

ARQUEOLOGIA EM PORTUGAL

2023 - Estado da Questão

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 Joaquinoto
- 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 Mamoia 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 ($\Delta^{13}C$) 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 Maçãs (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 Arquiteturas 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 *Aeminiium*
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 ações 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 Ivlia*
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
Patricia 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 kumunidade*: 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 Garcia 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 Batarde 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 cavadela 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
Florabela 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 *Endovélico***
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 **Umhas 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

REFLEXÕES ACERCA DOS ASPETOS TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS DOS ARTEFACTOS DE FERRO DO BRONZE FINAL / FERRO INICIAL NO TERRITÓRIO PORTUGUÊS

Pedro Baptista¹, Ralph Araque Gonzalez², Bastian Asmus³, Alexander Richter⁴

RESUMO

Reavaliam-se neste trabalho as quatro metalografias atualmente disponíveis para artefactos de ferro atribuídos ao Bronze Final ou à transição para o Ferro Inicial na Península Ibérica, comentando aspetos relacionados com a sua cadeia operatória e propriedades físicas através de uma perspetiva interdisciplinar, cruzando contributos da arqueologia, arqueometalurgia e ciências dos materiais.

Desta reavaliação, apesar do carácter incipiente da metalurgia destes primeiros ferros, assinalam-se vários indicadores diretos e indiretos do reconhecimento das suas potencialidades físicas que se mostram perfeitamente adequadas à função para a qual foram produzidos.

Conclui-se com a necessidade de prosseguir com esta linha de investigação, alertando para a importância da realização de análises metalográficas sob pena de perder um vasto manancial informativo devido à corrosão destes materiais.

Palavras-chave: Bronze Final; Ferro Inicial; Metalurgia de ferro; Arqueometalurgia; Metalografia.

ABSTRACT

In this paper, the four metallographic analyses available for early iron artefacts from the Final Bronze Age and the transition to the Early Iron Age in the Iberian Peninsula are reevaluated through an interdisciplinary framework, articulating contributions from archaeology, archaeometallurgy and material sciences, and highlighting the aspects related to their operatory chain and physical properties.

Based on these, despite the incipient character of this early iron metallurgy, there are several direct and indirect indicators that their physical potentialities were recognized and valued, being well adjusted to their respective functions.

Lastly, we alert to the importance of metallographic analyses to keep this research line active, with the added risk of losing vast troves of information due to iron's rapid corrosion.

Keywords: Final Bronze Age; Early Iron Age; Iron metallurgy; Archaeometallurgy; Metallography.

1. IAW – Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Alemanha); CEAACP – Universidade de Coimbra (Portugal) / pedro.baptista@archaeologie.uni-freiburg.de

2. IAW – Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Alemanha) / ralph.araque.gonzalez@archaeologie.uni-freiburg.de

3. Labor für Archäometallurgie (Alemanha) / info@archaeometallurgie.de

4. Fragua Fuirio (Espanha) / fuirio.sevilla@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Na transição do II para o I milénio a.C., encontram-se arqueologicamente bem documentadas duas fases de introdução de ferro na Península Ibérica: a primeira, a partir do séc. XII a.C., no âmbito dos designados contactos proto-orientalizantes, e a segunda, a partir do séc. IX a.C., na sequência do estabelecimento das primeiras feitorias fenícias no litoral peninsular (Vilaça, 1995, p. 349). Embora cada uma destas fases possua contornos próprios a vários níveis, o estudo destes primeiros ferros é ainda incipiente, permanecendo em aberto inúmeras questões, nomeadamente sobre a prática da metalurgia de ferro na Península, até agora apenas identificada a partir desta segunda fase (Renzi & Rovira, 2015), ou sobre as propriedades físicas destes ferros, dada a falta de análises.

Nesta contribuição, abordamos sobretudo a segunda questão. À luz de novos dados obtidos através da realização de metalografias no escopro de ferro da Rocha do Vigio 2 (Reguengos de Monsaraz) no âmbito do projeto “As estelas ibéricas da Idade do Bronze Final: iconografia, tecnologia e a transferência de conhecimento entre o Atlântico e o Mediterrâneo” (DFG-project AR 1305/2-1 na Albert-Ludwigs-Universität Freiburg), que revelaram uma liga de aço heterogénea endurecível (Araque *et alii*, 2023), pretendem-se clarificar e discutir alguns dos aspetos técnicos e tecnológicos sobre as propriedades físicas que apresentam estes artefactos, bem como o que se pode inferir sobre a sua cadeia operatória metalúrgica.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICA

Antes de avançar com a discussão central deste trabalho, focada na discussão das propriedades físicas destes primeiros artefactos de ferros e na sua respetiva cadeia operatória, é fundamental contextualizar arqueologicamente a emergência destes materiais na Península Ibérica durante o Bronze Final (séc. XII – VIII a.C.) – escala indissociável para a compreensão destes processos no território atualmente português.

Com efeito, são cerca de duas dezenas os contextos atribuídos ao Bronze Final e/ou à transição para o Ferro Inicial na Península Ibérica nos quais foram identificados artefactos em ferro.

Almagro-Gorbea (1993) foi o primeiro a notar que, apesar da noção vigente que estes teriam sido uma inovação centro-europeia ou fenícia (e.g. Pleiner, 1980; Ruiz Zapatero, 1992), vários dos contextos conhecidos com artefactos de ferro podiam ser adscritos a um período “proto-orientalizante” ou “pré-colonial”, isto é, antes do séc. IX a.C. e do estabelecimento das primeiras feitorias fenícias na Península Ibérica.

As escavações conduzidas por Raquel Vilaça (1995) durante os anos 90 na Beira Interior confirmaram esta hipótese e apresentaram os primeiros contextos estratigráficos datados por C14 do Bronze Final com artefactos de ferro, situando-os entre os séc. XII e IX a.C. (Vilaça, 2006, pp. 93-94). Estes achados, e outros feitos desde então em Portugal (discutidos em detalhe em Vilaça (2006)), ilustram como a adoção precoce do ferro entre comunidades do Bronze Final não foi uma exceção, mas antes um fenómeno recorrente.

Desta assimilação precoce, há alguns aspetos relevantes a assinalar. Estes primeiros artefactos de ferro concentram-se espacialmente no interior da Península Ibérica (Fig. 1), afastados do litoral, mas a ele ligados pelos grandes rios peninsulares (Vilaça, 2006, p. 93). Encontram-se em diferentes contextos, desde povoados a depósitos metálicos, muitas vezes acompanhados por materiais em bronze (Vilaça, 2006, p. 94), apresentando uma reduzida variabilidade tipológica, ora emulando modelos já conhecidos no Bronze Final, como machados de talão, escopros, lâminas de barbear ou braceletes, ora apresentando novidades funcionais, como facas ou serras (Almagro-Gorbea, 1993, p. 88; Vilaça, 2006, pp. 94-95).

A questão das formas de introdução destes primeiros ferros permanece em aberto. Entre os séculos XII e IX a.C., uma das hipóteses mais consensuais é que seja introduzido através de contactos com o Mediterrâneo (Almagro-Gorbea, 1993, p. 90; Vilaça, 2006, pp. 93-94; Mederos Martín, 2008, p. 294-295), sobretudo sobre a forma de produtos acabados.

À falta de contextos estratigráficos seguros anteriores ao séc. IX a.C. (Vives-Ferrándiz Sánchez & Mata Parreño, 2020, p. 144) com, por um lado, minérios, escórias e outros subprodutos da metalurgia de ferro ou, por outro, barras de ferro, não é possível afirmar, com segurança, nem a prática de metalurgia local, nem a introdução por via de matéria-prima preparada a ser trabalhada localmente. Neste quadro, a emulação de protótipos típicos do Bronze Final na

Península Ibérica em ferro (Almagro-Gorbea, 1993, p. 88; Vilaça, 2006, pp. 94-95) permanece uma questão em aberto.

Independentemente da modalidade de adoção verificada, a introdução do ferro não foi um processo passivo, nem isolado, para as comunidades indígenas. Se por um lado há ainda uma clara continuidade e predominância dos artefactos de bronze, por outro, alguns dos dados obtidos através das metalografias sugerem o reconhecimento e valorização de algumas das propriedades físicas destes materiais (Araque, 2018, pp. 187-188), algo particularmente relevante no quadro da adoção de um novo metal no seio de comunidades com uma continuada e profícua tradição de metalurgia de bronze (Vilaça, 2006, p. 93).

3. CONCEITOS-CHAVE DA METALURGIA DE FERRO

Desde o início da metalurgia do ferro e até meados do séc. XIX, os princípios de trabalho e tratamento deste material mantiveram-se relativamente constantes, salvo pontuais exceções bem circunstanciadas no espaço e no tempo.

Assumindo-se uma postura marcadamente interdisciplinar, torna-se aqui fundamental aproveitar o manancial de informação disponível acerca do trabalho dito “tradicional” dos ferreiros, cruzando os seus conceitos e técnicas de trabalho com as bases físico-químicas utilizadas pela arqueometalurgia, e clarificando o que se entende por determinados conceitos-chave empregues ao longo deste contributo. Salienta-se a importância de uma linguagem técnica e científica correta e partilhada entre estas diferentes áreas do saber, de forma a nela se alicerçar uma discussão sólida e profícua.

Desde logo, importa começar pelos processos de beneficiação e redução de minério. Nestes períodos, estes correspondem a exclusivamente a processos de redução direta, produzindo o designado “ferro-esponja” (Fig. 2), um aglomerado de ferro e escória (Sauder, 2000), passível de ser consolidado diretamente numa “barra” de ferro através de forja e calda. O metal proveniente deste processo apresenta diferentes percentagens de carbono em função da sua localização dentro do forno e, particularmente, do seu contacto com o carvão (Sauder, 2000). Assim, a mesma “fornada” poderá dar lugar a aço com elevadas percentagens de carbono ou a um ferro quase desprovido deste, embora seja importante ter

em conta que ferro puro, sem quaisquer vestígios de carbono, é extremamente difícil de obter (Sauder & Williams, 2002, p. 130).

Com efeito, embora muitas vezes os termos de “ferro” e “aço” sejam aplicados de forma indiscriminada no meio arqueológico, estes correspondem, do ponto de vista técnico e químico, a materiais diferentes. Por “aço” entendem-se as ligas de ferro e carbono passíveis de endurecimento através da têmpera (Silva, s/d³, p. 12). Do ponto de vista químico, correspondem a percentagens de carbono entre, aproximadamente, os 0.42-0.50wt% e 1.50wt%. Abaixo deste limiar, aplica-se o termo de “aço macio” ou “ferro forjado”, relativamente mais maleável e dúctil. Por sua vez, acima do limite máximo, torna-se num material quebradiço que já não é possível forjar, designando-se de “ferro fundido” (Bergland, 2019⁶, pp. 51-53; Denig, 1990, pp. 19-24). Por sua vez, “forjar” consiste em dar a forma e dimensão pretendida ao material (Silva, s/d³, p. 30), através de processos mecânicos, como o martelamento, e que ocorre sobretudo a quente, embora pontualmente possa ser feito a frio. Dentro do processo de forja englobam-se vários, nomeadamente, e particularmente relevante neste trabalho, o de “calda”, através do qual se ligam como uma só peça dois ou mais pedaços de ferro / aço (Silva, s/d³, pp. 102-103). A calda é feita através do aquecimento do metal até este se tornar plástico o suficiente para permitir a sua junção através da martelagem. Aqui, o controlo da temperatura assume-se como fundamental, utilizando-se regra geral a cor de rubro branco como indicador. Este cuidado deverá ser particularmente redobrado nos aços com maior percentagem de carbono que mais facilmente se incendiam, oxidando a peça e falhando o processo de caldear (Silva, s/d³, p. 102).

Finalmente, a capacidade de adquirir têmpera é a propriedade fundamental que distingue o aço do ferro. Consiste no arrefecimento súbito do aço, através da sua indução em água ou outro líquido, com o objetivo de aumentar a sua dureza (Silva, s/d³, p. 118). Do ponto de vista microestrutural, este endurecimento é conseguido através da formação de martensite⁵ a partir do arrefecimento repentino da

5. Martensite (ou martensita), termo metalográfico: estrutura tetragonal de corpo centrado supersaturada em carbono, resultante do arrefecimento repentino da austenita. Extremamente dura, mas frágil.

austenite⁶, esta segunda formando-se a partir dos 723 ° C. Uma vez mais, torna-se fundamental o reconhecimento da temperatura necessária, sempre acima dos 723 ° C e reconhecível pela coloração ce-veja clara (Tabela 1), para atingir a têmpera (Fig. 3). Apesar do significativo aumento de dureza conseguido pela têmpera, este é conseguido em sacrifício da ductilidade e resistência do metal, tornando-se particularmente quebradiço e frágil (Silva, s/d³, p. 118-119). De forma a reverter parcialmente o processo de têmpera, procurando manter dureza acrescida, mas conseguindo ductilidade suficiente para o seu manuseamento, recorre-se ao “revenido”, expondo novamente o metal ao calor até temperaturas entre os 210 ° C e 300 ° C, uma vez mais reconhecidas através da coloração do metal (Tabela 2), durante um período variável em função do teor de carbono, temperatura e funcionalidade pretendida para a peça (Silva, s/d³, p. 121-122). Microestruturalmente, este processo resulta no alívio das tensões residuais na peça ao decompor alguma da martensite instável em ferrite e, eventualmente, cementite.

4. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

Do vasto repertório de artefactos de ferro do Bronze Final (séc. XII-IX a.C.) ou de transição para a Ferro Inicial (séc. IX-VIII a.C.) conhecidos na Península Ibérica, apenas quatro foram até agora alvo de metalografias⁷, todos eles no território português.

Três correspondem a lâminas de facas – duas do povoado da Moreirinha (Idanha-a-Nova) e uma do sítio da Cachouça (Idanha-a-Nova) –, cujas análises se encontram publicadas em Renzi *et alii* (2013), infelizmente sem referência à localização da amostra ou ao número de inventário das peças. Em 2021, foi feita nova tentativa de metalografia por parte de um

6. Austenite (ou austenita), termo metalográfico: α -Fe, estrutura cúbica de face centrada, formada a partir dos 723 ° C, dependendo da percentagem de carbono. Ponto de partida para os tratamentos térmicos do aço.

7. Este tipo de análise consiste na observação, com recurso a microscópio ótico, da microestrutura de um objeto metálico. O seu enorme potencial informativo reside na possibilidade de, através dos microconstituintes observados e das características que estes apresentam, inferir, nomeadamente, os processos termomecânicos a que a peça foi sujeita ou as suas propriedades físicas.

dos signatários (BA) a duas das lâminas de faca da Moreirinha que aparentavam o melhor grau de conservação do conjunto (Mor 92 I O2 C3 n.º 16 e Mor 96 I A'11' O2 N.º 8/17), mas sem sucesso por não se ter detetado núcleo metálico preservado.

O outro corresponde ao escopro do povoado da Rocha do Vigio 2 (Reguengos de Monsaraz), analisado por um dos signatários (BA) e cujos resultados foram publicados recentemente em Araque *et alii* (2023).

4.1. Lâmina de faca 1 e 2 da Moreirinha (Idanha-a-Nova)

Do povoado da Moreirinha (Idanha-a-Nova) foram analisadas metalograficamente duas lâminas de faca, provenientes da Camada 2, datada entre meados do séc. XIII e finais do séc. IX ((ICEN-835: 2910±45 BP e OxA-4085: 2780±70 BP) (Vilaça, 2006, p. 87). O sítio corresponde a um povoado do Bronze Final (Vilaça, 1995, pp. 211-238), com um vasto espólio metálico que conta com oito artefactos em ferro e inúmeros materiais em bronze, incluindo vestígios de produção metalúrgica (moldes, cadinhos e pingos de fundição).

A lâmina de faca 1 apresenta mau estado de conservação. A metalografia revelou uma microestrutura de grãos de ferrite⁸ poligonais com abundantes inclusões de escória. Não foi possível obter uma medição de microdureza de Vickers devido à reduzida espessura da peça, tendo sido interpretado como um ferro macio com base na metalografia (Renzi *et alii*, 2013, p. 179, Fig. 1a).

A lâmina de faca 2 apresenta, igualmente, mau estado de conservação. Na metalografia foi possível identificar uma clara linha de calda, com maior concentração de inclusões de escórias, entre duas folhas de aço hipoeutetóide⁹ distintas. Enquanto a inferior corresponde a um aço macio com cerca de 0.2% C, a superior possui aproximadamente 0.4% C, com valores de microdureza de Vickers de 100 HV e 250 HV, respetivamente (Renzi *et alii*, 2013, p. 179, Fig. 1b).

4.2. Faca da Cachouça (Idanha-a-Nova)

Lâmina de faca em mau estado de conservação.

8. Ferrite (ou ferrita), termo metalográfico: α -Fe, ferro com estrutura em rede cúbica de corpo centrado, consistindo em ferro puro.

9. Aço com conteúdo de carbono abaixo do nível eutóide de 0.83 wt%.

Proveniente do sítio da Cachouça (Idanha-a-Nova), escavado na década de '90 (Vilaça, 2007). Possui uma expressiva ocupação durante o Bronze Final, com continuidade para a Idade do Ferro, de difícil diferenciação estratigráfica. O espólio metálico conta com vários artefactos em ferro, tipologicamente diversificados, testemunhando uma acelerada incorporação deste material, embora ainda coexistindo com uma esmagadora maioria de exemplares em bronze (Vilaça, 2006, p. 97). Apresenta vestígios de atividade metalúrgica ligada ao bronze (cadinhos e moldes), mas também potenciais indícios de redução do ferro (Vilaça, 2006, p. 97).

À semelhança da “Faca 1” da Moreirinha, este exemplar apresenta uma microestrutura de grãos de ferrite poligonais com abundantes inclusões de escória. É possível discernir uma ligeira orientação dos grãos resultante do processo de forja. O teste de microdureza de Vickers aponta para um valor médio de 93.4 HV (Renzi *et alii*, 2013, p. 179, Fig. 1c).

4.3. Escopro da Rocha do Vigio 2 (Reguengos de Monsaraz)

Escopro de secção quadrangular, com cerca de 18 cm de comprimento, em bom estado de conservação, com camada de corrosão predominantemente superficial. Foi recolhido durante as campanhas de escavação realizadas no povoado do Bronze Final da Rocha do Vigio 2 (Reguengos de Monsaraz) no âmbito do projeto de Minimização de Impactes Arqueológicos do Regolho do Alqueva (2001-2002). Provém de um contexto de cabana cuja fase final se encontra datada entre os finais do séc. X e início do VIII a.C. (Wk18496: 2645 ± 33 BP – 900-770 cal. BC para 2σ) (Mataloto, 2012, p. 202). Encontrava-se estratigraficamente associada a um molde bivalve de fundição de cinzeis. A atividade metalúrgica encontra-se documentada no povoado com base na presença de escórias à superfície e de uma tubeira de secção quadrangular.

Por questões de preservação da peça, a análise foi realizada em amostra do extremo proximal. Apresenta uma liga de aço heterogénea endurecível com pontuais inclusões de escórias à base de sílica e concentrações variáveis de ferrite vs. perlite¹⁰, correspon-

dendo a valores de carbono compreendidos entre os 0.17 wt% e 0.75 wt% em duas micrografias de 190 μm de largura, e os 0.58wt% numa de 500 μm (Araque *et alii*, 2023, pp. 8-11) (Fig. 4). A ferrite é predominantemente alotriomorfa, resultado do seu arrefecimento lento em torno de cristais de austenite pré-existent.

5. DISCUSSÃO

Com base na presença de inclusões de escórias e nos níveis de microdurezas relativamente baixos, Renzi (*et alii*, 2013, p. 179) defende que as três lâminas de facas analisadas se tratam de artefactos de baixa qualidade, sobretudo se comparados a bronzes coetâneos. Com efeito, a metalurgia do bronze na transição do Bronze Final para o Ferro Inicial no território atualmente português encontra-se no seu auge. Do vasto conjunto de artefactos reportáveis a este período e das análises arqueometalúrgicas a que foram sujeitos, torna-se patente o profundo conhecimento dos metalurgistas da época. Não só, regra geral, as composições químicas apresentam proporções de cobre e estanho adequadas à funcionalidade pretendida das peças, como são recorrentes os tratamentos termomecânicos, identificados através de metalografias, que visavam melhorar a eficácia dos utensílios, melhorando ora a sua dureza, ora a sua resistência, ora ambos (e.g. Bottaini, 2012).

Em contrapartida, quando nos reportamos à metalurgia do ferro nestes períodos, falamos dos primeiros artefactos de ferro conhecidos, até agora, no território português. Isto não significa apenas que estamos perante um incipiente trabalho deste “novo” material, com toda a necessidade de experimentação que isso acarreta, e da sua adoção; significa igualmente que o nosso conhecimento sobre estes é ainda muito limitado. Limitado não só pelo modesto número de artefactos conhecidos e provenientes de contextos seguros, como também pelo ainda mais reduzido número de análises metalográficas – e pela inexistência, até à data, de contextos de trabalho do ferro atribuíveis a momentos pré-fenícios na Península Ibérica (Renzi *et alii*, 2013, p. 180; Renzi & Rovira, 2015).

Assim, com base nos dados arqueométricos disponíveis das análises a estas quatro peças, há alguns aspetos que importam apontar, deixando de parte, nesta fase, considerações sobre a origem geográfica destes primeiros ferros e se se poderiam ou não tratar de produções locais.

10. Perlite (ou perlita), termo metalográfico: estrutura que consiste em duas fases lamelares, formadas através do arrefecimento abaixo do ponto de austenização a 723 °C: ferrita e cementite. A cementite é um composto químico de ferro e carbono (Fe₃C).

Do ponto de vista da cadeia operatória, desde logo, as inclusões de escória identificadas constituem um indicador claro ao recurso à redução do minério de ferro em “ferro-esponja” (*bloom iron*) (Araque *et alii*, 2023, p. 10), dentro do qual diferentes percentagens de carbono podem ocorrer (Sauder, 2000; Sauder & Williams, 2002; Stepanov *et alii*, 2022). Não é possível, com o estado do conhecimento atual, precisar as temperaturas atingidas na redução do minério utilizado na produção destes exemplares, e qual o tipo de subprodutos, nomeadamente escórias, que daí teriam resultado.

A falta de indicação dos pontos de cada peça onde foram realizadas as metalografias (nomeadamente, se em plano ou secção), impedem-nos de tecer considerações sobre a intensidade dos processos de forja, embora haja indicação da sua identificação no micrograma da lâmina de faca da Cachouça (Renzi *et alii*, 2013, p. 179).

Com efeito, a nível da cadeia operatória da esmagadora maioria dos objetos em ferro, o processo básico acaba por ser bastante padronizado, sem grande margem de manobra: redução do minério, aquecimento e forja, tendencialmente a quente. Porém, as propriedades físicas do metal podem ser radicalmente alteradas em função da sua percentagem de carbono, conduzindo a etapas adicionais na cadeia operatória de determinados objetos.

Poderá ser o caso da “Faca 2” da Moreirinha, onde se identificou uma clara linha de calda, unindo duas folhas de aço distintas (Renzi *et alii*, 2013, p. 179). Este processo seria conseguido através do martelamento a uma temperatura de cerca de 1200-1300 C°, reconhecível através da cor do metal em rubro branco (Bergland, 2019⁶, p. 57) e constitui um marco fundamental na metalurgia de ferro, já que o processo de calda é fundamentalmente distinto do de soldadura em bronze ou ouro (Armbruster, 2003). Por um lado, é possível que esta linha seja o resultado da consolidação dos diferentes constituintes do ferro-esponja, que relembramos possui assinalável heterogeneidade interna, numa peça de ferro única. Por outro, há que assinalar que a articulação entre uma folha de aço macio com baixo teor de carbono (0.2%) e uma endurecível (0.4%) (com microdureza de 250 HV) assemelha-se a técnicas de produção cuteleira que conjugam diferentes folhas de aço na produção para garantir uma faca flexível com um gume cortante. Isto seria conseguido através da aplicação da camada de aço endurecível diretamen-

te sobre o aço macio, procedendo-se à sua calda, ou dobrando a mais macia em redor da mais dura, que ficaria apenas exposta no gume (Bergland, 2019⁶, pp. 109-110). Além das suas vantagens práticas, esta técnica permitiria um melhor aproveitamento do ferro com níveis de carbono mais elevados, limitando a sua aplicação apenas nas áreas onde este seria fundamental e revelando um conhecimento claro por parte dos ferreiros das diferentes propriedades destes materiais.

Nesta fase, à falta de indicações mais precisas sobre a localização da metalografia e de cada uma das folhas (nomeadamente, se a folha dura chega ao gume), permanecerá uma questão em aberto.

Adicionalmente, os valores de microdureza de 250 HV identificados na folha mais dura (Renzi *et alii*, 2013, p. 179), equiparáveis ao de um aço C45 standardizado de 255¹¹ HBW (equivalente a 262 HV após tratamento térmico para melhorar a sua ductilidade), apontam que esta poderá ter sido submetida a um processo de endurecimento, já que a dureza de um aço C45 não tratado se limitaria a 207 HBW¹² (equivalente a 217 HV).

Igualmente em aberto, encontra-se a questão da possibilidade de diferentes tratamentos termomecânicos do escopro da Rocha do Vigio 2, nomeadamente do seu endurecimento por têmpera no gume. Por motivos de conservação da peça, a análise metalográfica limitou-se à extremidade proximal, na qual se identificou assinalável heterogeneidade na sua composição, expressa em percentagens de carbono compreendidas entre os 0.17 wt%, 0.58 wt% e 0.75 wt%. Desta variabilidade, interpretou-se a consolidação do ferro-esponja numa peça única. Como seria expectável, a extremidade proximal não revelou indícios de endurecimento por têmpera visto que este processo, apesar de aumentar a sua dureza, reduziria a sua ductilidade, comprometendo a eficácia da peça (Araque *et alii*, 2023, p. 11).

Com efeito, no contexto da problemática do trabalho da pedra aplicada às estelas do Bronze Final / Ferro Inicial, algumas das quais correspondentes a rochas extremamente duras como quartzitos ou arenitos quartzíticos, postulou-se que a incipiente tecnologia de ferro identificada na Península Ibé-

11. <https://www.weltstahl.com/1-0503-werkstoff-c45-stahl-datenblatt/>

12. http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=152

rica poderia incluir a produção de aço endurecível (Araque, 2018, pp. 187-188). Esta hipótese pôde finalmente ser testada não só através das análises metalográficas realizadas ao cinzel da Rocha do Vigio 2 (c. 900-770 cal. a.C.), como através da tentativa de réplica de duas das estelas de Capi-lla (Badajoz, Espanha), gravadas em rochas duras (arenito quartzítico) e caracterizadas petrograficamente no âmbito do projeto “As estelas ibéricas da Idade do Bronze Final: iconografia, tecnologia e a transferência de conhecimento entre o Atlântico e o Mediterrâneo” (DFG-project AR 1305/2-1). Após este ensaio de arqueologia experimental, testando a eficácia, por parte de um canteiro profissional, de escopros em bronze (com várias proporções de cobre vs. estanho e diferentes tratamentos térmicos), de vários materiais líticos duros (quartzo e quartzito), e de escopros em aço endurecido e não endurecido, confirmou-se que os seus motivos não poderiam ser replicados nem com os instrumentos de pedra ou bronze conhecidos do registo arqueológico do Bronze Final / Ferro Inicial, nem com um escopro em aço C60 não endurecido, dada a radical diferença de durezas (entre 195 HV e 340-530 HV) (Araque *et alii*, 2023, pp. 12-16). Adicionalmente, mesmo quando endurecido, a rápida abrasão do seu gume resultante do impacto na superfície da rocha obrigava ao seu constante re-endurecimento, apenas possível repetindo o processo de têmpera e de revenido (Araque *et alii*, p. 12). Ou seja, a execução destas estelas no Bronze Final / Ferro Inicial requereria não só um escopro com as características físico-químicas do da Rocha do Vigio 2, como também o conhecimento de como proceder à sua manutenção e re-endurecimento através de têmpera, reconhecendo, por exemplo, as cores como indicadores das temperaturas necessárias para a têmpera (cor cereja clara a c. 850 °C) e para o revenido (cor castanha-escura a c. 260 °C). Neste quadro, a confirmação da prática de têmpera no escopro da Rocha do Vigio 2 fica suspensa até à realização de uma metalografia no seu gume.

No campo das hipóteses, não podemos igualmente deixar de assinalar o caso do escopro bimetálico de Baiões, com ponta em ferro e alvado em bronze (Silva *et alii*, 1984), articulação que apenas faz sentido se aproveitar a dureza de uma ponta em aço endurecido, mas quebradiço, conjugada com um cabo que absorvesse e dissipasse o impacto (Araque, 2018, p. 187-188), à semelhança de utensílios atuais com

ponta de vídia¹³ embutida em cabo de aço flexível. O teste desta hipótese seria possível mediante análise metalográfica, procurando identificar microestruturas de martensite, mas devido à acelerada corrosão da peça, será mais uma das questões a permanecer sem resposta.

Ainda assim, como referimos anteriormente, do ponto de vista metalográfico, o endurecimento por têmpera deixa marcas claras na microestrutura de uma peça, levando à formação de martensite nos lugares onde o arrefecimento é mais rápido, ou seja, na superfície da peça. Infelizmente, é esta mesma superfície que está mais sujeita à ação da oxidação, acrescentando a dificuldade em identificar evidências claras e diretas de endurecimento por têmpera em materiais arqueológicos. Se entre os anos '70 e '90 houve um claro desenvolvimento nos estudos arqueometalúrgicos aplicados a ferro, a verdade é que muitos desses projetos acabaram por não ter qualquer continuidade (Eliyahu-Behar & Yahalom-Mack, 2018, p. 448).

Assim, do registo arqueológico mediterrâneo globalmente contemporâneo do que ora analisamos, o processo de têmpera foi apenas verificado de forma direta pela identificação de martensite numa faca proveniente de uma sepultura em Idalion (Chipre), datada do séc. XI a.C. (Tholander, 1971).

Alargando o espectro geográfico, e a título de exemplo, microestruturas de martensite foram igualmente identificadas num escopro recuperado em escavações em Mahurjhari (Índia), num contexto megalítico datado do séc. IX a.C. (Deshpande *et alii*, 2010).

Nesta linha, importa relembrar a antiguidade dos vestígios de produção metalúrgica de ferro identificados na África Central, remontando ao 3.º milénio a.C. e precedendo, inclusive, a metalurgia de cobre na região (Holl, 2020, p. 41). A linha de investigação aqui conduzida tem trazido à luz inúmeros contextos, materiais e estruturas ligados à redução de minério e forja do ferro, indiciando não só um, mas vários locais onde se pode identificar uma inovação local do trabalho deste material.

Neste quadro, embora limitados, os dados disponíveis através destas quatro metalografias permitem tecer várias considerações acerca da íntima relação

13. Material de carboneto cimentado de dureza extremamente elevada. A designação em português é um estrangeirismo adaptado da designação comercial “WIDIA”, a partir do alemão “*wie diamant*” = “[duro] como diamante”.

entre a cadeia operatória e as propriedades físicas destes objetos. Embora não constituam de maneira alguma o auge das potencialidades da metalurgia de ferro, todos eles apresentam características adequadas à sua função, sugerindo que, não ignorando o seu valor simbólico (muitas vezes indissociável do profano), já se reconheceriam as vantagens das suas propriedades físicas, concretamente a nível de dureza e ductilidade, algo já antes indiciado pela preponderância de utensílios de trabalho, como as facas serradas, serras ou escopros (Vilaça, 2006).

5. NOTAS FINAIS

O estudo dos primeiros ferros peninsulares, reportáveis ao Bronze Final ou aos momentos de transição para o Ferro Inicial, mantém-se como um importante campo de trabalho repleto de potencial investigativo, tocando em vários aspetos sociais, económicos e culturais destas comunidades e justificando as suas várias linhas de investigação em aberto.

Uma dessas linhas tem sido conduzida pela Arqueologia Experimental, procurando analisar e reconstruir os diferentes passos da cadeia operatória, com particular foco na redução do minério em “ferro-esponja”. Apesar dos importantes avanços conseguidos neste campo (e.g. Sauder & Williams, 2002; Brauns *et alii*, 2020; Stepanov *et alii*, 2022), permanecem ausentes contextos de produção metalúrgica de ferro anteriores ao séc. IX a.C. na Península Ibérica, onde, paradoxalmente, se encontram alguns dos ferros mais antigos a nível europeu.

Neste quadro, as metalografias assumem-se como fundamentais para contribuir com dados que permitam discutir algumas destas questões em aberto sobre a prática da metalurgia de ferro e a adoção incipiente destes artefactos entre as comunidades do Bronze Final / Ferro Inicial na Península Ibérica, independentemente dos seus lugares de produção. Aferir aspetos como o reconhecimento das diferentes propriedades físicas do ferro em função da percentagem de carbono e a consequente seleção dos materiais mais apropriados para cada objeto produzido só é possível através de um número estatisticamente significativo de artefactos provenientes de contextos estratigráficos seguros e metalograficamente analisados (e.g. Eliyahu-Behar & Yahalom-Mack, 2018). Simplificando, ter-se-ia de comprovar uma correlação entre as percentagens de carbono, as operações termomecânicas, e diferentes tipolo-

gias de artefactos, para testar o grau de proficiência dos seus ferreiros.

Em casos específicos, a identificação dos vários processos da cadeia operatória de um objeto só pode ser conseguida através de múltiplas análises em diferentes partes da mesma peça, como por exemplo num escopro, onde se pretende um gume duro – conseguido através de têmpera e revenido –, capaz de trabalhar superfícies duras, e uma extremidade proximal dúctil, capaz de absorver o impacto sem fraturar.

E aqui entra um dilema epistemológico, entre a conservação das peças e o aproveitamento do seu pleno manancial informativo. Desde logo, porque as metalografias são análises invasivas, podendo obter importantes dados através de uma ligeira raspagem da superfície corroída para observação em plano, mas, idealmente, complementando esta com a da secção do núcleo metálico.

Ainda assim, os artefactos em ferro apresentam desafios próprios no que toca à sua conservação e, sem os devidos tratamentos de estabilização e o seu acondicionamento em lugares apropriados, pode-se assistir à corrosão completa do seu núcleo metálico, impossibilitando qualquer oportunidade de análise futura e sem qualquer mais-valia do ponto de vista estético ou museográfico.

Em última instância, são várias as questões em aberto, algumas cuja janela de resposta já se perdeu por questões de conservação e outras tantas de difícil resposta no estado do conhecimento atual.

Graças à natureza deste projeto, de assinalado carácter interdisciplinar e reunindo não só investigadores de diferentes áreas temáticas como também artesãos ligados às problemáticas abordadas, foi possível olhar com uma outra perspetiva velhos dados e interpretações, discutindo-os sempre de forma aberta e desprendida. Neste quadro, resta-nos salientar a importância deste enquadramento interdisciplinar, cruzando os dados, seguros e fidedignos, da arqueologia com o potencial analítico da arqueometalurgia, e, sempre que possível, com a experiência técnica e prática de quem, resistindo, ainda trabalha tradicionalmente estes materiais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho resulta do projeto “As estelas ibéricas da Idade do Bronze Final: iconografia, tecnologia e a transferência de conhecimento entre o Atlântico e o Mediterrâneo” (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg), realizado no âmbito do financiamento da *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DFG-project AR 1305/2-1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMAGRO-GORBEA, Martín (1993) – La introducción del hierro en la Península Ibérica. Contactos precoloniales en el periodo proto-orientalizante. *Complutum*. 4, pp. 81-94.

ARAQUE GONZALEZ, Ralph (2018) – Inter-Cultural Communications and Iconography in the Western Mediterranean during the Late Bronze Age and the Early Iron Age. *Leidorf: Rahden/Westf.*

ARAQUE GONZALEZ, Ralph; ASMUS, Bastian; BAPTISTA, Pedro; MATALOTO, Rui; PANIEGO DÍAZ, Pablo; RAMMELKAMMER, Vera; RICHTER, Alexander; VINTRICI, Giuseppe; FERREIRO MÁHLMANN, Rafael (2023) – Stone-working and the earliest steel in Iberia: Scientific analyses and experimental replications of final bronze age stela and tools. *Journal of Archaeological Science*. 152, 105742.

ARMBRUSTER, Barbara (2003) – Edelmetallgefäße der Bronzezeit – eine technologische Betrachtung, in Großmann. In GREBE, Anja; SPRINGER, Tobias, eds. – *Gold und Kult der Bronzezeit*. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum, pp. 64-85.

BERGLAND, Havard (2019) – Die Kunst des Schmiedens. Das große Lehrbuch der traditionellen Technik. 6.^a edição (Publicação original de 2000). Bad Aibling: Wieland.

BOTTAINI, Carlo (2012) – Depósitos Metálicos no Bronze Final (Sécs. XIII-VII a.C.) do Centro e Norte de Portugal – Aspectos Sociais e Arqueometalúrgicos. (Dissertação de Doutoramento). Coimbra: Universidade de Coimbra.

BRAUNS, Michael; YAHALOM-MACK, Naama; STEPANOV, Ivan; SAUDER, Lee; KEEN, Jake; ELIYAHU-BEHAR, Adi (2020) – Osmium isotope analysis as an innovative tool for provenancing ancient iron: A systematic approach. *PLoS ONE*. 15(3), 0229623.

DENIG, Heinz (1990) – *Alte Schmiedekunst. Damaszenerstahl*. Kaiserslautern: Institut für pfälzische Geschichte und Volkskunde.

DESHPANDE, Pravin; MOHANTY, Rabindra; SHINDE, Vasant (2010) – Metallographical studies of a steel chisel found at Mahurjhari, Vidarbha, Maharashtra. *Current science*. 99 (5), pp. 636-639.

ELIYAHU-BEHAR, Adi; YAHALOM-MACK, Naama (2018) – Reevaluating early iron-working skills in the Southern Le-

vant through microstructure analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 18, pp. 447-462.

HOLL, Augustin (2020) – The Origins of African Metallurgies. *Oxford Research Encyclopedias, Anthropology*, pp. 1-49.

MATALOTO, Rui (2012) – Os Senhores e as Serras: o final da Idade do Bronze no Alentejo Central. In JIMÉNEZ ÁVILA, Javier, ed. – *SIDEREUM ANA II – El río Guadiana en el Bronce Final*. (Anejos de AEspA. LXII), pp. 185-213.

MEDEROS MARTIN, Alfredo (2008) – Metal para los dioses. La secuencia del grupo Baiões durante el Bronce Final II y el comercio chipriota de hierro hacia Portugal (1200-1050 a.C.). In CRUZ AUÑÓN, Rosário; FERRER, Eduardo, eds. – *Estudios de Prehistoria y Arqueología en Homenaje a Pilar Acosta Martínez*. Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 279-304.

PLEINER, Radomír (1980) – Early Iron Metallurgy in Europe. In WERTIME, Theodore; MUHLY, James, eds. – *The coming of the Age of Iron*. New Haven / London: Yale University Press, pp. 375-416.

RENZI, Martina; ROVIRA, Salvador; ROVIRA-HORTALÀ, M. Carme; MONTERO, Ignacio: (2013) – Questioning research on early iron in the Mediterranean. In HUMPHRIS, Jane; REHREN, Thilo, coord. – *The world of iron*. London: Archetype, pp. 178-187.

RENZI, Martina; ROVIRA, Salvador (2015) – Las metalurgias fenicias en el Mediterráneo. In LÓPEZ BALLESTA, José María, coord. – PHICARIA – III Encuentros Internacionales del Mediterráneo. Minería y metalurgia en el Mediterráneo y su periferia oceánica, pp. 113-128. RUIZ ZAPATERO, Gonzalo (1992) – Comercio protohistórico e innovación tecnológica: la difusión de la metalurgia del hierro y el torno de alfarero en el NE. de Iberia. *Gala*. 1, pp. 103-116.

SILVA, Armando; SILVA, Celso; LOPES, António (1984) – Depósito de fundidor do final da Idade do Bronze do castro da Senhora da Guia (Baiões, S. Pedro do Sul, Viseu). In Lucerna – Homenagem a D. Domingos de Pinho Brandão, pp. 73-109.

SILVA, Carlos (s/d) – Manual do Ferreiro. 3.^a edição. Lisboa: Bertrand / Biblioteca de Instrução Profissional.

SAUDER, Lee (2000) – The basics of bloomery smelting. *The Anvil's Ring*. 28 (1).

SAUDER, Lee; WILLIAMS, Skip (2002) – A practical treatise on the smelting and smithing of bloomery iron. *Historical Metallurgy*. 36 (2), pp. 122-131.

STEPANOV, Ivan; SAUDER, Lee; KEEN, Jake; WORKMAN, Vanessa; ELIYAHU-BEHAR, Adi (2022) – By the hand of the smelter: tracing the impact of decision-making in bloomery iron smelting. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 14, 80.

THOLANDER, Erik (1971) – Evidence for the Use of Carburized Steel and Quench Hardening in Late Bronze Age Cyprus. *Opuscula Atheniensia*. 10, pp. 15-22.

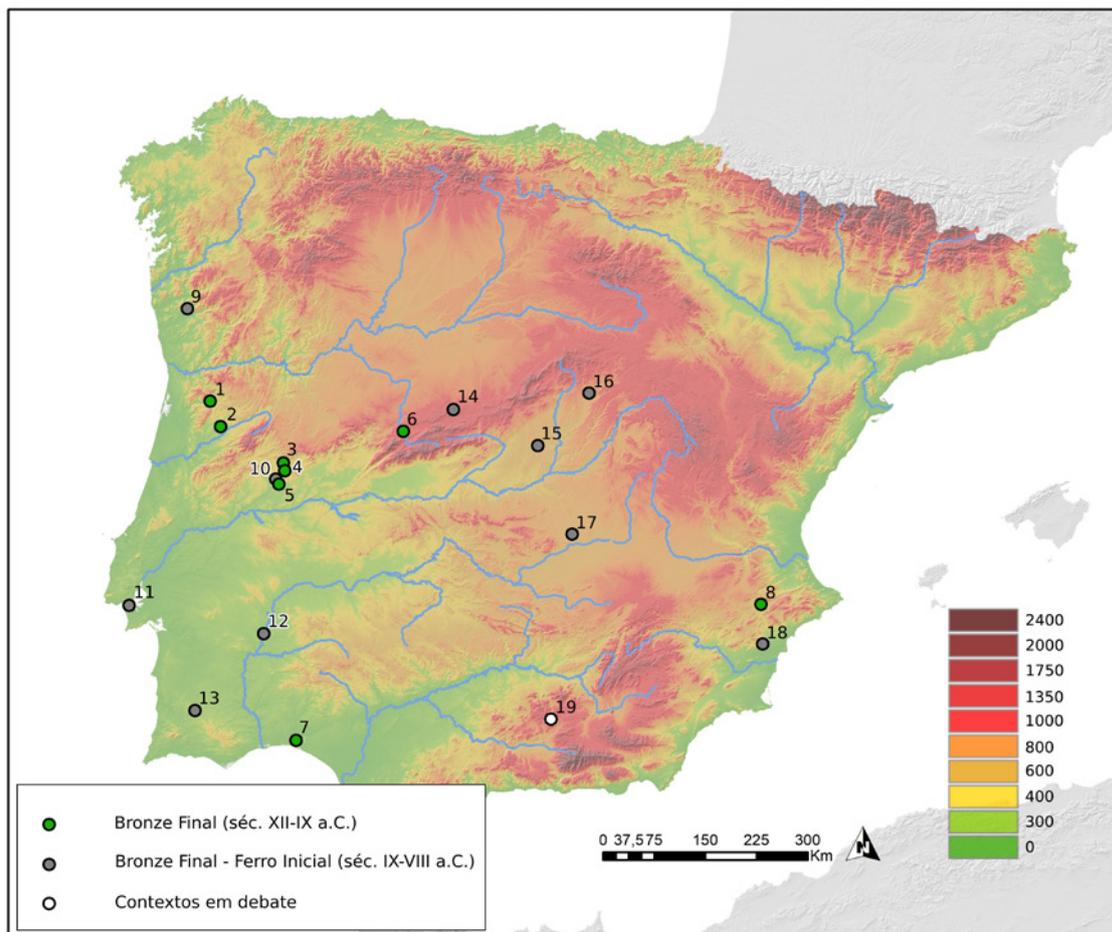
VILAÇA, Raquel (1995) – Aspectos do povoamento da Beira Interior (centro e sul) nos finais da Idade do Bronze. (Tra-

balhos de Arqueologia. 9). Lisboa: IPPAR/Departamento de Arqueologia.

VILAÇA, Raquel (2006) – Artefactos de ferro em contextos do Bronze Final do território português: novos contributos e reavaliação dos dados. *Complutum*. 17, pp. 81-101.

VILAÇA, Raquel (2007) – A Cachouça (Idanha-a-Nova, Castelo Branco). Construção e organização de um caso singular de inícios do I milénio AC. In *Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular – A conceção das paisagens e dos espaços na Arqueologia da Península Ibérica*, pp. 67-75.

VIVES-FERRÁNDIZ SÁNCHEZ, Jaime; MATA PARREÑO, Consuelo (2020) – Iron metallurgy, political economy and social change during the first millennium BC in eastern Iberia. In BELARTE, M. Carme; ROVIRA, M. Carme, SANMARTÍ, Joan, eds. – *Iron Metallurgy and the Formation of Complex Societies in the Western Mediterranean (1st Millennium BC)*. (*Arqueo Mediterrània*, 15), pp. 141-160.



Bronze Final: 1. Senhora da Guia (Baiões); 2. Outeiro dos Castelos de Beijós (Carregal do Sal); 3. Monte do Frade (Penamacor); 4. Moreirinha (Idanha-a-Nova); 5. Monte do Trigo (Idanha-a-Nova); 6. El Berrueco (Salamanca); 7. Ria de Huelva (Huelva); 8. Villena (Alicante); Bronze Final - Ferro Inicial: 9. São Julião (Vila Verde); 10. Cachouça (Idanha-a-Nova); 11 - Quinta do Marcelo (Almada); 12. Rocha do Vigio 2 (Reguengos de Monsaraz); 13. Nora Velha 1 (Ourique); 14. Castilhejos de Sanchorreja (Salamanca); 15. Arroyo Culebro (Madrid); 16. Muela de Alarilla (Guadalajara); 17. Palomar de Pintado (Toledo); 18. Peña Negra (Alicante); Debated: 19. Campotéjar (Granada).

Figura 1 – Distribuição de artefactos de ferro atribuíveis a contextos do Bronze Final ou da transição Bronze Final - Ferro Inicial. (Autor: Pedro Baptista, segundo Almagro Gorbea, 1993 e Vilaça, 2006)



Figura 2 - Amostra de ferro-esponja seccionada obtida através de redução direta em ensaio de arqueologia experimental realizado na Universidade Autónoma de Madrid (junho de 2023) no âmbito deste projeto e em colaboração com Thomas Mink. (Autor: Bastian Asmus).



Figura 3 - Têmpera do gume de um escopro em aço C60, assinalando-se a tonalidade cereja clara, indicadora de uma temperatura de cerca de 800-850 °C. (Autor: Ralph Araque Gonzalez).

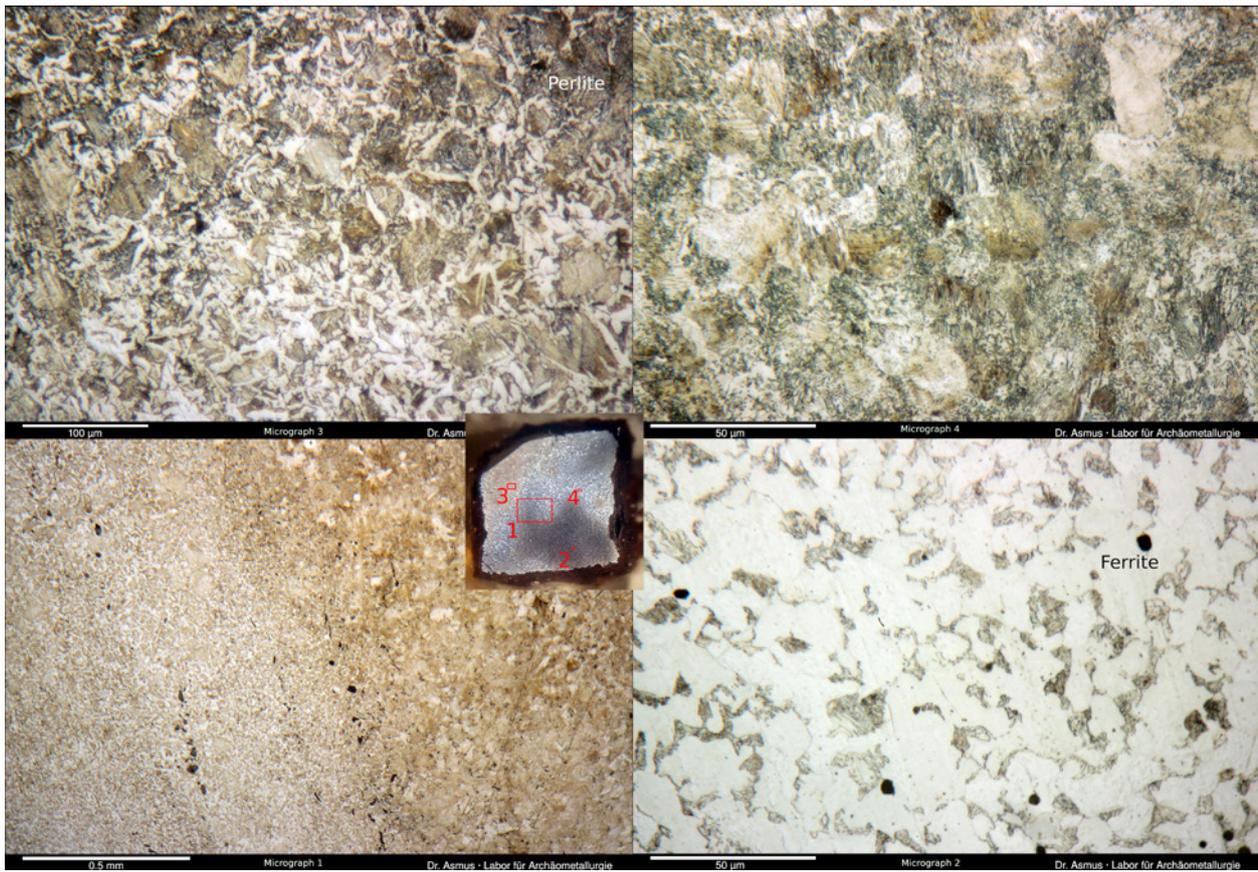


Figura 4 - Micrografias da metalografia do escopro da Rocha do Végio 2, assinalando-se as zonas analisadas em secção. Os cristais brancos correspondem a ferrite; os cristais com bandas intercaladas brancas (ferrite) e cinzentas (cementite) a perlite; os pontos negros a inclusões de escória. (Autor: Bastian Asmus).

Temperatura	Cor (segundo Bergland, 2019⁶, p. 59)	Nomenclatura (segundo Silva, s/d³, pp. 8-9)
1200-1300 ° C		Rubro branco brilhante
1100 ° C		Rubro branco
1000 ° C		Laranja claro
900 ° C		Laranja escuro
800 ° C		Cereja claro
700 ° C		Cereja nascente
625 ° C		Rubro sombrio
500 ° C		Rubro nascente

Tabela 1 – Cores representativas da temperatura do metal para forja e têmpera, segundo Bergland (2019⁶, p. 59) e Santos (s/d³, p. 8-9).

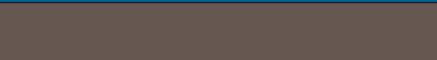
Temperatura	Cor (segundo Bergland, 2019⁶, p. 62)
300 ° C	
290 ° C	
275 ° C	
265 ° C	
255 ° C	
233 ° C	
231 ° C	
220 ° C	

Tabela 2 – Cores representativas da temperatura do metal para o grau de têmpera / revenido, segundo Bergland (2019⁶, p. 62).



AAP
ASSOCIAÇÃO
DOS ARQUEÓLOGOS
PORTUGUESES

MAC
MUSEU
ARQUEOLÓGICO
DO CARMO

 **REPÚBLICA
PORTUGUESA
CULTURA**

1 2 9 0 

FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE D
COIMBRA


INSTITUTO
ARQUEOLÓGICO E
ETNOLÓGICO
DIREÇÃO - FACULDADE DE LETRAS - UC
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**
Responsável do Património Cultural

 **MUSEU NACIONAL
DE MACHADO DE CASTRO**

Coimbra

 **seminário
maior de coimbra**