

The background of the cover is a solid orange color. Overlaid on this are faint, light-colored line drawings of archaeological site plans. These plans show various structures, walls, and courtyards, typical of ancient or medieval settlements. A prominent white curved line, resembling a stylized 'C' or a section of a circle, cuts across the middle of the cover, separating the title area from the lower part of the design.

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

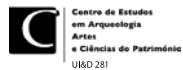
ISBN: 978-972-9451-98-0

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 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
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

ANÁLISE ISOTÓPICA ESTÁVEL ($\delta^{13}\text{C}$) EM SEDIMENTOS DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

Virginia Lattao ¹, Sara Garcês ², Hugo Gomes ², Maria Helena Henriques ³, Elena Marrocchino ⁴, Pierluigi Rosina ², Carmela Vaccaro ⁴

RESUMO

Nos últimos anos, a análise de isótopos leves em sedimentos tem sido utilizada para reconstruir variações climáticas em contextos continentais. O objetivo deste estudo é verificar a utilidade desta metodologia analítica em depósitos arqueológicos, especialmente na ausência de outros proxies. Foram analisados sedimentos de diferentes contextos (fluviais, coluviais e de preenchimento de gruta), do pleistocénico e do holocénico, para ter melhor controlo estratigráfico e cronológico foram recolhidos em locais com evidências arqueológicas. Os resultados são comparados com os dados mais conhecidos dos isótopos marinhos.

Palavras-chave: Isótopos; Paleoambientes; Quaternário; Sedimentos.

ABSTRACT

In recent years, light isotope analysis in sediments has been used to reconstruct climatic variations in continental contexts. The aim of this study is to verify the usefulness of this analytical methodology in archaeological deposits, especially in the absence of other proxies. Sediments from different contexts (fluvial, colluvial and cave-fill), from the Pleistocene and Holocene, were analysed, in order to have better stratigraphic and chronological control, and were collected from sites with archaeological evidence. The results are compared with the best-known marine isotope data.

Keywords: Isotopes, palaeoenvironments, Quaternary, Sediments.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a análise de isótopos leves em depósitos sedimentares tornou-se um método essencial para a reconstrução das variações climáticas passadas (Zacháry, 2019; Berto *et al.*, 2018; Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2018; Reiffarth, *et al.*, 2016; Hoefs, 2009; Michener *et al.*, 2008; Faure, 1977). Essa abordagem tem sido amplamente utilizada na investigação arqueológica para avaliar a confiabilidade dos depósitos e obter infor-

mações sobre as condições climáticas em diferentes períodos cronológicos. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial da análise de isótopos estáveis em depósitos arqueológicos, com foco na sua confiabilidade mesmo na ausência de outros indicadores. A utilização da espectrometria de massa tem se mostrado uma ferramenta poderosa para a análise de isótopos estáveis em depósitos sedimentares. Esta técnica permite a separação e identificação dos isótopos com base em sua relação massa-carga, possibilitando que os investigadores procurem a geo-

1. Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, Rua Silvio Lima, Pólo II, 3030-790 Coimbra, Portugal; Universidade de Coimbra (Pólo II), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Terra e Centro de Geociências, Coimbra, Portugal / virginia.lattao@gmail.com

2. Instituto Politécnico de Tomar, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal; Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, Rua Sílvia Lima, Pólo II, 3030-790 Coimbra, Portugal

3. Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, Rua Sílvia Lima, Pólo II, 3030-790 Coimbra, Portugal; Universidade de Coimbra (Pólo II), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Terra e Centro de Geociências, Coimbra, Portugal.

4. Departamento de Ciências do Ambiente e da Prevenção, Universidade de Ferrara, via Saragat, 1, 44122 Ferrara, Itália.

química isotópica de diversos elementos químicos presentes nos sedimentos. Desta forma, é possível obter informações sobre a composição isotópica dos elementos e utilizá-las como indicadores de mudanças ambientais e climáticas.

A análise de isótopos estáveis em depósitos arqueológicos fornece percepções valiosas sobre a idade e a origem dos contextos continentais em estudo. Por meio da comparação das assinaturas isotópicas presentes nos sedimentos com registos isotópicos de referência, é possível inferir informações sobre a proveniência dos materiais, as fontes de água utilizadas pelos antigos habitantes e as condições climáticas durante o período de deposição. Essa abordagem analítica complementa outras técnicas de datação e análise sedimentar, aprimorando a nossa compreensão dos climas do passado e contribuindo para reconstruções mais precisas e detalhadas da história ambiental. Além disso, esta abordagem analítica contribui significativamente para estudos climáticos de longo prazo, desvendando flutuações climáticas ao longo dos tempos. A análise de isótopos também oferece informações valiosas sobre as condições ambientais durante a formação dos depósitos, fornecendo dados sobre a composição isotópica do carbono, como o isótopo $\delta^{13}\text{C}$, que auxilia na compreensão das características da matéria orgânica presente. A investigação realizada abrange uma variedade de contextos, incluindo depósitos fluviais, coluvionais e de enchimento de grutas, abrangendo desde o Pleistocénico até o Holocénico. Para avaliar a eficácia da metodologia, são feitas comparações com dados isotópicos marinhos conhecidos do Projeto – *Núcleo de Gelo do Norte da Groenlândia* (NGRIP). Valores absolutos e significativos são definidos para contextos do holocénico e pleistocénico, visando determinar a confiabilidade da análise de isótopos como um indicador para reconstruções paleoambientais. Propomos assim, utilizar métodos geoquímicos como uma abordagem alternativa ou complementar quando os *proxies* mais comumente utilizados são escassos, ausentes ou quando a estratigrafia é incerta. O $\delta^{13}\text{C}$ é um parâmetro amplamente utilizado em diversos contextos, e neste estudo, aplicamos esta análise aos sedimentos para abordar uma lacuna metodológica na reconstrução da vegetação C3, C4 e CAM (Zacháry, 2019; Reiffarth, et al., 2016) ao fim de ter uma reconstrução paleoambiental de depósitos conectados à ocupação humana. Os resultados deste estudo contribuem para avançar na nossa compreensão dos

climas do passado e aprimorar as técnicas analíticas utilizadas em contextos continentais, oferecendo uma visão mais completa e detalhada das variações climáticas ao longo da história.

2. METODOLOGIA

Para realizar a análise de isótopos estáveis em depósitos arqueológicos, foram coletadas amostras de diferentes contextos, como sedimentos fluviais, coluvionais e de enchimento de grutas, datados do pleistocénico e holocénico. As amostras foram coletadas em secções estratigráficas distanciadas de 10 a 15 cm, dependendo do tipo de depósito, a fim de garantir uma representatividade adequada.

Além disso, a percentagem do isótopo $\delta^{13}\text{C}$ pode fornecer informações sobre a origem e as características da matéria-orgânica presente nos depósitos sedimentares, o que é importante para a compreensão da área estudada (Zacháry, 2019; Reiffarth, et al., 2016). O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da metodologia analítica de análise isotópica estável em depósitos arqueológicos, especialmente quando outros indicadores não estão disponíveis. Para realizar esse trabalho, foram coletadas e analisadas amostras de sedimentos de diferentes formações. Os contextos incluem depósitos fluviais (Ribeira da Ponta Pedra, Foz do Enxarique e Santa Cita, Portugal), coluvionais (Amoreira, Portugal) e de enchimento de grutas (Gruta do Escoural, Portugal e de Cueva de Los Postes entre outras, Espanha), com cronologias que remontam ao período pleistocénico e holocénico, a fim de garantir um controle estratigráfico e cronológico adequado. Ao avaliar a eficácia da metodologia isotópica em contextos arqueológicos, os investigadores podem determinar se esta pode ser utilizada como uma ferramenta confiável para a área em questão.

Cada amostra foi devidamente identificada por meio de um código composto pela letra I, que indica isótopo, seguido por um código de 3 letras para indicar o local de origem e um número sequencial que varia da base à parte mais recente (topo) da secção estratigráfica. Para garantir o sucesso da análise, cada amostra continha entre 5g a 20 g de sedimentos, o que permitiu obter quantidade suficiente de material para as medições isotópicas.

Antes da análise, as amostras foram secas numa estufa a uma temperatura baixa de cerca de 50 graus Celsius por 24 horas. Em seguida, foram trituradas

num almofariz para obter um pó fino, facilitando a preparação das soluções para a análise dos isótopos estáveis.

Para a análise de espectrometria de massa de rácio isotópica com o equipamento Elementar Vario Micro Cube (EA-IRMS), foram preparadas soluções de amostra com os seguintes passos de modificação, vaporização e purificação antes da análise:

As amostras moídas foram colocadas em cápsulas de estanho, que foram embrulhadas e pesadas. As cápsulas, contendo entre 20 e 30 mg de amostra, foram colocadas no autoamostrador Vario Micro Cube para combustão rápida. As amostras foram oxidadas a temperaturas de até 1050°C, formando CO₂ gasoso em um tubo de quartzo selado. Grãos de óxido de cobre atuaram como catalisador, e gás O₂ (pureza grau 6) purificado foi utilizado. O CO₂ gasoso formado, transportado por gás He seco e purificado (pureza grau 5), passou por uma armadilha de água preenchida com Sicapent® para remover qualquer umidade. As amostras vaporizadas e purificadas foram quantitativamente determinadas usando um detector de termocondutividade (TCD). Os rácios isotópicos do carbono foram então medidas usando o instrumento IRMS (ISOPRIME 100 IRMS) no modo de fluxo contínuo. Para calibrar as massas isotópicas das amostras, massas isotópicas distintas foram comparadas com as de um gás de referência CO₂ (pureza grau 5) purificado, que havia sido calibrado usando uma série de materiais de referência. Os materiais de referência foram calibrados em relação aos padrões internacionais da IAEA, como calcário JLS-1, folhas de pêssego NIST SRM1547, mármore Carrara (calibrado no Instituto de Geociências e Georecursos do Conselho Nacional de Pesquisas de Pisa) e sulfanilamida sintética fornecida pela Isoprime Ltd. Os rácios isotópicos foram recalculadas como picos de massa pelo software Ion Vantage. A precisão da análise elementar foi estimada em aproximadamente 5% do valor medido absoluto, determinada por análises padronizadas repetidas. A exatidão foi estimada comparando-se os valores de referência e medidos. A incerteza da análise aumentou quando o conteúdo de carbono se aproximou do limite de detecção de 0,01 g/kg.

Os resultados dos rácios isotópicos do carbono foram expressos na notação padrão (δ), em partes por mil (‰), em relação ao padrão isotópico internacional Vienna Pee Dee Belemnite (V-PDB). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ foram caracterizados por um desvio padrão

médio de $\pm 0,1\text{‰}$ com base em análises repetidas dos padrões mencionados.

O trabalho de preparação e análise foi realizado no Departamento de Física e Ciências da Terra da Universidade de Ferrara.

A medição dos rácios isotópicos é normalmente expressa em partes por mil (‰). Os enriquecimentos (Δ) representam o rácio entre isótopos pesados e leves em comparação com um rácio padrão. Para calcular o enriquecimento, o rácio isotópico padrão do elemento químico é subtraído do rácio encontrado na amostra analisada. O resultado é então dividido pelo rácio padrão, multiplicado por 1000 e expresso como ‰ (Kelai *et al.*, 2019).

Existem cinco isótopos estáveis utilizados neste domínio: Carbono $\Delta^{13}\text{C}$, Oxigénio $\Delta^{18}\text{O}$, Hidrogénio $\Delta^2\text{H}$, Enxofre $\Delta^{34}\text{S}$ e Azoto $\Delta^{15}\text{N}$. Para este estudo em particular, vamos investigar o isótopo de carbono $\delta^{13}\text{C}$. O carbono tem dois isótopos estáveis, $\delta^{12}\text{C}$ e $\delta^{13}\text{C}$, bem como um isótopo radioativo, ^{14}C (West *et al.*, 2006).

Na natureza, o carbono existe sob a forma de carbono orgânico ou de carbonatos, cada um com assinaturas isotópicas distintas devido ao seu envolvimento em diferentes processos. Um processo fundamental que envolve carbono orgânico é a fotossíntese. O dióxido de carbono desempenha um papel importante na fotossíntese das plantas e classifica as plantas em três grupos principais com base nos seus processos fotossintéticos. A principal fonte de carbono para as plantas é o dióxido de carbono, que elas utilizam para criar moléculas orgânicas mais complexas por meio da fotossíntese. Os três principais grupos de plantas são C₃, C₄ e CAM (por exemplo, cactos, com metabolismo ácido crassuláceo). As plantas C₃, como arroz, beterraba açucareira e a maioria das árvores, utilizam o ciclo de Calvin para produzir seu fotossintato. Elas representam mais de 90% de todas as espécies de plantas. As demais plantas são predominantemente C₄, incluindo culturas como milho e cana-de-açúcar. O foco da discussão será em plantas C₃ e C₄ (Zacháry, 2019; Reiffarth, *et al.*, 2016).

A metodologia aplicada neste estudo envolve a coleta e análise de amostras de sedimentos de diferentes formações. Os contextos escolhidos abrangem depósitos fluviais, coluvionais e de enchimento de grutas, cada um com contextos estratigráficos e cronológicos bem estabelecidos. A espectrometria de massa é utilizada para medir a composição isotópica, especificamente focando no isótopo $\delta^{13}\text{C}$, que

serve como indicador das condições ambientais e das características da matéria orgânica. Para avaliar a eficácia da metodologia analítica, os resultados obtidos são comparados com dados isotópicos marinhos do projeto NGRIP.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de delta ^{13}C obtidos a partir de depósitos de sedimentos, como observado em estudos anteriores (Zacháry, 2019; Berto et al., 2018; Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, 2018; Reiffarth, et al., 2016; Hoefs, 2009; Michener et al., 2008; Faure, 1977), como mencionado antes, podem fornecer informações sobre os tipos de vegetação presentes, incluindo C3 (por exemplo, arroz, beterraba açucareira, maioria das árvores), C4 (por exemplo, milho, cana-de-açúcar) e CAM (metabolismo ácido das Crassuláceas; por exemplo, cactos). Variações na vegetação não são temporais, mas sim ambientais e climáticas, refletindo diferentes situações. Um dos objetivos deste trabalho é determinar se a metodologia analítica pode ser utilizada como um substituto fiável para a reconstrução paleoambiental em todos os contextos analisados (Zacháry, 2019; Reiffarth, et al., 2016).

Neste estudo, os resultados obtidos foram comparados com dados isotópicos marinhos conhecidos, disponíveis no North Greenland Ice Core Project (NGRIP). Para avaliar a eficácia da metodologia analítica utilizada, foram definidos valores absolutos e significativos para depósitos com formação em épocas reconhecidas como mais quentes (valores de isótopos $\delta^{13}\text{C}$ superiores a -20, típicos de vegetação C4) e depósitos com formação em épocas reconhecidas como mais frias (valores de isótopos $\delta^{13}\text{C}$ inferiores a -21, típicos de vegetação C3). Com a especificação da vegetação CAM entre -12 e -28 valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$. A vegetação C3 é típica de ambientes frios, a C4 de ambientes quentes, e a CAM pode existir em conjunto com os outros dois tipos de vegetação, mas em volumes de delta C_{13} específicos, fornecendo informações adicionais sobre o tipo de vegetação presente quando os valores correspondem a C3 e C4. Os valores de delta C_{13} também fornecem informações sobre a frequência de presença da vegetação indicada (alta, média, baixa, etc.) (Zacháry, 2019; Reiffarth, et al., 2016). A análise de isótopos estáveis em sedimentos ainda é uma metodologia relativamente nova, e nosso objetivo é explorar a sua apli-

cabilidade em situações em que outros *proxies* são limitados. Propomos utilizar métodos geoquímicos como uma abordagem alternativa ou complementar quando os *proxies* mais comumente utilizados são escassos, ausentes ou quando a estratigrafia é incerta. O $\delta^{13}\text{C}$ é um parâmetro amplamente utilizado em diversos contextos, e neste estudo, aplicamos estas análises aos sedimentos para abordar uma lacuna metodológica nas reconstruções paleoambientais de depósitos conectados a ocupação humana. No caso de sítios onde os *proxies* convencionais fornecem dados limitados, a utilização destes dados geoquímicos oferece informações detalhadas sobre as variações ambientais. Os valores obtidos refletem as condições de vegetação em alguns casos já objeto de estudo por outros investigadores, como por exemplo em Cueva de Los Postes (Ferreira, 2017) durante o período de deposição dos sedimentos.

Os resultados das análises isotópicas revelaram variações significativas nas assinaturas isotópicas dos elementos químicos presentes nos depósitos arqueológicos estudados. Essas variações refletem as mudanças climáticas ocorridas ao longo do tempo e permitem reconstruir as condições ambientais do passado.

A análise isotópica permitiu obter informações sobre as condições climáticas durante o período de deposição dos sedimentos arqueológicos. Variações nas assinaturas isotópicas de elementos como oxigénio e carbono forneceram evidências de mudanças na temperatura e na disponibilidade de água ao longo do tempo. Essas informações foram cruciais para compreender as adaptações dos antigos habitantes às condições climáticas e ambientais.

Nos sítios para agora analisados, os ambientes exibem valores distintos de $\delta^{13}\text{C}$. Os dados obtidos podem fornecer informações sobre o ambiente no qual tais formações foram geradas (neste caso, será usado especificamente $\delta^{13}\text{C}$) e qualquer informação muito relevante sobre a idade e origens das formações analisadas. Essa metodologia, como um *proxie* para reconstruções paleoambientais, foi verificada por vários autores (Hoefs, 2009; Berto et al., 2018; Michener et al., 2008).

4. CONCLUSÃO

A análise de isótopos estáveis em depósitos arqueológicos mostrou ser uma ferramenta confiável e poderosa para a reconstrução de variações climáticas

no passado em contextos continentais. A utilização da espectrometria de massa permitiu a investigação da geoquímica isotópica de diversos elementos químicos, fornecendo conhecimentos sobre a idade (cronologia), a origem (proveniência) e as condições climáticas dos contextos continentais em estudo. Esta abordagem analítica complementa outras técnicas de datação e análise estratigráfica e sedimentar, contribuindo para uma compreensão mais abrangente e detalhada dos climas do passado e das interações entre os seres humanos e o ambiente. A análise de isótopos estáveis em depósitos arqueológicos representa, portanto, uma importante ferramenta para a investigação arqueológica e para a reconstrução da história ambiental e cultural.

Considerando que o estudo de isótopos em sedimentos ainda está num estágio inicial, é importante observar que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos em todos os contextos até agora analisados se alinham com as informações estratigráficas reconhecidas (Duque Espino, 2022; Caldeira et al., 2021; Ferreira, 2017; Mauran, 2016; Cruz et al., 2015; Marín, 2012; Cruz, 2011; Oosterbeek, 1994).

Os resultados são consistentes com o objetivo, ou seja, a reconstrução ambiental.

No futuro, é nosso objetivo correlacionar os dados obtidos em contextos diferentes que incluem depósitos fluviais (Ribeira da Ponta Pedra e Santa Cita, Portugal), coluvionais (Amoreira, Portugal) e de enchimento de grutas (Gruta do Escoural, Portugal e Cueva de Los Postes, Espanha), o outros com cronologias que remontam ao período pleistocénico e holocénico, com dados coletados de contextos semelhantes, a fim de garantir uma possível reconstrução paleoambiental de contextos que tem sido alvo de ocupação humana e obter um controle estratigráfico e cronológico adequado. Essa comparação nos ajudará a entender se os depósitos de sedimentos em diferentes ambientes produzem resultados comparáveis.

AGRADECIMENTOS

Sara Garcês e Hugo Gomes beneficiam do financiamento do projeto "Contratação de Recursos Humanos Altamente Qualificados – Territórios Interiores – Entidades Não Empresariais do Sistema I&I" (CENTRO-04-3559-FSE-000158) financiado pelo Fundo Social Europeu e pelo Instituto Politécnico de Tomar. Investigação financiada por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito dos projetos UID/00073/2020 (CGEO).

Virginia Lattao beneficia de uma Bolsa de Investigação de Doutoramento do projecto (UI/BD/150848/2021) FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Os autores gostariam de agradecer aos laboratórios e aos seus respectivos técnicos que colaboraram no projecto. Agradecemos aos laboratórios do Instituto Politécnico de Tomar (Portugal), da Universidade de Ferrara (Itália).

BIBLIOGRAFIA

BERTO, Daniela; CALACE, N.; RAMPAZZO, F. & Saccomandi, F. (2018) – Isotopi: dalla teoria alla pratica. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, I. ISPRA, Quaderni – Laboratorio 2/2018.

CALDEIRA, Ana Teresa; SCHIAVON, N.; MAURAN, G.; SALVADOR, C.; ROSADO, T.; MIRÃO, J. & Candeias, A. (2021) – On the biodiversity and biodeteriogenic activity of microbial communities present in the hypogenic Environment of the Escoural Cave, Alentejo, Portugal. *Coatings*, 11(2), 209.

CRUZ, Ana Rosa (2011) – A pré-história recente no vale do Baixo Zêzere: paisagens de transição: povoamento, tecnologia e crono-estratigrafia da transição para o agro-pastoralismo no Centro de Portugal. Ceiphar.

CRUZ, Ana Rosa & BERRUTI, G. L. F. (2015) – A use-wear analysis of the knapped lithic grave goods from Gruta do Morgado Superior (Tomar, Portugal). *Arqueologia Iberoamericana*, 7(28), pp. 81-94.

DUQUE ESPINO, David (2011) – Anthracology in the Caves of Fuentes de León (Badajoz, Extremadura, Spain): Notes for the Characterization of the Plant Environment of the Neolithic Communities and Roman Period of the SW of the Iberian Peninsula. *Saguntum Extra*, 11(11), pp. 175-176.

FAURE, Gunter & MENSING, T. M. (2005) – Principles and applications (p. 897). John Wiley & Sons, Inc.

FERREIRA, Cristiana Duarte (2017) – Dinâmicas ambientais e humanas durante o holocénico, no Vale do Tejo. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

HOEFS, Jochen (2009) – Stable isotope geochemistry (Vol. 285). Berlin: Springer.

ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE, I. (2018) – Isotopi: dalla teoria alla pratica. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

KELAI, XI; CAO, Y.; LIN, M.; LIU, K.; SONGTAO, W. U.; YUAN, G. & YANG, T. (2019) – Applications of Light Stable Isotopes (C, O, H) in the Study of Sandstone Diagenesis: A Review. *Acta Geologica Sinica*, 93(1), pp. 213-226.

MARTÍN, Carmen Olivares (2012) – Estudio faunístico del yacimiento arqueológico “Cueva de los Postes” (Fuentes de León, Badajoz). Unpublished report.

MAURAN, Guilhem (2016) – Rock paintings and microorganisms: a new insight on Escoural cave (Master's thesis, Universidade de Évora). (Issue September).

MICHENER, Robert & LAJTHA, K. (2008) – Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science: Second Edition. In Ecological Methods and Concepts. Blackwell Publishing.

OOSTERBEEK, Luiz Miguel (1994) – Echoes from the East: the Western Network. North Ribatejo (Portugal): an insight to unequal and combined development, 7000-2000 BC. University of London, University College London (United Kingdom).

REIFFARTH, Dominic; PETTICREW, E. L.; OWENS, P. N. & LOBB, D. A. (2016) – Sources of variability in fatty acid (FA) biomarkers in the application of compound-specific stable isotopes (CSSIs) to soil and sediment fingerprinting and tracing: a review. *Science of the Total Environment*, 565, pp. 8-27.

WEST, Jason; BOWEN, G. J.; CERLING, T. E. & EHLERINGER, J. R. (2006) – Stable isotopes as one of nature's ecological recorders. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(7), pp. 408-414.

ZACHÁRY, Dóra (2019) – Applications of stable carbon isotopes in soil science with special attention to natural ^{13}C abundance approach. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68(1), pp. 3-19.



Figuras 1 e 2 – Recolha de amostras em diferentes contextos.



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
DIREÇÃO: INICIAÇÃO DE LETRAS - UE
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**

COIMBRIGA

 **seminário
maior de coimbra**