológicos
Virgínia Lattao / Sara Garcês / Hugo Gomes / Maria Helena Henriques / Elena Marrocchino / Pierluigi Rosina / Carmela Vaccaro
- 333 Sobre a presença de sílex na Praia das Maças (Sintra)
Patrícia Jordão / Nuno Pimentel
- 345 Lost & Found. Resultados dos trabalhos de prospecção arqueológica realizados no vale do Carvalhal de Aljubarrota (Alcobaça, Leiria)
Cátia Delicado / Leandro Borges / João Monte / Bárbara Espírito Santo / Jorge Lopes / Inês Sofia Silva
- 357 Análise dos padrões de localização das grutas arqueológicas da Arrábida
João Varela / Nuno Bicho / Célia Gonçalves
- 365 Novos testemunhos de ocupação pré-histórica na área da ribeira de Santa Margarida (Alto Alentejo): notícia preliminar
Ana Cristina Ribeiro

2. Proto-História

- 377 Dinâmicas de Povoamento durante a Idade do Bronze no Centro da Estremadura Portuguesa: O Litoral Atlântico Entre as Serras d'Aires e Candeeiros e de Montejunto
Pedro A. Caria
- 389 Novos dados sobre os povoados do Bronze Final dos Castelos (Beja) e Laço (Serpa) no âmbito do Projeto Odyssey. Contributos a partir de um levantamento drone-LiDAR
Miguel Serra / João Fonte / Tiago do Pereiro / Rita Dias / João Hipólito / António Neves / Luís Gonçalves Seco
- 401 Metais do Bronze Final no Ocidente Ibérico. O caso dos machados de alvado a sul do rio Tejo
Marta Gomes / Carlo Bottaini / Miguel Serra / Raquel Vilaça
- 411 Dois Sítios, um ponto de situação. Primeiros resultados dos trabalhos nos Castros de Ul e Recarei em 2022
João Tiago Tavares / Adriaan de Man

- 425 Reflexões acerca dos aspetos técnicos e tecnológicos dos artefactos de ferro do Bronze Final / Ferro Inicial no território português
Pedro Baptista / Ralph Araque Gonzalez / Bastian Asmus / Alexander Richter
- 439 Resumo de resultados do projeto IberianTin (2018-22) e resultados iniciais do projeto Gold. PT (2023-)
Elin Figueiredo / João Fonte / Emmanuelle Meunier / Sofia Serrano / Alexandra Rodrigues
- 451 À volta da Pedra Formosa. Estudo do Balneário Este da Citânia de Briteiros
Gonçalo Cruz
- 463 Intercâmbio no primeiro milénio A.C., no litoral, entre os estuários dos rios Cávado e Ave
Nuno Oliveira
- 481 Castro de Guifões: elementos para a reconstituição paleogeográfica e compreensão da ocupação antiga do sítio
Andreia Arezes / Miguel Almeida / Alberto Gomes / José Varela / Nuno Ramos / André Ferreira / Manuel Sá
- 493 O Castro da Madalena (Vila Nova de Gaia) no quadro da ocupação proto-histórica da margem esquerda do Douro
Edite Martins de Sá / António Manuel S.P. Silva
- 507 Uma cabana com vista para o rio, no Sabugal da Idade do Ferro
Inês Soares / Paulo Pernadas / Marcos Osório
- 519 Cerca do Castelo de Chão do Trigo (S. Pedro do Esteval, Proença-a-Nova): resultados de três campanhas de escavações (2017-2019)
Paulo Félix
- 533 Instrumentos e artes de pesca no sítio proto-histórico de Santa Olaia (Figueira da Foz)
Sara Almeida / Raquel Vilaça / Isabel Pereira
- 549 Sobre a influência da cerâmica grega nas produções de cerâmica cinzenta do estuário do Tejo: um vaso emblemático encontrado nas escavações arqueológicas do Largo de Santa Cruz (Lisboa)
Elisa de Sousa / Sandra Guerra / João Pimenta / Roshan Paladugu
- 563 *To buy fine things*: trabalhos e perspectivas recentes sobre o consumo de importações mediterrâneas no Sul de Portugal durante o I milénio a.n.e.
Francisco B. Gomes
- 575 Arquitecturas orientais em terra na fronteira atlântica: novas abordagens do Projecto #BuildinginNewLands
Marta Lorenzon / Benjamín Cutillas-Victoria / Elisa Sousa / Ana Olaio / Sara Almeida / Sandra Guerra
- 585 Frutos, cultivos e madeira no Castro de Alvarelhos: a arqueobotânica do projeto CAESAR
Catarina Sousa / Filipe Vaz / Daniela Ferreira / Rui Morais / Rui Centeno / João Tereso

3. Antiguidade Clássica e Tardia

- 599 A propósito de machados polidos encontrados em sítios romanos do território português e a crença antiga nas “pedras de raio”
Fernando Coimbra
- 611 Unidades Organizativas e Povoamento no Extremo Ocidental da *Civitas* Norte-Lusitana dos *interannienses*: um ensaio
Armando Redentor / Alexandre Canha
- 625 As Termas Romanas da Quinta do Ervedal (Castelo Novo, Fundão)
Joana Bizarro
- 633 Paisagem rural, paisagem local: os primeiros resultados arqueológicos e arqueobotânicos do sítio da Terra Grande (*civitas Igaeditanorum*)
Sofia Lacerda / Filipe Vaz / Cláudia Oliveira / Luís Seabra / João Tereso / Ricardo Costeira da Silva / Pedro C. Carvalho

- 649 Recontextualização dos vestígios arqueológicos do *forum* de Coimbra. Uma leitura a partir da comparação tipo-morfológica
Pedro Vasco de Melo Martins
- 665 Sítio do Antigo (Torre de Vilela, Coimbra): uma possível *villa* suburbana de *Aeminium*
Rúben Mendes / Raquel Santos / Carmen Pereira / Ricardo Costeira da Silva
- 679 A fachada norte da Casa dos Repuxos (Conímbriga): resultados das campanhas de 2021 e 2022
Ricardo Costeira da Silva / José Ruivo / Vítor Dias
- 693 Intervenções Arqueológicas em Condeixa-a-Velha no âmbito das acções do Movimento para a Promoção da Candidatura de Conímbriga a Património Mundial da Unesco
Pedro Peça / Miguel Pessoa / Pedro Sales / João Duarte / José Carvalho / Fernando Figueiredo / Flávio Simões
- 707 O sítio arqueológico de São Simão, Penela
Sónia Vicente / Flávio Simões / Ana Luísa Mendes
- 723 O sítio arqueológico da Telhada (Vermoil, Pombal)
Patrícia Brum / Mariana Nabais / Margarida Figueiredo / João Pedro Bernardes
- 731 *Górgona* – um *corpus* de *opus sectile* na Lusitânia
Carolina Grilo / Lídia Fernandes / Patrícia Brum
- 741 *Villa* romana da Herdade das Argamassas. Delta, motivo de inspiração secular. Do mosaico ao café
Vítor Dias / Joaquim Carvalho / Cornelius Meyer
- 755 A Antiguidade Tardia no Vale do Douro: o exemplo de Trás do Castelo (Vale de Mir, Pegarinhos, Alijó)
Tony Silvino / Pedro Pereira / Rodolphe Nicot / Laudine Robin / Yannick Teyssonneyre
- 771 A Arqueologia Urbana em Braga: oportunidades e desafios. O caso de estudo da rua Nossa Senhora do Leite, n.ºs 8/10
Fernanda Magalhães / Luís Silva / Letícia Ruela / Diego Machado / Lara Fernandes / Eduardo Alves / Manuela Martins / Maria do Carmo Ribeiro
- 785 Balneário romano de São Vicente (Penafiel): projeto de revisão das estruturas construídas e do contexto histórico-arqueológico do sítio
Silvia González Soutelo / Teresa Soeiro / Juan Diego Carmona Barrero / Jorge Sampaio / Helena Bernardo / Claus Seara Erwelein
- 801 Um contexto cerâmico tardo-antigo da Casa do Infante (Porto)
João Luís Veloso / Paulo Dordio Gomes / Ricardo Teixeira / António Manuel S. P. Silva
- 815 Trabalhos arqueológicos no Patarinho (Santa Comba Dão, Viseu): caracterização de uma pequena área de produção vinícola no vale do Dão em época alto-imperial
Pedro Matos / João Losada
- 831 Sobre a ocupação tardia da *villa* da Quinta da Bolacha – estudo de um contexto de ocupação da casa romana
Vanessa Dias / Gisela Encarnação / João Tereso
- 843 Os materiais do sítio romano de Eira Velha (Miranda do Corvo) como índice cronológico das suas fases de construção
Inês Rasteiro / Ricardo Costeira da Silva / Rui Ramos / Inês Simão
- 859 Cerâmica de importação em *Talabriga* (Cabeço do Vouga, Águeda)
Diana Marques / Ricardo Costeira da Silva
- 873 Revisão dos objetos ponderais recuperados na antiga *Conimbriga* (Condeixa-a-Nova, Coimbra)
Diego Barrios Rodríguez / Cruces Blázquez Cerrato
- 885 O conjunto de pesos de tear do sítio romano de Almoínhas
Martim Lopes / Paulo Calaveiras / José Carlos Quaresma / Joel Santos

- 901 *A terra sigillata* e a cerâmica de cozinha africana na cidade de Lisboa no quadro do comércio do ocidente peninsular – O caso do edifício da antiga Sede do Banco de Portugal
Ana Beatriz Santos
- 915 Análise (im)possível dos espólios arqueológicos do sítio do Mascarro (Castelo de Vide, Portugal)
Sílvia Monteiro Ricardo
- 931 Reconstruindo a paisagem urbana de Braga desde a sua fundação até à cidade medieval: as ruas como objeto de estudo
Leticia Ruela / Fernanda Magalhães / Maria do Carmo Ribeiro
- 941 A dinâmica viária no vale do Rabagão: a via XVII e o contributo dos itinerários secundários
Bruno Dias / Rebeca Blanco-Rotea / Fernanda Magalhães
- 953 Resultados das leituras geofísicas de Monte dos Castelinhos, Vila Franca de Xira
João Pimenta / Tiago do Pereiro / Henrique Mendes / André Ferreira
- 965 *Loca sacra*: Para uma topografia dos lugares simbólicos no atual Alentejo em época romana
António Diniz
- 977 Mosaicos da área de influência de *Pax Iulia*
Maria de Fátima Abraços / Licínia Wrench
- 993 A exploração de pedras ornamentais na Lusitânia: Primeiros dados de um estudo em curso
Gil Vilarinho

4. Época Medieval

- 1009 A necrópole da Alta Idade Média do Castro de São Domingos (Lousada, Portugal)
Paulo André Pinho Lemos / Manuel Nunes / Bruno M. Magalhães
- 1025 A transformação e apropriação do espaço pelos edifícios rurais, entre a Antiguidade Tardia e a Idade Média, no troço médio do vale do Guadiana (Alentejo, Portugal)
João António Ferreira Marques
- 1037 A reconfiguração do espaço rural na Alta Idade Média. Análise dos marcadores arqueológicos no Alto Alentejo
Rute Cabriz / Sara Prata
- 1047 O Castelo de Vale de Trigo (Alcácer do Sal): dados das intervenções arqueológicas
Marta Isabel Caetano Leitão
- 1061 Convento de Nossa Senhora do Carmo de Moura, um conjunto de silos medievais islâmicos: dados preliminares de uma das sondagens arqueológicas de diagnóstico
Vanessa Gaspar / Rute Silva
- 1075 Potes meleiros islâmicos – Contributo para o estudo da importância do mel na Idade Média
Rosa Varela Gomes
- 1085 Luxos e superstições – registos de espólio funerário e outras materialidades nas necrópoles islâmicas no Gharb al-Andalus
Raquel Gonzaga
- 1097 A Necrópole Islâmica do Ribat do Alto da Vigia, Sintra
Alexandre Gonçalves / Helena Catarino / Vânia Janeirinho / Filipa Neto / Ricardo Godinho
- 1115 O inédito pavimento Cisterciense da cidade de Évora
Ricardo D'Almeida Alves de Morais Sarmento
- 1129 Do solo para a parede: a intervenção arqueológica no Pátio do Castilho n.º 37-39 e a(s) Torre(s) de Almedina da muralha(s) de Coimbra
Susana Temudo

- 1145 Utensílios cerâmicos de uma cozinha medieval islâmica no espaço periurbano de al-Ushbuna (1ª metade do séc. XII)
Jorge Branco / Rodrigo Banha da Silva
- 1159 O convento de S. Francisco de Real na definição da paisagem monástico-conventual de Braga, entre a Idade Média e a Idade Moderna
Francisco Andrade
- 1169 “Ante o cruzeiro jaz o mestre”: resultados preliminares da escavação do panteão da Ordem de Santiago (séculos XIII – XVI) localizado no Santuário do Senhor dos Mártires (Alcácer do Sal)
Ana Rita Balona / Liliana Matias de Carvalho / Sofia N. Wasterlain
- 1181 Produções cerâmicas da Braga medieval: cultura e agência material
Diego Machado / Manuela Martins
- 1197 Agricultura e paisagem em Santarém entre a Antiguidade Tardia e o Período Islâmico a partir das evidências arqueobotânicas
Filipe Vaz / Luís Seabra / João Tereso / Catarina Viegas / Ana Margarida Arruda

5. Época Moderna

- 1215 A necrópole medieval e moderna de Benavente: resultados de uma intervenção de Arqueologia Preventiva
Joana Zuzarte / Paulo Félix
- 1229 Rua da Judiaria – Castelo de Vide: Aspetos gerais da intervenção arqueológica na eventual Casa do Rabino
Tânia Maria Falcão / Heloísa Valente dos Santos / Susana Rodrigues Cosme
- 1239 A coleção de estanho de Esposende
Elisa Maria Gomes da Torre e Frias-Bulhosa
- 1253 *Três barris num campo de lama*: dados preliminares para o estudo da vitivinicultura na cidade de Aveiro no período moderno
Diana Cunha / Susana Temudo / Pedro Pereira
- 1269 Aveiro como centro produtor de cerâmica: os vestígios da oficina olárica identificada na Rua Capitão Sousa Pizarro
Vera Santos / Sónia Filipe / Paulo Morgado
- 1283 A Casa Cordovil: contributo para o conhecimento de Évora no Período Moderno
Leonor Rocha
- 1295 Reconstruir a Cidade: o pré e o pós-terramoto na Rua das Escolas Gerais, nº 61 (Lisboa)
Susana Henriques
- 1305 Lazareto, fortaleza e prisão: arqueologia do Presídio da Trafaria (Almada)
Fabián Cuesta-Gómez / Catarina Tente / Sérgio Rosa / André Teixeira / Francisca Alves Cardoso / Sílvia Casimiro
- 1319 Conhecer o quotidiano do Castelo de Palmela entre os séculos XV e XVIII através dos artefactos metálicos em liga de cobre
Luís F. Pereira
- 1331 Um forno de cerâmica do início da Época Moderna na Rua Edmond Bartissol, Setúbal
Victor Filipe / Eva Pires / Anabela Castro
- 1341 A necrópole da Igreja Velha do Peral (Proença-a-Nova)
Anabela Joaquineto / Francisco Henriques / Francisco Curate / Carla Ribeiro / Nuno Félix / Fernando Robles Henriques / João Caninas / Hugo Pires / Paula Bivar de Sousa / Carlos Neto de Carvalho / Isabel Gaspar / Pedro Fonseca
- 1357 A materialização da morte em Bucelas entre os séculos XV e XIX. Rituais, semiótica e simbologias
Tânia Casimiro / Dário Ramos Neves / Inês Costa / Florbela Estevão / Nathalie Antunes-Ferreira / Vanessa Filipe

- 1369 Ficam os ossos e ficam os anéis: objetos de adorno e de crença religiosa da necrópole do Convento dos Lóios, Lisboa
João Miguez / Marina Lourenço
- 1379 “Não ha sepultura onde se não tenham enterrado mais de dez cadáveres”: as valas comuns de época moderna da necrópole do Hospital dos Soldados (Castelo de São Jorge, Lisboa), uma prática funerária de recurso
Carina Leirião / Liliana Matias de Carvalho / Ana Amarante / Susana Henriques / Sofia N. Wasterlain
- 1391 Estudo tafonómico de uma coleção osteológica proveniente da Igreja da Misericórdia em Almada
Maria João Rosa / Francisco Curate
- 1403 Variabilidade formal e produtiva da cerâmica moderna na cidade de Braga: estudo de caso
Lara Fernandes / Manuela Martins / Maria do Carmo Franco Ribeiro
- 1415 Representações femininas na faiança portuguesa de Santa Clara-a-Velha: desigualdade, subalternização, emancipação
Inês Almendra Castro / Tânia Manuel Casimiro / Ricardo Costeira da Silva
- 1427 Poder, família, representação: a heráldica na faiança de Santa Clara-a-Velha
Danilo Cruz / Tânia Casimiro / Ricardo Costeira da Silva
- 1437 A Chacota de Faiança a uso e o significado social do seu consumo em Lisboa, nos meados-finais do século XVII: a amostragem do Hospital dos Pescadores e Mareantes de Alfama
André Bargão / Sara da Cruz Ferreira / Rodrigo Banha da Silva
- 1445 Algumas considerações sobre os artefactos em ligas metálicas descobertos no Palácio Sant’Anna em Carnide, Lisboa
Carlos Boavida / Mário Monteiro
- 1461 Os cachimbos cerâmicos dos séculos XVII e XVIII do Palácio Almada-Carvalhais (Lisboa)
Sara da Cruz Ferreira / André Bargão / Rodrigo Banha da Silva / Tiago Nunes
- 1469 Tróia fumegante. Os cachimbos cerâmicos modernos do sítio arqueológico de Tróia
Miguel Martins de Sousa / Tânia Manuel Casimiro / Filipa Araújo dos Santos / Mariana Nabais / Inês Vaz Pinto
- 1483 Um copo para muitas garrafas. Algumas palavras sobre um conjunto de vidros modernos e contemporâneos encontrados na Praia da Alburrica (Barreiro)
Carlos Boavida / António González
- 1495 *A Gran Principessa di Toscana*, um naufrágio do século XVII no Cabo Raso (Cascais)
Sofia Simões Pereira / Francisco Mendes / Marco Freitas
- 1503 Condições ambientais e contexto arqueológico na margem estuarina de Lisboa: dados preliminares da sondagem ESSENTIA (Av. 24 de Julho | Rua Dom Luís I)
Margarida Silva / Ana Maria Costa / Maria da Conceição Freitas / José Bettencourt / Inês Mendes da Silva / Tiago Nunes / Mónica Ponce / Jacinta Bugalhão
- 1517 Evolução ambiental do estuário do Rio Cacheu, Guiné-Bissau: dados preliminares
Rute Arvela, Ana Maria Costa, Maria da Conceição Freitas, Rui Gomes Coelho
- 1525 Extrair informação cultural de madeiras náuticas: uma experiência em Lisboa
Francisco Mendes / José Bettencourt / Marco Freitas / Sofia Simões Pereira
- 1535 Ferramentas, carpinteiros e calafates a bordo da fragata *Santo António de Taná* (Mombaça, 1697)
Patrícia Carvalho / José Bettencourt
- 1547 Parede 1, Carcavelos 12 e Carcavelos 13: três naufrágios da Guerra Peninsular?
José Bettencourt / Augusto Salgado / António Fialho / Jorge Freire
- 1555 Estudo zooarqueológico e tafonómico de um silo de época moderno-contemporânea da Casa Cordovil, Évora
Catarina Guinot / Nelson J. Almeida / Leonor Rocha

- 1569 Uma aproximação à Arqueologia de Paisagem: a paisagem fluvial e as dimensões da sua exploração, comunicação e ocupação
Patrícia Alho / Vanda Luciano
- 1575 Dos Arquivos ao Trabalho de Campo: o Estudo da Fortaleza de Santa Catarina de Ribamar (Portimão)
Bruna Ramalho Galamba
- 1583 Palácio Vaz de Carvalho, a diacronia de um sítio: da Pré-História à Contemporaneidade
Anabela Sá / Inês Mendes da Silva
- 1595 *Um olhar sobre o passado*: apresentação dos resultados de uma intervenção arqueológica na Figueira da Foz
Bruno Freitas / Sérgio Gonçalves / André Donas-Botto
- 1607 Todos os metros contam, 200 mil anos num quarteirão? O caso das Olarias de Leiria
Ana Rita Ferreira / André Donas-Botto / Cláudia Santos / Luís Costa

6. Época Contemporânea

- 1625 Navios de ferro: contributos para uma abordagem arqueológica aos naufrágios de Idade Contemporânea em Portugal
Marco Freitas / Francisco Mendes / Sofia Simões Pereira
- 1637 *Das peles e dos rebites*: o processo de inventariação arqueológica da Central do Biel e da Fábrica de Curtumes do Granjo (Vila Real)
Pedro Pereira / Fernando Silva
- 1649 Seminário Maior de Coimbra: o contributo da arqueologia num espaço em reabilitação
Constança dos Santos / Sónia Filipe / Paulo Morgado / Gina Dias
- 1663 Paradigmas de Preservação e Valorização do Património Monumental nas Linhas de Torres Vedras. Abordagem às intervenções realizadas no Forte da Archeira (Torres Vedras), no Forte 1.º de Suberra e na Bateria Nova de Suberra (Vila Franca de Xira)
João André Perpétuo / Miguel Martins de Sousa / João Ramos
- 1677 Pavimentos em mós na arquitetura saloia: novos dados na Amadora
Nuno Dias / Catarina Bolila / Vanessa Dias / Gisela Encarnação
- 1685 O Tejo e a industrialização: como Lisboa “invadiu” o rio no século XIX
Inês Mendes da Silva
- 1695 As Alcaçarias do Duque. A redescoberta dos últimos banhos públicos de Alfama
Filipe Santos
- 1709 Memorial da Serralharia – Arqueologia do Passado Recente no Hospital de São José
João Sequeira / Carlos Boavida / Afonso Leão
- 1723 *kana, fornadja y kumunidadi*: Um caso de estudo da produção e transformação da cana sacarina na Ribeira dos Engenhos (Ilha de Santiago)
Nireide Pereira Tavares
- 1735 Personagens Escondidas: À procura das emoções esquecidas das mulheres na indústria portuguesa. Uma análise arqueológica através de novas materialidades
Susana Pacheco / Joel Santos / Tânia Manuel Casimiro
- 1747 Sós mas não Esquecidos. Por uma Arqueologia da Solidão
Joel Santos / Susana Pacheco

7. Arte Rupestre

- 1761 O projeto First-Art (*Extension*): determinação cronológica e caracterização dos pigmentos nas fases iniciais da Arte Rupestre Paleolítica
Sara Garcês / Hipólito Collado / Hugo Gomes / Virginia Lattao / George Nash / Hugo Mira Perales / Diego Fernández Sánchez / José Julio García Arranz / Pierluigi Rosina / Luiz Oosterbeek

- 1771 Mais perto da conclusão: novo ponto da situação da prospecção e inventário da arte rupestre do Côa
Mário Reis
- 1787 Propostas metodológicas para a conservação dos sítios com Pinturas Rupestres da Pré-História recente no Vale do Côa
Vera Moreira Caetano / Fernando Carrera / Lara Bacelar Alves / António Batarda Fernandes / Teresa Rivas / José Santiago Pozo-Antonio
- 1801 Alguma cor num fundo de gravura: principais conjuntos da pintura pré-histórica do Vale do Côa
Lara Bacelar Alves / Andrea Martins / Mário Reis
- 1815 Desde a crista, olhando para o Tejo – os abrigos com pintura esquemática do Pego da Rainha (Mação, Portugal)
Andrea Martins
- 1841 Gravuras rupestres da rocha 2 da Lomba do Carvalho (Almaceda, Castelo Branco).
Informação empírica e hipóteses interpretativas
Mário Varela Gomes
- 1859 Um novo olhar sobre as gravuras de labirintos: o caso do Castelinho (Torre de Moncorvo, Portugal)
Andreia Silva / Sofia Figueiredo-Persson / Elin Figueiredo
- 1875 Os seixos incisos da Idade do Ferro de São Cornélio (Sabugal, Alto Côa)
Luís Luís / Marcos Osório / André Tomás Santos / Anna Lúcia Vitale / Raquel Vilaça
- 1891 Entre topónimos e lendas. Explicações das sociedades rurais para o fenómeno podomórfico do nordeste de Trás-os-Montes
José Moreira
- 1905 Os grafitos molinológicos ou a realidade (in)visível das moagens hidráulicas tradicionais: resultados da aplicação de um inédito roteiro metodológico (Lousada, Norte de Portugal)
Manuel Nunes / Paulo André P. Lemos

8. Arqueologia Pública, Comunicação e Didática

- 1923 Património Mundial e Valor Social: Uma Investigação sobre os Sítios Pré-históricos de Arte Rupestre do Vale do Rio Côa e de Siega Verde
José Paulo Francisco
- 1931 Parque Arqueosocial do Andakatu em Mação. Boas práticas para a sustentabilidade e disseminação do conhecimento científico
Hugo Gomes / Sara Garcês / Luiz Oosterbeek / Pedro Cura / Anabela Borralheiro / Rodrigo Santos / Sandra Alexandre
- 1943 Vila Nova de São Pedro e a Arqueologia Pública – a consolidação de um projecto através dos agentes da sua história
José M. Arnaud / Andrea Martins / César Neves / Mariana Diniz
- 1963 O Monumento Pré-histórico da Praia das Maças (Sintra): atividades de divulgação e educação patrimonial realizadas no âmbito das recentes escavações arqueológicas
Eduardo Porfírio / Catarina Costeira / Teresa Simões
- 1979 A Idade do Bronze como ferramenta de Educação e Divulgação em Arqueologia – O Projeto Outeiro do Circo 2022-2023
Sofia Silva / Eduardo Porfírio / Miguel Serra
- 1993 Arqueologia Pública: a Festa da Arqueologia como caso de estudo
Carla Quirino / Andrea Martins / Mariana Diniz
- 2013 Open House Arqueologia – a aproximação da disciplina científica aos cidadãos
Lídia Fernandes / Carolina Grilo / Patrícia Brum
- 2025 “Cada cavadeira sua minhoca”: Arqueologia Pública e Comunicação através do caso de estudo do Largo do Coreto e envolvente em Carnide (Lisboa)
Ana Caessa / Nuno Mota

- 2037 Grupo CIGA: comunicar e divulgar a cerâmica islâmica
Isabel Inácio / Jaquelina Covaneiro / Isabel Cristina Fernandes / Sofia Gomes / Susana Gómez / Maria José Gonçalves / Marco Liberato / Gonçalo Lopes / Constança Santos / Jacinta Bugalhão / Helena Catarino / Sandra Cavaco
- 2047 O Forte de São João Batista da Praia Formosa: a recuperação virtual e a reconstrução da memória
Diogo Teixeira Dias / Sérgio Gonçalves
- 2059 Entre a Universidade e a profissão: A experiência de um Estágio Curricular narrada na primeira pessoa
Mariana Santos
- 2069 A Arqueologia e os seus Públicos: relação dos Arqueólogos com os outros Cidadãos no âmbito da Contemporaneidade
Florbel Estêvão / Vítor Oliveira Jorge
- 2079 Arqueologia e Comunicação na era da Big Data: do sítio arqueológico ao registo de monumentos e paisagens. Será este um dia FAIR?
Ariele Câmara / Ana de Almeida / João Oliveira / Daniel Marçal
- 2091 Exposição de Arte-Arqueologia: Artefactos do Descarte
Pedro da Silva / Inês Moreira

9. Historiografia e Teoria

- 2103 Pré-História e “Antropologia Cultural”: repensar esta interface
Vítor Oliveira Jorge
- 2115 “Onde está o Wally?” Representações de mulheres nos museus de Pré-História
Sara Brito
- 2125 “Criei o hábito de geralmente ignorar”: sexismo, assédio e abuso sexual em Arqueologia
Liliana Matias de Carvalho / Sara Simões / Sara Brito / Jacinta Bugalhão / Miguel Rocha / Mauro Correia / Regis Barbosa / Raquel Gonzaga
- 2137 O ensino da Arqueologia em Portugal
Jacinta Bugalhão
- 2149 O Grupo Pró-Évora e o curso de arqueologia de 1968: uma primeira aproximação ao tema
Ana Cristina Martins
- 2161 Andanças na Arqueologia Urbana da Cidade de Coimbra: Um Historial de Duas Décadas do Processo Metro Mondego
António Batarda Fernandes
- 2177 Peixes de Água Doce e Migradores de Portugal: Sistematização da Informação Zooarqueológica
Miguel Rodrigues / Filipe Ribeiro / Sónia Gabriel
- 2191 Extração de Conhecimento em Arqueologia: primeiros resultados da aplicação a dados portugueses
Ivo Santos
- 2199 A Igreja do Carmo de Lisboa: um exemplo de arqueologia vertical com 600 anos
Célia Nunes Pereira

10. Gestão, Valorização e Salvaguarda do Património

- 2215 A simplificação legislativa e os desafios à atividade arqueológica
Gertrudes Branco
- 2223 IPA / IGESPAR, IP / DGPC – Extensão de Torres Novas: 25 anos
Sandra Lourenço / Gertrudes Zambujo / Cláudia Manso
- 2239 O futuro do Património Arqueológico Subaquático: Uma perspetiva através do ensino
Adolfo Silveira Martins / Alexandra Figueiredo / Cláudio Monteiro / Adolfo Miguel Martins

- 2245 **Recomendações de Boas-Práticas em Arqueologia de Ambientes Húmidos**
Ana Maria Costa / Cândida Simplício / Cristóvão Fonseca / Jacinta Bugalhão / João Pedro Tereso / José Bettencourt / José António Gonçalves / Miguel Lago / Pedro Barros / Rodrigo Banha da Silva
- 2261 **A inventariação e georreferenciação do Património Cultural Marítimo no *Endovéllico***
Pedro Barros / Jacinta Bugalhão / Gonçalo C. Lopes / Cristóvão Fonseca / Pedro Caleja / Filipa Bragança / Sofia Pereira / Ana Sofia Gomes
- 2273 **A piroga monóxila Lima 7 e os desafios que o rio nos apresenta**
José António Gonçalves / João Marrocano
- 2291 **A paisagem marítima do litoral do Minho. Uma primeira aproximação à paisagem económica de Viana do Castelo**
Tiago Silva
- 2301 **O projeto TURARQ – Turismo Arqueológico para a compreensão da cultura e das interações ambientais**
Hugo Gomes / Sara Garcês / Marco Martins / Anícia Trindade / Douglas O. Cardoso / Eduardo Ferraz / Luiz Oosterbeek
- 2307 **Tecnologias de Detecção Remota aplicadas ao Descritor do Património: da prática à reflexão**
Gabriel Pereira / Nuno Barraca / Mauro Correia / Gustavo Santos
- 2321 **Procedimentos a adotar na manipulação de materiais arqueológicos para análises de resíduos orgânicos: as práticas instituídas e os equívocos**
César Oliveira
- 2331 **Arqueologia da Arquitetura aplicada ao estudo dos espaços construídos: uma metodologia de análise**
Eduardo Alves / Rebeca Blanco-Rotea
- 2343 **Almada Velha: um projeto municipal de gestão arqueológica**
André Teixeira / Sérgio Rosa / Telmo António / Rodrigo Banha da Silva / João Gonçalves Araújo / Eva Pires / Beatriz Calapez Santos / Fátima Alves / Francisco Curate / Leonor Medeiros / Joana Esteves / Alexandra P. Rodrigues / André Bargão / Joana Mota
- 2357 **Um projeto de Arqueologia atlântica: a ERA na Madeira**
Arlette Figueira / Miguel Lago
- 2365 **Abordagens Interdisciplinares para o Estudo Histórico e Arqueológico do Património Têxtil: Experiências e Perspetivas da Ação COST EuroWeb**
Catarina Costeira / Francisco B. Gomes / Paula Nabais / Alina Iancu
- 2381 **Umas termas debaixo dos vossos pés: o Projeto de Estudo e Valorização do Criptopórtico Romano de Lisboa (CRLx)**
Nuno Mota / Ana Caessa
- 2393 **Arqueologia Urbana no Município de Coimbra**
Sérgio Madeira / Ana Gervásio / Clara Sousa / Joana Garcia / Raquel Santo
- 2407 **A Cidade como ponto de (Re)encontro com o seu território**
Raquel Santos / Ana Gervásio / Clara Sousa / Joana Garcia / Sérgio Madeira
- 2419 **Os antigos sistemas de gestão de água de Coimbra: características formais e estado da arte**
Paulo Morgado / Sónia Filipe
- 2433 **Ecologias da liberdade: materialidades da escravidão e pós-emancipação no mundo atlântico. Um projeto em curso em Portugal e na Guiné-Bissau**
Rui Gomes Coelho / Ana Maria Costa / João Tereso / Maria da Conceição Lopes / Maria da Conceição Freitas / Patrícia Mendes / Rute Arvela / Sandra Gomes / Sara Simões / Sónia Gabriel
- 2441 **Centro Interpretativo do Urbanismo e da História do Crato – Resultados da intervenção arqueológica**
Susana Rodrigues Cosme / Tânia Maria Falcão / Heloísa Valente dos Santos

TECNOLOGIAS DE DETEÇÃO REMOTA APLICADAS AO DESCRITOR DO PATRIMÓNIO: DA PRÁTICA À REFLEXÃO

Gabriel Pereira¹, Nuno Barraca², Mauro Correia³, Gustavo Santos⁴

RESUMO

A Detecção Remota (DR) consiste num método que pode envolver a utilização de diferentes técnicas e instrumentos para a aquisição de informação substancial que potencie, de forma não intrusiva, a caracterização de um determinado elemento e/ou objeto.

Em Arqueologia a DR é utilizada para visualizar, assinalar e identificar vestígios arqueológicos e/ou patrimoniais, não só com recurso à observação e manipulação de imagens aéreas adquiridas por Satélite, naves tripuladas e não tripuladas como também por outros métodos indiretos como a Prospeção Geofísica (Georadar, Magnetometria, Resistividade e/ou outros).

Recentemente, a DR passou a ter uma utilização mais intensa no território nacional, o que poderá, em nosso entender, contribuir significativamente no que toca à caracterização e avaliação de Áreas de Potencial Arqueológico. Neste contexto, serão apresentados dois exemplos práticos da sua utilização no âmbito do Descritor do Património e discutidas as potencialidades, diferenças e limitações das distintas técnicas.

Palavras-Chave: Avaliação de impacto ambiental; Detecção remota; Geofísica; LiDAR; Arqueologia.

ABSTRACT

Remote Sensing (RS) is a method that may use different techniques and instruments to gather considerable amounts of data that enhance, in a non-intrusive way, the characterization of a particular element or object.

In Archeology, RS is used to view, mark and identify archaeological and/or heritage remains, not only using the observation and manipulation of aerial images acquired by Satellite, manned and unmanned aircrafts, but also by other indirect methods such as Geophysical Prospecting (Georadar, Magnetometry, Resistivity and/or others).

In the national territory RS started to be used more intensively which could, in our opinion, significantly contribute to the characterization and evaluation of potential archaeological areas. In this context, two practical examples of its use will be presented, within the scope of the Heritage Impact Assessments and Environmental Impact Assessments and it will be discussed the different techniques, its potentialities and limitations.

Keywords: Environmental impact assessment; Remote sensing; Geophysics; LiDAR; Archaeology.

1. CONCEITO DE DETEÇÃO REMOTA (DR) E A SUA APLICABILIDADE EM ARQUEOLOGIA

À margem das recentes terminologias e entendimentos quanto à definição e abordagem (Campana, 2016), a DR consiste em todas as técnicas que utili-

zam dispositivos de contacto não direto para observar alvos de interesse na (sub)superfície da Terra, quer a partir da superfície do solo, quer a partir de cima (Wang & Guo, 2015 *apud* Luo & alii, 2019, p. 2). O conceito foi desde cedo aplicado na Arqueologia, definindo-se como «*the science and technology of obtaining information or data about physical objects*

1. NEXO Património Cultural, arqueólogo / pereira.gr@gmail.com

2. GEOAVIZ / engenheiro

3. Arqueólogo

1. NEXO Património Cultural, arqueólogo

and the environment through the process of recording, measuring and interpreting...» (Ebert, 1984), e é usado há mais de um século (Luo & alii, 2019; Mantas, 1996). Trata-se de um processo dedicado sobretudo à aquisição de informação através de sensores remotos, passivos e ativos, com o intuito de assinalar “anomalias” ou objetos que ocorrem quer à superfície da terra quer sob o solo (Encarnação, 2004; Meneses & alii, 2012; Richards, 1999). Usado na Arqueologia para visualizar, assinalar e identificar possíveis vestígios arqueológicos e/ou patrimoniais (Câmara & alii, 2017) recorrendo à manipulação, observação e interpretação de imagens e/ou à aplicação de métodos geofísicos.

Os sistemas de deteção remota passiva captam a radiação natural, como a energia térmica emitida ou a radiação solar refletida, e neles se enquadra a fotografia aérea/ortofoto, a termografia e as imagens multi e hiperespectrais, enquanto que os sistemas ativos produzem a sua própria radiação (Verhoeven, 2017, p. 4), destacando-se o LiDAR e alguns métodos de Geofísica (Fig. 1).

Vários estudos têm vindo a apresentar as vantagens potenciadas pela DR, de entre as quais se destaca: a estimativa de parâmetros e propriedades de superfície/subsuperfície sem contato direto com o objeto de estudo; a capacidade de fazer observações remotas, evitando riscos para o operador e redução de custos de investigações *in situ*; a possibilidade de revisitar no tempo e realizar fluxos de trabalho interativos de análise de dados para fins de monitorização e avaliação de condição (Tapete, 2018).

2. DR: MÉTODOS DE AQUISIÇÃO PASSIVA

2.1. Fotografia aérea e ortofoto

O recurso à fotografia aérea, atual e histórica, é certamente o método mais comum, senão o mais antigo, utilizado pela Arqueologia para caracterização de sítios e identificação de eventuais lugares de potencial arqueológico referentes a períodos históricos (Bicho, 2006; Luo & alii, 2019; Mantas, 1996).

Em termos aquisição de dados, reconhecem-se dois processos, que podem obter-se desde satélite e viaturas aéreas: um em que a câmara se encontra na vertical, sendo adquiridas fotografias a diferentes altitudes e outro, em que as fotografias são obtidas na oblíqua (Mantas, 1996; Santos, 1965). No que concerne a esta última, a sua interpretação pode revelar-se difícil, como notaram Jorge de Alarcão

(1987) e Vasco Mantas (1996). Contudo, a sua utilização ajuda à identificação de estruturas (positivas ou negativas), revelando eventuais sítios arqueológicos, através da exposição de anomalias no contexto da cor e da sombra do solo, por vezes invisível durante a prospeção (Bicho, 2006). Neste contexto, destaque-se as observações realizadas por Vasco Mantas quanto aos indicadores associados a eventuais sítios arqueológicos: acrescentando quanto às anomalias assinaláveis que «*uma mancha escura bem definida indica um fosso*» e que «*as marcas claras denunciam a presença de muros ou pavimentos*» (1996, p. 67).

Em suma, na análise e fotointerpretação as “anomalias” são assinaladas com base em quatro formas: Construções positivas; Terraplanagens; Modelações no solo e Marcas de vegetação.

2.2. Imagem multiespectral e hiperespectral

Tal como as imagens RGB as multiespectrais e hiperespectrais podem adquirir-se com recurso a satélite e viaturas aéreas.

Para a obtenção destas recorre-se a câmaras de alta resolução para processamento de imagens com base em diferentes comprimentos de onda – do visível (VIS), de infravermelho próximo (NIR), de infravermelho de onda curta (SWIR) e de infravermelho térmico (TIR) – e radar, sendo possível assinalar, através de contrastes coloração, crescimento da vegetação e natureza dos solos (Webber & alii, 2017) “anomalias” soterradas ou que apresentam pouca ou nenhuma expressividade topográfica (Parcak, 2009).

2.3. Termografia

A termografia é uma técnica que recorre, exclusivamente, à banda de infravermelhos – TIR, consistindo na captação de imagens de calor (termogramas), não visíveis pelo olho humano. Sendo a intensidade da radiação emitida dependente de dois fatores: temperatura do objeto e a sua capacidade de emitir radiação – emissividade (Casana & alii, 2017).

3. DR: MÉTODOS DE AQUISIÇÃO ATIVA

3.1. Radar de Abertura Sintética (SAR)

Trata-se de uma técnica que permite aos utilizadores obter imagens de radar, de alta resolução, a grandes distâncias. Através do radar são utilizadas micro-ondas para medir as distâncias (amplitudes), podendo dar um importante contributo para ultrapassar os limites dos dados óticos passivos oriundos

de satélite. Sendo uma técnica ativa, o SAR permite detetar um alvo a qualquer hora do dia ou da noite, em todas as condições meteorológicas e, em certa medida, “penetrar” no solo e na vegetação, dependendo da frequência de imagem (banda C, L, X e P), das características da superfície (gelo, areia do deserto, cobertura vegetal próxima, etc.) e das condições – textura, teor de humidade, compacidade, etc. (Luo & alii, 2019, pp. 11-15).

A amplitude e a fase de retrodifusão são dois componentes de uma imagem SAR.

3.2. Light Detection and Ranging (LiDAR)

A tecnologia Light Detection and Ranging, quando praticada através de uma plataforma aérea, pelo que também se denomina de Airborne Laser Scanning (ALS), ou mais vulgarmente conhecido por LiDAR, consiste no registo da topografia do solo, através de um varrimento laser de alta precisão, que possibilita o registo de pequenas variações de altitude e, como tal, a observação de microrelevos/microtopografias ocultos (Devereux & alii, 2005; Fonte 2010). Assim, através da emissão de pulsos laser que refletem e geram um ou mais retornos, aquando do contacto com os objetos, sendo registados os sinais pelo sensor ao longo da sua trajetória. O cálculo da distância dos retornos, através da velocidade da luz e da altura do voo, possibilita a aquisição de um conjunto de pontos com elevada precisão, o que aliado a um sistema de GPS de alta exatidão e a uma unidade de medição inercial (INU) permite que a posição e altitude sejam enquadradas num sistema cartográfico de referência (Fonte, 2010).

O uso desta técnica permite a aquisição, em um curto espaço de tempo, de um elevado número de dados de grande precisão, que são apresentados sob a forma de nuvens de pontos com informação tridimensional. Os dados são posteriormente classificados e processados a fim de se adquirirem Modelos Digitais de Superfície (MDS), correspondentes aos primeiros retornos, ou Modelos Digitais de Terreno (MDT), obtidos através de algoritmos que permitem “remover” os retornos relacionados com a cobertura vegetal (Devereux & alii, 2005) e que possibilitam uma aproximação à modelação da superfície do terreno (Fonte, 2010; Vilarinho, 2021).

A análise da informação, produzida por intermédio dos MDT, pode revelar-se de maior interesse para o estudo do potencial arqueológico, na medida em que permite a identificação, de forma isolada, ou

através da aplicação de várias técnicas de visualização (aplicadas em ambiente SIG, por exemplo), de elementos que não se encontram visíveis numa primeira instância, mesmo em situações caracterizadas por uma cobertura vegetal densa (Devereux & alii, 2005; Fonte, 2010; Vilarinho, 2021).

3.3. (Prospecção) Geofísica

A prospecção geofísica pode definir-se, lato sensu, em dois grupos: um baseado no registo e interpretação de ondas, como por exemplo, a prospecção sísmica e o Georadar e outro assente no registo de potenciais, como a magnética, a indução eletromagnética, a resistividade elétrica ou a gravimetria (Matias, 1996). Cada método é diferente, tendo sido desenvolvido para obter informações de diferentes propriedades. Embora os resultados sejam interpretados com base nas leis e princípios da Física, a verdade é que podem dar origem a diferentes interpretações (Gonçalves, 2013).

A aplicação do método magnético baseia-se na medição sequencial da intensidade do campo magnético terrestre, detetando as variações que podem ser criadas pela presença de vestígios soterrados, materiais ou objetos ferromagnéticos (Aspinall & alii, 2008). Durante o processo de tratamento e interpretação de dados, as anomalias assinaladas podem ser consideradas como tendo algum interesse geológico ou arqueológico, sendo espacialmente distribuídas, através de um mapa das características magnéticas do subsolo – mapa magnético – cuja interpretação nem sempre é clara (Matias, 1996), uma vez que as anomalias magnéticas têm um carácter dipolar distinto, isto é, são compostas por um polo positivo e um polo negativo devida à própria natureza do campo magnético terrestre e às propriedades magnéticas da matéria.

O GPR (Ground Penetrating Radar) ou Georadar (radar de penetração do solo) é a técnica de DR geofísica mais utilizada na identificação de sítios arqueológicos ou objetos de valor histórico. Trata-se de um método de emissão de ondas eletromagnéticas (EM), através de pulsos de alta frequência (tipicamente variáveis entre 10 e os 1200 MHz) que são disparados para o subsolo por uma antena transmissora. As propriedades elétricas dos materiais como – condutividade elétrica e permissividade elétrica – juntamente com a frequência do sinal, permitem a propagação do sinal no subsolo e a profundidade de alcance da onda, potenciando o mapeamento de

estruturas e infraestruturas (2D e 3D), feições geológicas, vazios, solos etc (Conyers, 2006; Barraca & alii, 2019, pp. 2-3).

De entre os conjuntos de instrumentos e técnicas utilizadas pela Geofísica destacam-se ainda a prospeção eletromagnética (EM) e a resistividade elétrica (ERT), cujo propósito visa medição da condutividade elétrica (EM) e resistividade elétrica (ERT) de um determinado terreno. Através das medições, procede-se à interpretação dos resultados, sendo possível dissociar áreas com maior condutividade/resistividade, associadas a estruturas físicas, depósitos e/ou estruturas em negativo. Bem como os métodos sísmicos e gravimétricos, que visam sobretudo avaliar as diferentes propriedades mecânicas dos terrenos, através das diferentes velocidades de propagação das ondas sísmicas nos terrenos e da medição da aceleração da gravidade e suas variações à superfície da Terra (Barraca & alii, 2019, pp. 2-3; Matias, 1996).

4. PLATAFORMAS DE AQUISIÇÃO

Como foi sendo aflorado nos pontos anteriores, existem várias plataformas disponíveis e utilizadas como veículo de suporte aos meios de aquisição. Apeado ou acoplados a viaturas, são as mais comuns para a Geofísica, enquanto, satélite, viaturas aéreas tripuladas e não tripuladas para as restantes técnicas. Destas, pelo carácter revolucionário que aportam, merecem particular destaque os VANT (veículos aéreos não tripulados), mais conhecidos por *drones*, que têm vindo a afirmar-se como uma importante ferramenta na Detecção, Prevenção, Salvaguarda e Registo do Património Cultural. Ainda que a captação de imagens aéreas não seja algo propriamente novo, a facilidade com que percorrem distâncias consideráveis aliada à aquisição de diferentes perspetivas – vistas aéreas de sítios e monumentos – a baixo custo, têm vindo a ser apontadas como algumas das suas principais utilidades, para além de outras vantagens como o rigor e o dispêndio de tempo no registo. Em comparação com as plataformas aéreas tradicionais, os VANT: a) oferecem um melhor controlo posicional e, desta forma, uma melhor precisão na cobertura topográfica da área em análise; b) permitem a oportunidade de controlar sensores remotos de cobertura a baixo nível tanto à escala de “sítio” como de “paisagem”, graças à natureza dinâmica da plataforma e à ausência de fios ou outras conexões físicas ao solo (Campana, 2017).

A título de exemplo, a partir de levantamentos fotogramétricos podem ainda ser elaborados produtos cartográficos, topográficos – através da extração das respetivas curvas de nível – modelos digitais tridimensionais de terreno e superfície e mosaicos de ortofotos de alta resolução (Diaz, 2018).

Na última década, o progresso tecnológico verificado na proliferação destes equipamentos, associado ao desenvolvimento de dispositivos leves para sensoriamento – ativo e passivo – e a integração de elementos microeletrónicos, possibilitaram a utilização de “novos” meios para a aquisição de dados por DR, com resoluções espectrais, espaciais e temporais não alcançáveis por sistemas de satélite ou por outras plataformas tripuladas (Adamopoulos & Rinaudo, 2020). De entre o conjunto de microsensores, que podem ser acoplados, refira-se o multiespectral (Hill & alii, 2020), a termografia (Casana & alii, 2014, 2017, 2020) e o microLiDAR (Vanvakenburghv & alii, 2020), que permitem a aquisição e visualização de dados a um grau de resolução e de detalhe sem precedentes.

Ainda que os custos iniciais destes equipamentos possam exceder os valores relacionados como a contratação de um pequeno avião, para um dia, saliente-se que os VANT podem sobrevoar áreas consideráveis a baixas altitudes e a velocidades mais lentas, o que melhora significativamente a resolução espacial dos dados adquiridos.

5. A DR EM PORTUGAL, USO E PUBLICAÇÕES EM ARQUEOLOGIA

Se a DR, em particular a fotografia aérea, é amplamente utilizada no âmbito de trabalhos arqueológicos de todas as tipologias e em publicações, interessava procurar saber quantos pedidos de trabalhos arqueológicos (PATA) deram entrada na Tutela com menção específica a estas técnicas. Assim, indagamos a DGPC.

O resultado foi menos animador e esclarecedor do que desejávamos. Daquilo que foi possível extrair do Endovélico, tendo sido alertados que pecará por defeito, entre 1984 e 2022, foram incluídos em PATA 215 trabalhos de DR. Destes, a grande maioria é respeitante a prospeção geofísica, 185, o que não será alheio ao facto de ser a única técnica considerada como um “tipo de trabalho no *thesaurus* do Endovélico relativo à atividade arqueológica”. 25 pedidos são para fotografia aérea (algum para multiespectral ou

termografia?) e 3 para LiDAR, a que não será alheio o facto de ser uma tecnologia para a qual apenas muito recentemente houve despertar de interesse por parte dos profissionais de arqueologia em Portugal e por não ter categoria específica no *thesaurus*.

No que diz respeito à publicação de resultados ou estudos, aqui excluindo a fotografia aérea, para a tecnologia LiDAR é similarmente escasso o número. Tendo sido retratada num artigo de síntese (Vilariño, 2021), onde também faz a apresentação e interpretação de um conjunto diversificado de elementos arqueológicos, com base na análise de informação LiDAR, disponibilizada gratuitamente no âmbito do “Projeto áGIL – dados LiDAR” do ICNF.

Em termos de conjunto, destaca-se, sobretudo, o trabalho desenvolvido por João Fonte, cujos resultados permitiram a identificação de sítios inéditos e acrescentaram novos contributos à interpretação de outros locais já conhecidos, no Norte e Sul do território português (2015; Fonte & alii, 2020; Costa Garcia & Fonte, 2017; Costa Garcia & alii, 2019).

Assim como, o contributo dado por Rebeca Blanco-Rotea (2015), no que concerne à identificação e análise de vestígios relacionados com a Guerra da Restauração, na região do Alto Minho, trabalhos nos quais se utilizaram, sobretudo, os dados do levantamento da Comunidade Intermunicipal do Alto Minho e onde se conjuga esta técnica com outras, particularmente a fotografia aérea.

Em relação a levantamentos especificamente efetuados para DR arqueológica, com recurso a VANT, conhecem-se os trabalhos no Castelo de Serpa no âmbito do projeto *Odyssey Sensing Project* (Serra & alii 2023), bem como, a apresentação de outros trabalhos realizados, com base em termografia aérea, na Quinta de Almaraz, Almada (Olaio & alii, 2019) e no Cabeço Redondo, Moura (Neves & Soares, 2019), cujos resultados e estudo não foram ainda divulgados.

Por fim, em termos académicos, verifica-se um interesse crescente acerca das potencialidades destas técnicas. Neste sentido refira-se, a título de exemplo, os estudos promovidos por Ariele Câmara relativo à utilidade da fotointerpretação como recurso da Prospeção Arqueológica (2017), Steffan Davies quanto à deteção e monitorização de sítios arqueológicos através de dados satélite (2018), assim como os recentes contributos promovidos pelo *Odyssey Sensing Project*, de que já resultaram três dissertações de mestrado na Universidade de Aveiro.

Contudo, este panorama ainda contrasta com aqui-

lo que acontece fora das fronteiras nacionais onde proliferam a utilização e a publicação de resultados e métodos de DR, seja por intermédio de instrumentos de avaliação terrestre ou por sensores aéreos ou espaciais. Além de artigos, há edições especiais em revistas internacionais (Tapete, 2018; Verhoeven & alii, 2021; Herr & Rieth, 2023), livros especializados e manuais (Wiseman & El-Baz, 2007; Parcak, 2009; Davis, 2012; Hadjimitsis, 2013), indicadores de que a investigação por DR em arqueologia é uma prática estabelecida, com um longo histórico de investigação. Sintoma deste amadurecimento, são igualmente as reflexões continuadas acerca dos constrangimentos e problemas conhecidos, que não menosprezam os benefícios dos avanços tecnológicos, mas alertam para divergências e assimetrias que carecem de melhoria (Optiz & Herrman 2018, Lozić & Štular 2021). No respeitante à publicação de trabalhos onde se aplicou a prospeção geofísica, tal como nos PATA, são em maior quantidade, diversidade e realizados especificamente com fins arqueológicos, pelo que, por motivos de contenção, não serão mencionados neste artigo. Assim, a título de exemplo, referimos os trabalhos desenvolvidos no Mosteiro da Batalha (Barraca & alii, 2019) e a reabilitação da envolvente da igreja de Cortegaça (Pereira & alii, 2019).

6. DESCRITOR DO PATRIMÓNIO

O Descritor de Património (DP) constitui uma das principais atividades que tem vindo a ser desenvolvida na proclamada Arqueologia Preventiva e de Salvaguarda. Neste contexto, vamos passar à apresentação de duas situações concretas da aplicação de DR, em dois casos distintos, e destes partir para discussão do uso destas técnicas no território nacional e, em particular, no âmbito do DP.

6.1. Georadar na caracterização de uma Área de Potencial Arqueológico (ampliação de polo industrial)

Durante o Acompanhamento Arqueológico realizados no âmbito do projeto da Linha de Transporte de Energia que liga a Subestação de Mangualde ao Viso, foi identificada uma sepultura antropomórfica escavada no granito, sujeita a escavação (Nóbrega, 2005). Segundo a equipa responsável pela intervenção, a sepultura possuía uma cabeceira subretangular (com 0.22m de largura e 0.18m de comprimento), 1.91m de comprimento, 0.52m de largura e 0.33m de

profundidade, medidas pelo interior, e estava orientada a NW (270° N) (idem; Nóbrega & alii, 2012).

Neste sentido, analisando o relatório da intervenção, estima-se que o topo da sepultura tenha sido identificado a cerca de 0.47m abaixo do solo, apresentando uma largura variável entre os 0.90-1.10m e um comprimento na ordem dos 2.20-2.40m, afecções assumidas com base nos registos gráficos e fotográficos (Nóbrega, 2005, p. 6).

No âmbito do DP no Estudo de Impacte Ambiental (EIA) relativo à Ampliação de uma unidade industrial, além da realocação do Elemento Patrimonial acima referido, foi identificada à superfície uma Mancha de Dispersão de Materiais, com cerca de 1500 m², de formato irregular. O espólio observado consistia em fragmentos cerâmicos, de cronologia balizada entre a Idade Média e a Época Moderna, semelhantes aos exumados durante a intervenção arqueológica.

De modo a dar-se cumprimento ao estudo do DP, quanto à definição e delimitação física da área de potencial arqueológico e subsequente avaliação dos impactes aquando da implementação do projeto, recorreu-se a uma solução não intrusiva, com a finalidade de avaliar o subsolo e observar eventuais estruturas pré-existentes. Atendendo as características de visibilidade de solos – vegetação herbácea e sobreiros – optou-se pela realização de um levantamento geofísico por Georadar (GPR), dotado de uma antena de banda larga com frequência central de 500MHz, de treze áreas contíguas, correspondentes a uma avaliação global de cerca de 3900m². Este procedimento permitiu a identificação de um conjunto de “anomalias” passíveis de representar eventos de cariz arqueológico, tais como: alinhamentos, que indiciam a presença de estruturas como muros, a cerca de 0.8m de profundidade e de espessura variável entre 0.7m e 1.0m; e, eventualmente, enterramentos/sepulturas, situados a uma profundidade variável entre 0.3m e 0.7m, sendo mais evidentes entre os 0.4m e 0.5m (Fig. 2). Uma outra informação de relevo, consistiu na profundidade estimada para o “solo natural” na ordem de 1.00m.

O cruzamento de dados, informação bibliográfica e anomalias assinaladas pelo Georadar, permitiu elencar, entre outras, que as anomalias de formato tendencialmente subretangular, com 2.00m, em média, de comprimento e pelo menos 1.00m de largura, associadas as profundidades de aquisição – entre os 0.30 e os 0.70m – podem corresponder a

eventuais enterramentos ocultos no solo, ainda que a média relativa à orientação (cerca de 225°N) seja ligeiramente diferente à da sepultura identificada por intermédio de escavação arqueológica. Colocando-nos perante uma área de alta sensibilidade arqueológica, eventualmente uma necrópole, que apenas poderá ser confirmada através de sondagens arqueológicas. Trabalhos não efetuados porque o promotor optou, face às evidências, não avançar com construções para esta área.

6.2. Sensores Multiespectral e LiDAR na caracterização de zonas densamente arborizadas no âmbito de um DP.

Com a finalidade de dar cumprimento a uma Medida de Mitigação resultante de um EIA, procedeu-se à avaliação e análise da componente Património Cultural de uma área com 651 hectares (ha), destinada a um projeto para uma Central Solar a implantar no distrito de Viseu.

Os trabalhos realizados consistiram na aquisição de informação com base em diferentes sensores (LiDAR, RGB Fotogramétrico e Multiespectral), tendo para o efeito sido utilizados dois equipamentos VANT distintos: Sensefly Ebee X RTK (RGB e Multiespectral) e o DJI Matrice 300 RTK (LiDAR). A aquisição dos dados foi realizada pela Entidade FI-REMAP, tendo as coberturas aéreas sido efetuadas de acordo com a legislação em vigor e com a respetiva autorização por parte da AAN – Autoridade Aero-náutica Nacional.

Os levantamentos foram realizados, nos dias 25, 26 de agosto e 2 de setembro de 2022, em condições atmosféricas bastante adequadas. As fotos RGB foram adquiridas a uma altura de aproximadamente 120m, para uma resolução média de 5.0 cm/pixel no terreno. O levantamento multiespectral foi realizado a uma altura ao solo de aproximadamente 120m por um pixel de 11cm no terreno. E, por último, o LiDAR foi realizado a uma altura de aproximadamente 80m, a uma velocidade média de 7.9m/s, garantindo uma sobreposição de 80%. No total, o projeto representou a recolha de 1819 fotografias adquiridas pelo sensor RGB Aeria X e 26580 fotografias pelos sensores multiespectrais. Quantos aos dados adquiridos por intermédio do sensor LiDAR, refira-se que a nuvem em apreço é constituída por um total de 365052384 pontos.

O processo de classificação do levantamento LiDAR, foi realizado através da combinação de diferentes

softwares, nomeadamente LAStools, TerraSCAN e TerraSurface, tendo-se classificado como *ground points* (solo) um total de 15597552 pontos e registado uma densidade por metro quadrado variável entre 48.21 (*all returns*) e 44.42 (*last returns*). Durante o processo de classificação, a nuvem foi sendo avaliada, através do pipeline Open LIDAR toolbox (Lozic & Stular, 2021), plugin do QGIS, estabelecendo-se a relação entre o grau de confiança dos resultados obtidos – DFM Confidence Map – e o detalhe pretendido para a produção de um MDT de alta resolução, neste caso, na ordem dos 0.30 metros.

Face a algumas incertezas assinaladas foi realizada uma verificação manual dos dados gerados, através dos softwares TerraScan e TerraModeler. Da observação, por intermédio de cortes transversais, foi possível depreender que os critérios adotados para processamento da nuvem haviam erradamente classificado zonas de vegetação arbustiva muito densa como sendo pontos de solo, constatando-se em algumas áreas a ausência de pontos de solo, pelo que se procedeu por via manual à sua reclassificação e à respetiva interpolação dos dados. Face a esta fragilidade do levantamento, na medida em que o sensor não foi capaz de penetrar a vegetação destes locais, procedeu-se, por questões de cautela, ao mapeamento das áreas – verificando-se que apenas 26,5 ha (aprox. 4,07%) da área global do projeto corresponde a zonas onde foram produzidas alterações na sua classificação, dada a ausência segura de pontos que pudessem ser classificados como solo. À margem deste condicionalismo, por intermédio de LiDAR foi possível o reconhecimento da microtopografia de cerca de 95,93% da área global do projeto.

A partir dos modelos gerados – Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS) – procedeu-se à análise e interpretação da informação, através da aplicação de diversas técnicas de visualização do relevo topográfico (Kokalj & Hesse, 2017), de que se destacam o Local Relief Model (Hesse, 2010), o Positive Openness (Doneus, 2013) e o Sky-View Factor (Zakšek & alii 2011). Do conjunto, optamos pelo método Local Relief Model (LRM), na medida em que representa localmente diferenças altimétricas de pequena escala, aumentando significativamente a visibilidade das características topográficas, independentemente da iluminação ou ângulo, e permitindo que as elevações e seus volumes sejam mensuráveis (Hesse, 2010).

Da análise das imagens digitais e de acordo com o

conhecimento prévio acerca dos sítios arqueológicos identificados na área de estudo, procedeu-se à avaliação do LRM, no sentido de caracterizar as “anomalias” assinaladas em estudo anterior e identificar outras suscetíveis de interesse arqueológico. Os dados foram sistematizados em ficha própria, sendo numerados sequencialmente de acordo com as “anomalias” registadas e descritos em função do campo Caracterização, de acordo com os critérios (Lozic & Stular, 2021): Tipologia; Cronologia Relativa; Grau de Confiança; Visibilidade; Densidade (Vegetação), Técnica de Visualização; Descrição e Características Geométricas (Área e Dimensões). À mesma ficha foi ainda acrescentado o campo Verificação, no qual foram incluídos os dados referentes à caracterização, em campo, da respetiva anomalia, tendo-se considerado como critérios descritivos: Observações; Visibilidade de Solo e Recomendações.

Foi produzido um total de 84 fichas de caracterização. Tratando-se maioritariamente de pequenas elevações de contorno tendencialmente subcirculares, com diâmetros variáveis entre os 8 e os 20 metros, que poderiam corresponder a monumentos *sob tumuli* ainda não cartografados. Deste conjunto, destaca-se ainda uma possível estrutura de formato tendencialmente retangular com aproximadamente 14m de largura por 20m de comprimento, que poderia corresponder a uma antiga habitação ou estrutura de apoio agrícola, assim como um conjunto de estruturas potencialmente em negativo – valados (?) – colocados a “descoberto” numa região atualmente constituída por uma vegetação arbustiva densa.

No que concerne à análise de dados multiespectrais, os objetivos delineados tiveram por princípio não só a reavaliação da informação anterior, mas também a observação e análise de eventuais anomalias na vegetação, muitas vezes associadas a vestígios arqueológicos ocultos no solo. Neste sentido, a produção de dados teve em consideração a criação de diferentes imagens *raster*, em função das bandas – Verde, Vermelho, NDVI e NIR – estabelecendo-se os Índices de Vegetação: NDVI; RENDVI; GNDVI, SAVI, GRVI e RGRVI, mais comumente usados para deteção de vestígios arqueológicos (Salgado Carmona & alii, 2020).

O cruzamento destas técnicas – LiDAR e Multiespectral – contribuiu, de forma significativa, para o despiste dos locais de potencial arqueológico, assinalados quer em indícios cartográficos – pontos altimétricos, curvas de nível, etc. – e fotografia aérea

quer nas microtopografias destacadas pelos diferentes métodos de visualização (Fig. 03). Embora as condições de visibilidade não tenham sido as ideais para a observação de vestígios arqueológicos à superfície, todos os locais foram confirmados no terreno tendo sido possível determinar a natureza das “anomalias” assinaladas. Correspondendo a elevações topográficas naturais ou antropizadas pela floresta, assim de baixo ou nulo valor arqueológico. Sendo escassas as evidências que possam vir a constituir-se como sítios na aceção do termo, ainda que a imprevisibilidade seja uma das principais características inerentes aos sítios arqueológicos.

Contudo, embora se tenha reduzido substancialmente o potencial arqueológico da zona a afetar, o surgimento de vestígios ocultos no solo não deve ser de todo descartado, sobretudo se relacionado com entorno no qual se reconhecem sítios muito próximos das áreas prospetadas.

7. A DETEÇÃO REMOTA E O DESCRITOR DE PATRIMÓNIO: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

A Arqueologia em sede de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) contribui para uma decisão ponderada e articulada com os outros fatores ambientais sobre a viabilidade dos projetos, sendo exigida recolha de informação, identificação e previsão dos impactos sobre o Património Cultural, bem como a definição de medidas que evitem, minimizem ou compensem os efeitos negativos de um determinado projeto.

Neste contexto, salienta-se que a falta de condições de visibilidade dos solos é um dos principais argumentos e constrangimentos apontados pelo Descritor no capítulo das Lacunas de Conhecimento. A utilização de técnicas de Detecção Remota poderá, em nosso entender, contribuir para o preenchimento desta e de outras lacunas.

Na verdade, os dados obtidos por intermédio de DR podem ser usados na identificação de riscos, ajudando na prevenção, avaliação e mitigação de potenciais impactos, contribuindo para uma melhor compreensão quanto à imprevisibilidade de ocorrência de vestígios arqueológicos em um determinado projeto. Contudo, em termos gerais, os sensores – ativos e passivos – partilham vantagens e desvantagens. No caso dos sensores ativos saliente-se o facto de emitirem radiação para executar medições, enquanto os passivos carecem de radiação para o mesmo efeito.

Certamente, cada sensor providencia resultados diferentes para a análise arqueológica. No caso de alguns sensores passivos refira-se a impossibilidade de providenciarem uma medição precisa em período noturno ou em dias nublados, a baixa resolução geométrica ou o facto de serem instrumentos que mensuram a radiação emitida, suscetível a alterações provocadas por outras emissões circundantes. Também em sensores ativos pode elencar-se como desvantagem o facto de os impulsos estarem sujeitos a interferências físicas (obstáculos) e/ou a fontes de sinal externas não controladas.

No que toca às vantagens de um sensor ativo no solo, podemos citar como exemplo, o Georadar que, ao penetrar a superfície, proporciona informação bidimensional e tridimensional, de alta resolução, acerca de anomalias no subsolo. Porém, este instrumento quando comparado com sensores integrados em plataforma aérea ou em outros equipamentos terrestres, de base passiva, mostra-se mais moroso, com consequente impacto na rapidez de disponibilização da informação. A título de exemplo, a aplicação de prospeção geofísica passiva, como a prospeção magnética, mostra-se mais expedita na implementação, processamento e obtenção de resultados, ainda que apresente como maiores desvantagens a sua relativa baixa resolução (quando comparada com o GPR), bem como a dificuldade e/ou impossibilidade de aplicação em locais com elevada carga magnética como, por exemplo, na presença de linhas elétricas, ambiente com muita contaminação metálica (contemporânea) e/ou em locais urbanos.

O mesmo poderemos referir quanto ao uso de sensores passivos, em plataformas aéreas, na possibilidade de permitirem a deteção de anomalias, a diferentes comprimentos de onda na superfície do solo, muitas vezes relacionadas com vestígios arqueológicos. Contudo, deveremos estar cientes que embora cada objeto possua diferentes interações com a radiação eletromagnética, dando origem à sua distinção entre os vários elementos (assinatura espectral), não existe uma assinatura específica ou especial que possa vir a ser utilizada com propósitos de uma deteção mais genérica (Luo & alii, 2019).

Além da natureza empírica, relacionada com a aquisição de dados DR (Tabela 1), não podemos esquecer o fator “condição humana”, determinante na predição de sítios arqueológicos, cujos padrões de ocupação estão sujeitos a inúmeras variáveis dependentes do território em que se inserem. A morfologia, tex-

tura, padrões, possíveis conexões e até mesmo o enquadramento são alguns dos elementos que podem levar à identificação de novos sítios, sendo a análise e interpretação de dados um trabalho ainda dependente não só das técnicas de visualização, mas sobretudo da experiência de quem analisa, do conhecimento que tem da paisagem e das características dos vestígios arqueológicos que possam existir e/ou que se pretendam estudar (Grammer & alii, 2017). Trata-se de um processo subjetivo, no qual pesam preconceitos, expectativas e o conhecimento de quem analisa e interpreta os dados, pelo que é imperativo a verificação no terreno, *ground truthing*, dos potenciais vestígios identificados (Idem).

A sua aplicabilidade e respetiva interpretação dos resultados deve, assim, ser conjugada com a análise – cartográfica, fisiográfica e toponímica – e pesquisa bibliográfica, de modo a garantir uma predição e avaliação de impactes eficaz de um determinado projeto. Utilizamos o termo “predição”, na medida em que em Avaliação de Impacte o Descritor não deve primar apenas pela constatação da presença/ausência de elementos patrimoniais, mas por uma análise aprofundada que transmita conhecimento sobre a área de projeto (Branco, 2014), no qual descreve o ambiente a afetar, a magnitude e significância dos eventuais impactes e recomenda ajustes ou a viabilidade de minimização, através da proposta de medidas de mitigação, monitorização e/ou de compensação (Estorninho & alii, 2013). Neste contexto, as técnicas de DR devem ser encaradas como complementares, atenuando, em certa medida, algumas das lacunas elencadas em sede de Avaliação de Impacte Ambiental.

BIBLIOGRAFIA

ABATE, Nicodemo; FRISETTI, Alessia; MARAZZI, Federico; MASINI, Nicola & LASAPONARA, Rosa (2021) – Multitemporal-Multispectral UAS Surveys for Archaeological Research: The Case Study of San Vincenzo Al Volturno (Molise, Italy). *Remote Sens.*, 13, 2719.

ADAMOPOULOS, Efsthios & RINAUDO Fulvio (2020) – UAS-Based Archaeological Remote Sensing: Review, Meta-Analysis and State-of-the-Art; *Drones*, 4(3), 46.

URIBE AGUDO, Paula; ANGÁS PAJAS, Jorge; PÉREZ-CABELLO, Fernando; VICENTE REDÓN, Jaime & EZQUERRA LEBRÓN, Beatriz (2018) – The Potential of Drones and Sensors to Enhance Detection of Archaeological Cropmarks: A Comparative Study Between Multi-Spectral and Thermal Imagery. *Drones*, 2 (3), 29.

ALARCÃO, Jorge (1987) – *Introdução ao estudo da história e património locais*. Coimbra.

ANNAN, A. Peter & COSWAY, S. W. (1992) – Ground penetrating radar survey design. In Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 1992. *Society of Exploration Geophysicists*, pp. 329-351 DOI: 10.4133/1.2921946.

ASPINALL, Arnold; GAFFNEY, Chris & SCHMIDT, Armin (2008) – *Magnetometry for Archaeologists*. Lanham: AltaMira Press.

BARRACA, Nuno; MATIAS, Manuel & ALMEIDA, Fernando (2019) – O método de radar de penetração no solo (GPR) na caracterização do Mosteiro da Batalha. *Conservar Património*, 32.

BLANCO-ROTEA, Rebeca (2015) – *Arquitectura y Paisaje. Fortificaciones de frontera en el sur de Galicia y norte de Portugal*. Tesis Doctoral apresentada à Universidad del País Vasco.

BRANCO, Gertrudes (2014) – Contributos metodológicos: identificação, avaliação e mitigação do património arquitetónico e arqueológico. *Revista Digital de Arqueologia*.

BICHO, Nuno (2006) – *Manual de Arqueologia Pré-histórica*. Edições 70 Lda.

CAMPANA, Stefano (2016) – Archaeology, remote sensing. Encyclopedia of Geoarchaeology. *Dordrecht/Heidelberg/New York/London*, Springer, pp. 703-724.

CAMPANA, Stefano (2017) – Drones in Archaeology. State-of-the-art and Future Perspectives. *Archaeological Prospection*. 9999.

CASANA, Jesse (2021) – Rethinking the Landscape: Emerging Approaches to Archaeological Remote Sensing. *Annual Review of Anthropology*, 50, pp. 167-186.

CASANA, Jesse; WIEWEL, Adam; COOL, Autumn; HILL, Austin C.; FISHER, Kevin & LAUGIER, Elise (2017) – Archaeological Aerial Thermography in Theory and Practice. *Advances in Archaeological Practice*, 5(4), pp. 310-327.

CONYERS, Lawrence. B. (2006) – *Ground-penetrating radar. Remote sensing in archaeology: an explicitly north American perspective*. In JOHNSON, Jay K. (ed.) *Remote Sensing in Archaeology: An Explicitly North American Perspective*; The University of Alabama Press pp. 131-160.

COSTA GARCÍA, José M. & FONTE, João (2017) – Scope and limitations of airborne LiDAR technology for the detection and analysis of Roman military sites in Northwest Iberia. In MAYORAL HERRERA, V.; PARCERO-UBIÑA, C. & FÁBREGA-ÁLVAREZ, P. (eds.). *Archaeology and geomatics, harvesting the benefits of 10 years of training in the Iberian Peninsula* (2006-2015). Leiden: Sidestone Press, pp. 57-73.

COSTA GARCÍA, José M.; FONTE, João & GAGO, Manuel (2019) – The reassessment of the Roman military presence in Galicia and northern Portugal through digital tools: Ar-

chaeological diversity and historical problems. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 19 (3), pp. 17-49.

DANIELS, Jeffrey J. (2000) – Ground penetrating radar fundamentals. Prepared as an appendix to a Report to the US EPA. *Region V*, pp. 1-21.

DAVIS, Oliver (2012) – *Processing and Working with LiDAR Data in ArcGIS: A Practical Guide for Archaeologists*. The Royal Commission on the Ancient and Historical Monuments of Wales.

DAVIES, Steffan (2018) – *Dados de satélite como ferramenta de deteção e monitorização de sítios arqueológicos*. Relatório de Estágio em Arqueologia e Território, em Arqueogeografia apresentado ao Departamento de História, Estudos Europeus, Arqueologia e Artes da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (policop).

DEVEREUX, Bernard J.; AMABLE, Gabriel S.; CROW, Peter & CLIFF, Andrew (2005) – The potential of airborne LiDAR for detection of archaeological features under woodland canopies. *Antiquity*. 79 (305), pp. 648-660.

FERNADEZ DIAZ, Miguel (2018) – La Profesión de Piloto de Drones en el ámbito del Patrimonio Cultural y la Arqueología: ciencia y divulgación desde el aire. *Las Profesiones del Patrimonio Cultural. Competencias, formación y transferencia del conocimiento: relexiones y retos en el Año Europeo del Patrimonio Cultural*. Ministerio de Cultura y Deporte. Gobierno de España, pp. 75-80.

DONEUS, Michael (2013) – Openness as Visualization Technique for Interpretative Mapping of Airborne Lidar Derived Digital Terrain Models; *Remote Sens.* 5, 6427-6442.

EBERT, James I. (1984) – Remote Sensing Applications in Archaeology. *Advances in Archaeological Method and Theory*, Volume 7. Academic Press, pp. 293-362.

ENCARNAÇÃO, Sara (2004) – Interpretação da Dimensão Geográfica do Objecto em Detecção Remota. *V Congresso da Geografia Portuguesa Portugal: Territórios e Protagonistas* (atas).

ESTORNINHO, Alexandra; MARQUES, João & NUNES, Ana (2013) – A Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) e a atividade arqueológica. *Arqueologia em Portugal 150 anos*. Associação dos Arqueólogos Portugueses, Lisboa, pp. 119-126.

FONTE, João (2010) – Novas metodologias não-invasivas de prospecção arqueológica: o contributo das tecnologias geo-espaciais. In *Forum, Universidade do Minho*, N.º 44-45, pp. 97-112.

FONTE, João (2015) – *Paisagens em Mudança na Transição Entre a Idade do Ferro e a Época Romana no Alto Tâmega e Cavado*. Tese de doutoramento apresentada à Universidad de Santiago de Compostela.

FONTE, João; PEREIRA, Carlos; PIMENTA, João & ARRUDA, Ana M. (2020) – Revisitando os Chões do Alpompe com técnicas de detecção remota: novas evidências sobre os sis-

temas defensivos Romano-Republicanos. *CuPAUAM – Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*. 46, pp. 215-238.

GRAMMER, Benedikt; DRAGANITS, Erich; GRETSCHER, Martin & MUSS, Ulrike (2017) – LiDAR-guided Archaeological survey of a Mediterranean landscape: Lessons from the Ancient Greek Polis of Kolophon (Ionia, Western Anatolia). *Archaeological Prospection*. 24 (4), pp. 311-333.

GONÇALVES, Luís (2013) – *Estudo geoarqueológico com Georadar. Aplicação aos contextos arqueológicos da Pré-História recente à Proto-História do NW de Portugal*. Dissertação de Doutoramento em Ciências Especialidade de Geologia apresentada à Escola de Ciências da Universidade do Minho (Policop).

HADJIMITSIS, Diofantos G. (2013) – *Remote Sensing of Environment – Integrated Approaches*. Intech Open.

HERR, Sarah & RIETH, Christina (2023) – *Advances in Archaeology Practice*, vol. 11, issue 2. Society For American Archaeology.

HESSE, Ralf (2010) – LIDAR-derived Local Relief Models (LRM) – a new tool for archaeological Prospection. *Archaeological Prospection* 17, pp. 67-72.

HILL, Austin; LAUGIER, Elise J. & CASANA, Jesse (2020) – Archaeological Remote Sensing Using Multi-Temporal, Drone-Acquired Thermal and Near Infrared (NIR) Imagery: A Case Study at the Enfield Shaker Village, New Hampshire. *Remote Sens.*, 12(4), 690.

JAMES, Katherine; NICHOL, Caroline J.; WADE, Tom; COWLEY, Dave; POOLE, Simon G.; GRAY, Andrew & GILLESPIE, Jack (2020) – Thermal and multispectral remote sensing for the detection and analysis of archaeologically induced crop stress at a UK site. *Drones*, 4 (4), pp. 1-17.

KOKALJ, Žiga & HESSE, Ralf (2017) – *Airborne laser scanning raster data visualization: A Guide to Good Practice*. Ljubljana: Založba ZRC.

LOZIĆ, Edisa & ŠTULAR, Benjamin (2021) – Documentation of Archaeology-Specific Workflow for Airborne LiDAR Data Processing. *Geosciences*, 11, 26.

MANTAS, Vasco (1996) – Arqueologia e Teledeteção. *Al-madan*, II Série, 5, pp. 62-69.

MATEOS CRUZ, Pedro; PIZZO, Antonio & MAYORAL HERRERA, Victorino (2014) – Integrating survey data for the study of the Roman townscape of Contributa Iulia Ugul-tunia (Medina de las Torres, Badajoz). *Journal of Roman Archaeology* 27, pp. 109-132.

MATERAZZI, Filippo & PACIFICI, Marco (2022) – Archaeological crop marks detection through drone multispectral remote sensing and vegetation indices: A new approach tested on the Italian pre-Roman city of Veii. *Journal of Archaeological Science: Reports*; Vol. 41(4), 103235.

- SENOS MATIAS, Manuel J. (1996) – A prospeção Geofísica e a Arqueologia. *Al-madan*, II Série, 5, pp. 58-61.
- MCLEESTER, Madeleine; CASANA, Jesse; SCHURR, Mark; HILL, A. Chad & WHEELER, Joseph (2018) – Detecting prehistoric landscape features using thermal, multispectral, and historical imagery analysis at Midewin National Tallgrass Prairie, Illinois. *Journal of Archaeological Science: Reports*, Volume 21, pp. 450-459.
- NEVES, Sergio & SOARES, Rui M. (2019) – Integração de vários métodos geofísicos para deteção de património soterrado (Sobral da Adiça). *XIII Congresso Ibérico de Arqueometria* (Livro de Resumos), Faro.
- NÓBREGA, Pedro; TENTE, Catarina & NETO, Filipa (2012) – A sepultura medieval do Alto da Quintinha. In *Arqueologia Medieval*. Porto: Edições Afrontamento, pp. 203-210
- NÓBREGA, Pedro (2005a) – *Intervenção de emergência na Quintinha, junto à Quinta do Avenal, Mangualde*. Mangualde: Relatório Final 2.^a Versão (Policop).
- NÓBREGA, Pedro (2005b) – Intervenção Arqueológica em Mangualde coloca a descoberto sepultura escavada na rocha. In *Boletim Municipal O Zurrão*. Mangualde: Câmara Municipal, p. 17.
- OLAIO, Ana; ANTÓNIO, Telmo; HENRIQUES, Fernando & ROSA, Sérgio (2019) – O Sítio Arqueológico da Quinta do Almaraz. Investigação, Conservação e Valorização. *Revista Monumentos*. Lisboa, Direção Geral do Património Cultural. pp. 224-233.
- OLIVEIRA, Rui J. (2020) – *Prospeção geofísica aplicada à Arqueologia*. Dissertação de Doutoramento em Ciências da Terra e do Espaço Área de especialização Geofísica apresentada à Universidade de Évora – Instituto de Investigação e Formação Avançada (Policop).
- OPITZ, Rachel & HERRMANN, Jason (2018) – Recent Trends and Long-standing Problems in Archaeological Remote Sensing. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 1(1), pp. 19-41.
- PARCAK, Sarah J. (2009) – *Satellite Remote Sensing for Archaeology*; Routledge Taylor & Francis Group.
- PEREIRA, Gabriel; CORREIA, Mauro & SANTOS, Gustavo (2019) – Ecclesia Sanctae Marinae de Cortegaza (Cortegaza, Ovar). Um contributo na Arqueologia de Salvaguarda. *SCIENTIA ANTIQUITATIS*, [S.l.], v. 3, n. 1.
- RICHARDS, John A. (1999) – *Remote sensing digital image analysis*. Berlin: Springer.
- SALGADO CARMONA, José; QUIRÓS ROSADO, Elia; MAYORAL, Victorino & CHARRO LOBATO, Cristina (2020) – Assessing the potential of multispectral and thermal UAV imagery from archaeological sites. A case study from the Iron Age hillfort of Villasviejas del Tamuja (Cáceres, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, Vol. 31, 102312.
- SERRA, Miguel; PEREIRO, Tiago do; DIAS, Rita; HIPÓLITO, João; PEDRO, José; FONTE, João; SECO, Luís & NEVES, António (2023) – Uma nova visão do Castelo da Crespa (Serpa) a partir de um Levantamento Drone-LiDAR. *Al-Madan online*, #26 (tomo 1), pp. 55-60.
- SANTOS, Manuel F. (1965) – Aplicação da fotografia aérea no levantamento de cartas arqueológica; *Arquivo de Beja*, XXII, pp. 137-141.
- ŠTULAR, Benjamin; EICHERT, Stefan & LOZIĆ, Edisa (2021) – Airborne LiDAR Point Cloud Processing for Archaeology. Pipeline and QGIS Toolbox. *Remote Sens.*, 16, 3225.
- ŠTULAR, Benjamin; LOZIĆ, Edisa & EICHERT, Stefan (2021) – Airborne LiDAR-Derived Digital Elevation Model for Archaeology. *Remote Sens.*, 13, 1855.
- TAPETE, Deodato (2018) – *Remote Sensing and Geosciences for Archaeology*. Journal Geosciences Special Issue Editor.
- URIBE, Paula; ANGÁS, Jorge; ROMEO, Francisco; PÉREZ-CABELLO, Fernando & SANTAMARÍA, Diego (2021) – Mapping Ancient Battlefields in a multi-scalar approach combining Drone Imagery and Geophysical Surveys: The Roman siege of the oppidum of Cabezo de Alcalá (Azaila, Spain). *Journal of Cultural Heritage*, Volume 48, pp. 11-23.
- VANVALKENBURGH Parker; CUSHMAN K. C.; CASTILLO BUTTERS Luis J.; ROJAS VEGA Carol; ROBERTS, Carson B.; KEPLER, Charles & KELLNER, James (2020) – Lasers without lost cities: using drone LiDAR to capture architectural complexity at Kuelap, Amazonas, Peru. *Journal Field Archaeology*, 45 (Suppl. 1), pp. 75-88.
- VERHOEVEN, Geert; COWLEY, Dave & TRAVIGLIA, Arianna (2021) – *Archaeological Remote Sensing in the 21st Century (Re)Defining Practice and Theory*. Printed Edition of the Special Issue Published in Remote Sensing.
- VERHOEVEN, Geert (2017) – Are We There Yet? A Review and Assessment of Archaeological Passive Airborne Optical Imaging Approaches in the Light of Landscape Archaeology. *Geosciences*. 7(3), 86. <https://doi.org/10.3390/geosciences7030086>.
- VILARINHO, Gil (2021) – Da Luz aos Modelos e às Sombras: o contributo dos dados LiDAR para a investigação arqueológica em Portugal. *Al-madan*, Centro de Arqueologia de Almada, II Série, 24, pp. 64-71.
- WEBBER, Henry; HEYD, Volker; HORTON, Mark; BELL, Martin; MATTHEWS, Wendy & CHADBURN, Amanda (2017) – Precision farming and archaeology. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11.1007.
- WISEMAN, James & EL-BAZ, Farouk (2007) – *Remote Sensing in Archaeology; Interdisciplinary Contributions to Archaeology*. Springer New York, NY.
- ZAKŠEK; Klemen; OŠTIR, KRISTOF & KOKALJ, Žiga (2011) – Sky-View Factor as a Relief Visualization Technique. *Remote Sens.* 2011, 3, pp. 398-415. doi:10.3390/rs3020398.

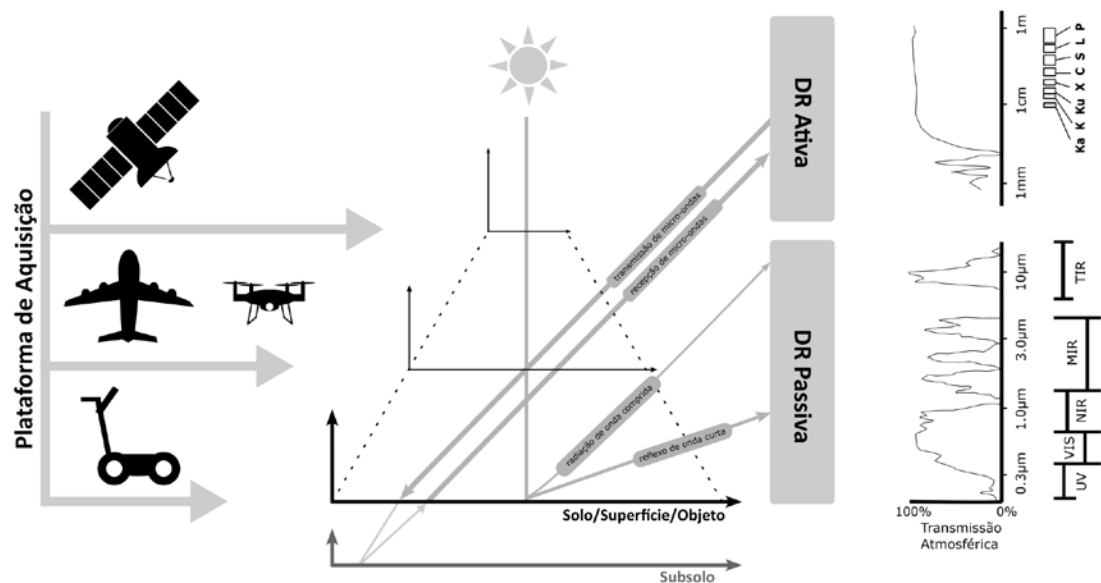


Figura 1 – Diagrama esquemático de plataformas, sensores e técnicas de DR (adaptado de Luo & alii, 2019).

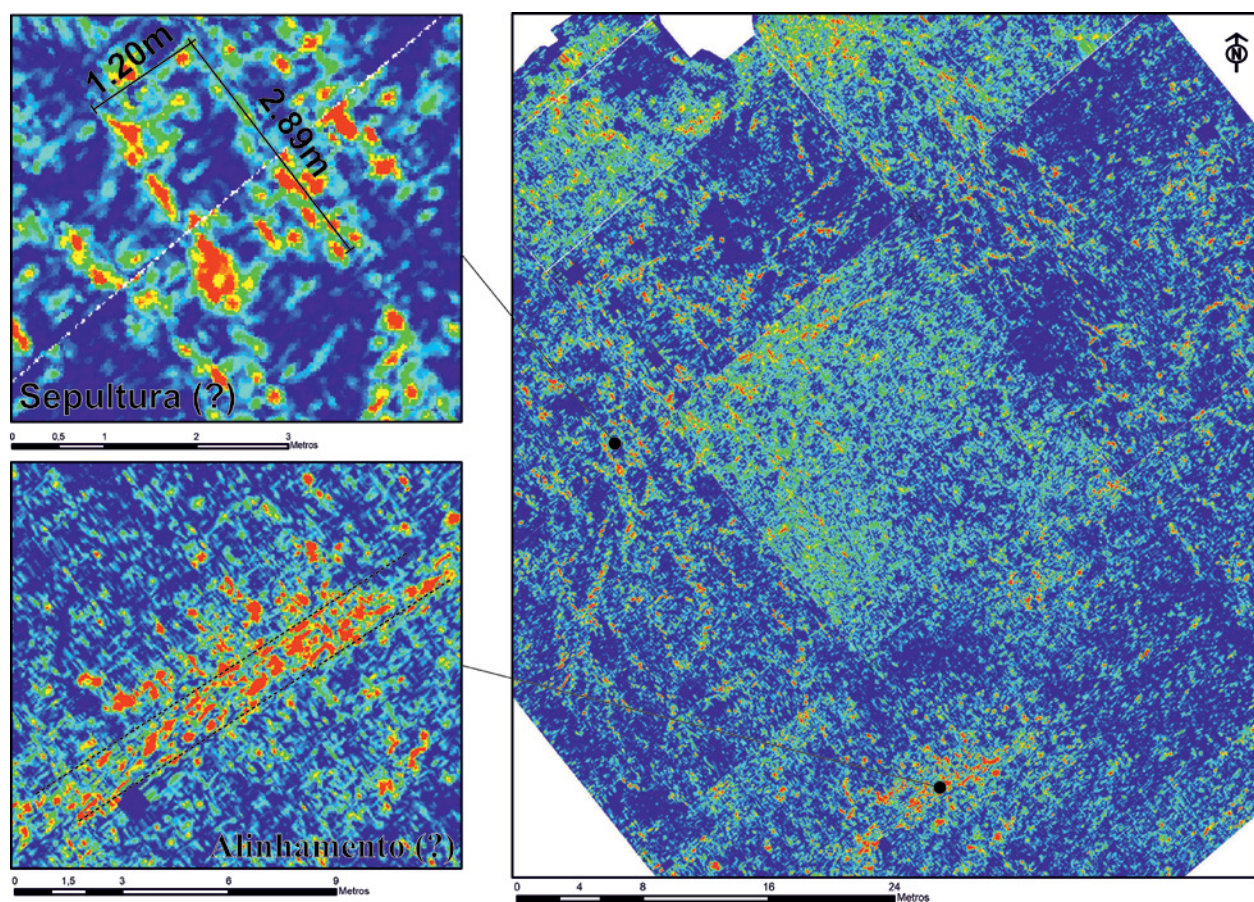


Figura 2 – Anomalias de potencial arqueológico identificadas após os trabalhos de prospeção por Georadar (GPR) do projeto de ampliação de polo industrial.

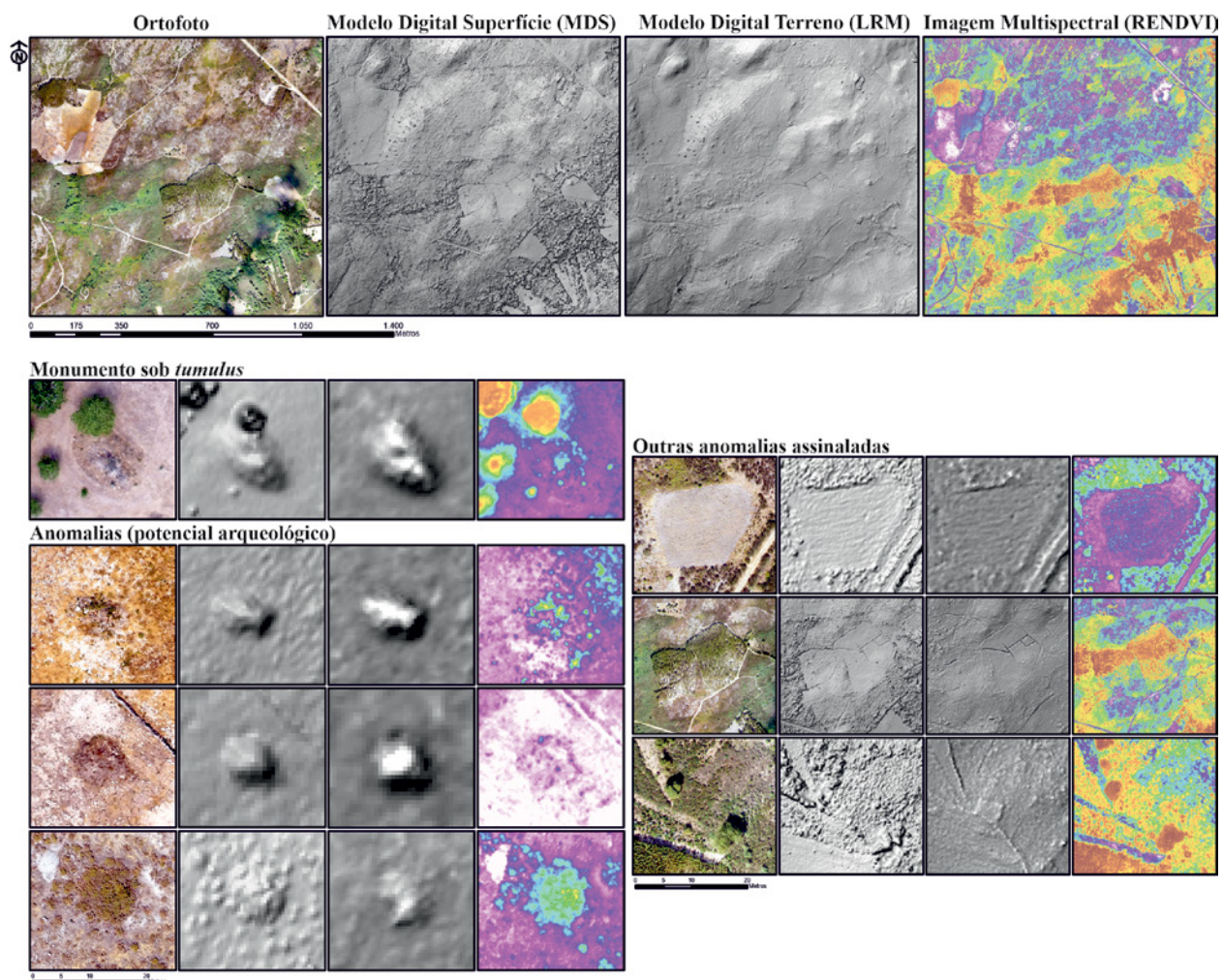


Figura 3 – Caraterização dos trabalhos realizados com base em LiDAR e Multiespectral, no âmbito do Descritor de Património para uma Central Solar no distrito de Viseu.

TÉCNICA	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
Fotografia Aérea	• Identificação de estruturas (positivas e negativas).	• Eficácia dependente do grau de visibilidade do solo e da natureza das estruturas arqueológicas em si (Bicho 2006).
Multi/Hiper Espectral	• Identificação de anomalias no subsolo com base em imagens em diferentes comprimentos de onda.	• Análise temporal relativamente alargada, normalmente associada ao crescimento da vegetação. • Ausência de uma assinatura espectral específica a vestígios arqueológicos. • Para efeitos de DR é recomendável a aquisição de imagens de alta resolução (Luo & alii 2019).
Termografia	• Identificação de anomalias no subsolo com base em termogramas.	• Variações diurnas (Casana et al 2017; Mateos Cruz & alii 2014; Sálgado Carmona & alii 2020). • Ambiguidade na interpretação. • Ruído de fontes de calor próximas. • Ausência de estimativa de profundidades e espessuras.
LiDAR	• Observação de microtopografias. • Penetração em zonas arborizadas. • Elevada precisão.	• Processamento de dados – elevado grau de complexidade (Doneus & Brieze 2011). • Em zonas de coberto vegetal denso, essencialmente arbustivo e rasteiro, pode condicionar a identificação de microtopografias, o que, em fase de processamento, pode implicar a eliminação de vestígios arqueológicos de baixa expressividade topográfica (Masini & alii 2018; Zhou & alii 2020). • Não potencia a identificação de Manchas de Dispersão de Materiais e/ou vestígios ocultos no subsolo.
Magnetometria	• Permite a deteção de vestígios soterrados, sejam estruturas ou objetos ferromagnéticos.	• Dependente das condições gerais do terreno para o manuseamento de equipamento, tanto a nível de vegetação como topográficas. • Para aquisição de bons resultados, carece de trabalhos prévios de deteção de metais.
Georadar	• Proporciona informação bidimensional e tridimensional acerca das anomalias no subsolo. • Possibilidade de visualização imediata. • Rápida obtenção de dados.	• Suscetível à regularidade da acoplagem entre antena e terreno (Gonçalves 2013). • Suscetibilidade dos dados a interferências eletromagnéticas. • Necessidade de antenas blindadas • Para aquisição de bons resultados, a grelha deve ser composta por linhas perpendiculares e paralelas. • Processamento requer operador experiente.
Resistividade Elétrica	• Proporciona informação bidimensional e tridimensional acerca das anomalias no subsolo. • Boa capacidade para deteção de elementos de natureza antrópica.	• Baixa resolução. • Ambiguidade na interpretação. • Aspectos logísticos.
Indução Eletromagnética	• Proporciona informação bidimensional e tridimensional acerca das anomalias no subsolo.	• Difícil modelação. • Interferência de ruído eletromagnético ambiental. • Baixa resolução.

Tabela 1 – Potencialidades e Limitações de algumas das Técnicas/Instrumentos de Deteção Remota.



AAP
ASSOCIAÇÃO
DOS ARQUEÓLOGOS
PORTUGUESES

MAC
MUSEU
ARQUEOLÓGICO
DO CARMO

 **REPÚBLICA
PORTUGUESA
CULTURA**

1 2 9 0 

FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA


INSTITUTO
ARQUEOLÓGICO E
ETNOLÓGICO
DIREÇÃO: FACULDADE DE LETRAS - UL
PALÁCIO DE SUB-RIPIAS


**CENTRO DE
ESTUDOS INTERDISCIPLINARES**
CEIS30 | Universidade de Coimbra

 **Centro de Estudos
em Arqueologia
Artes
e Ciências do Património**
UI&D 281

fct
Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia
UIDB/0046/2020

Apoio Institucional:

**PATRIMÓNIO
CULTURAL**
Departamento do Património Cultural

 **MUSEU NACIONAL
DE MACHADO DE CASTRO**

Coimbra

 **seminário
maior de coimbra**