

almasada

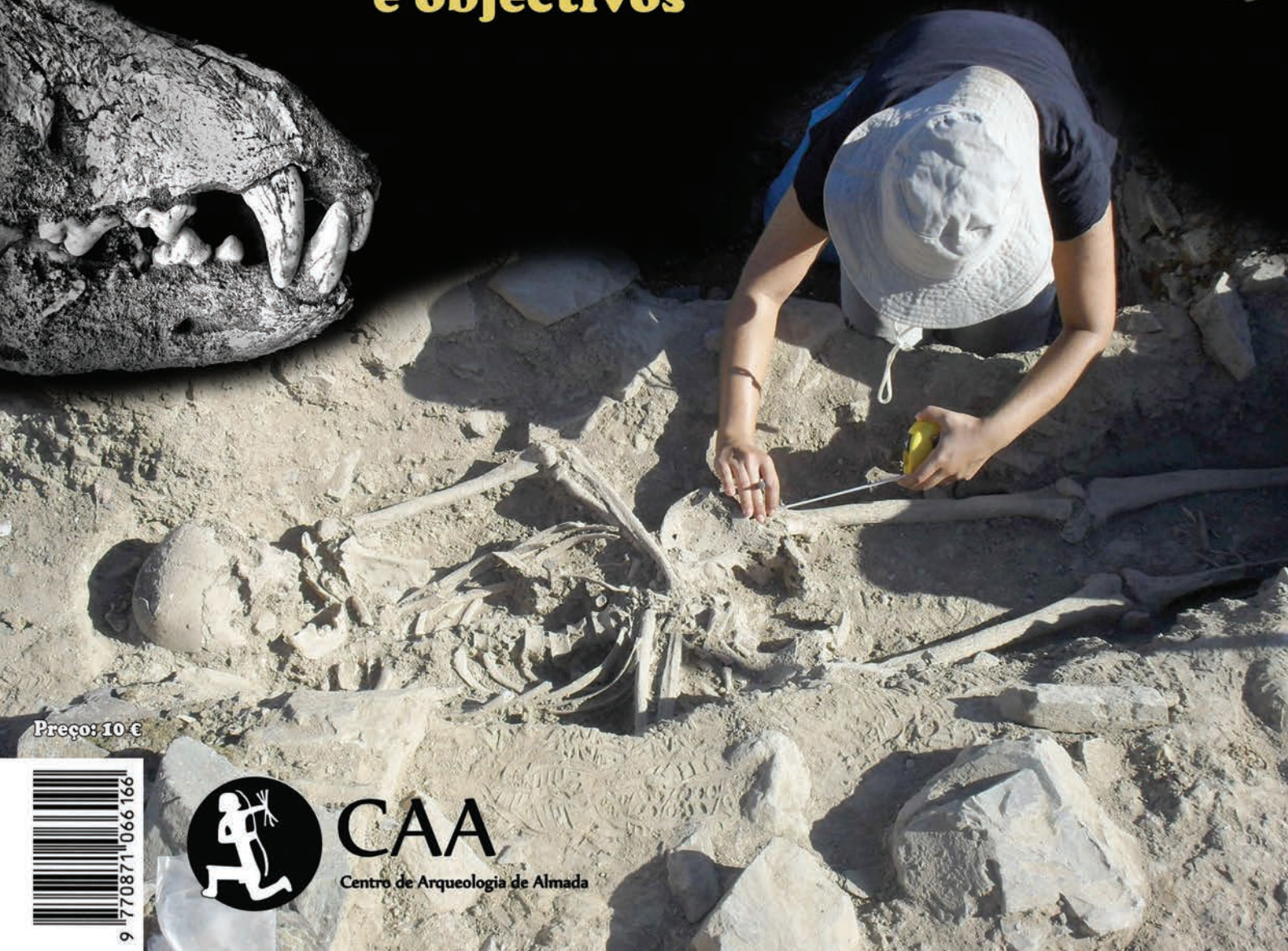
ARQUEOLOGIA | PATRIMÓNIO | HISTÓRIA LOCAL

2.ª série #27 Nov. 2024
anual

dossiê

BIOARQUEOLOGIA EM PORTUGAL

temas, conceitos
e objectivos



Preço: 10 €



9 770871 066 166



CAA

Centro de Arqueologia de Almada

**Capa |** Jorge Raposo

Montagem alusiva à diversidade das intervenções em contextos arqueológicos com remanescentes biológicos de natureza humana, mas também de outros animais ou de plantas.

Nas fotos, trabalho de campo em inumação humana, parte do crânio de um cão e dois vestígios carpológicos: uma semente de *Cenastium* sp. e um grão de cevada.

Fotos | © Grupo de Trabalho em Bioarqueologia Portuguesa.



2.ª Série, N.º 27, Novembro 2024

Proprietário e editor |

Centro de Arqueologia de Almada
Apartado 603 EC Pragal
2801-601 Almada Portugal

NIPC | 501 073 566

Sede do editor e da redacção |

Travessa Luís Teotónio Pereira,
Cova da Piedade, 2805-187 Almada

Telefone | 212 766 975

E-mail | c.arqueo.alm@gmail.com

Internet | www.caa.org.pt

Publicidade e Distribuição |

Centro de Arqueologia de Almada

Registo de imprensa | 108998

ISSN | 0871-066X

Depósito legal | 92457/95

Estatuto editorial |

www.almadan.publ.pt

Impressão | Jorge Fernandes Ld.ª

Rua Qt.ª do Conde de Mascarenhas, 9
2820-652 Charneca de Caparica

Tiragem | 300 exemplares

Periodicidade | Anual

Apoios | Associação dos Arqueólogos Portugueses / Arqueohoje - Conservação e Restauro do Património Monumental, Ld.ª / Câmara Municipal de Almada / Dryas - Octopétala, Ld.ª / Câmara Municipal de Oeiras / Neoépica, Ld.ª

Nas últimas décadas, o panorama da investigação fundamental e aplicada realizada em Portugal melhorou substancialmente, em várias áreas científicas, embora se mantenham graves insuficiências de logística, financiamento e enquadramento institucional, que redundam em fracas condições de trabalho, precariedade laboral, insegurança e dificuldade de planeamento e obtenção de resultados com continuidade. Apesar desses constrangimentos, é crescente o número de investigadores(as) e equipas que obtêm respostas para pesquisas em curso, colocam novas questões científicas ou desbravam linhas de investigação inovadoras em contexto académico, museal e/ou empresarial. Esta constatação é particularmente evidente no plano das denominadas arqueociências, isto é, das múltiplas ciências que confluem com a Arqueologia e potenciam a identificação, o registo e a interpretação do passado humano, da sua variabilidade física e cultural, e da relação transformadora estabelecida com o meio físico, seja este geológico, animal ou vegetal. O dossiê central desta *Al-Madan* procura precisamente dar conta do “estado da arte” no domínio da Bioarqueologia, ainda que sem a pretensão de esgotar todas as suas dimensões. São, contudo, apresentadas algumas das temáticas, conceitos e objectivos que hoje norteiam o desenvolvimento da Antropologia biológica, da Arqueozoologia e da Arqueobotânica, a que se junta a preocupação de enriquecer e uniformizar práticas e procedimentos que possam fortalecer o diálogo científico intra e interdisciplinar. Merecem destaque os estudos genéticos que revelam novos dados sobre as populações humanas, as suas dietas, saúde, movimentações migratórias e outras transformações socioculturais, mas também atestam uma relação intensa com os animais que caçam, domesticam, seleccionam e melhoram. São igualmente relevantes as análises de macro e microrrestos que permitem uma visão mais holística da acção antrópica sobre o meio, reconstituições paleambientais e a percepção das alterações climáticas, tal como o são as novas técnicas de registo que garantem a salvaguarda digital de amostras que, assim, preservam integridade e capacidade de gerar informação apreensível pela tecnologia do futuro. Sobre tudo isto escrevem mais de dezena e meia de autores ligados a universidades, institutos, centros de investigação, laboratórios e museus de Portugal, Espanha, Suécia e dos Emirados Árabes Unidos. É muito, mas os conteúdos das rubricas que acompanham e complementam o dossiê têm também potencial para suscitar a atenção de quem folhear as páginas desta *Al-Madan*. Resta-me expressar votos de que proporcionem boa leitura!

Jorge Raposo, 17 de Outubro de 2024

Director | Jorge Raposo
(director.almadan@gmail.com)

Conselho científico | Amílcar Guerra,
António Nabais, Luís Raposo, Carlos
Marques da Silva e Carlos Tavares da Silva

Redacção | Centro de Arqueologia de
Almada (sede)

Resumos | Autores e Jorge Raposo
(português), Luísa Pinho (inglês) e
Maria Isabel dos Santos (francês)

**Modelo gráfico, tratamento de imagem
e paginação electrónica |** Jorge Raposo

Revisão | Autores e
Fernanda Lourenço (CAA)

Colunistas | Amílcar Guerra, Luís
Raposo, António Manuel S. P. Silva,
Carlos Marques da Silva e Victor Mestre

Colaboram neste número |

Miguel Almeida, Nelson J. Almeida,
Jean-Yves Blot, Carlo Bottaini, Patrícia
Brum, Guilherme Cardoso, João L.
Cardoso, Daniel Carvalho, Tânia M.
Casimiro, Ginevra Coradeschi, José M.
Lopes Cordeiro, Mónica Corga, Ana
Curto, João Damásio, Cleia Detry, Ana
L. Duarte, José d'Encarnação, Cristiana
Ferreira, Cristina Gameiro, Rita Gaspar,
Catarina Ginja, Ricardo M. Godinho,
Sérgio Gomes, José A. Gonçalves,
Amílcar Guerra, António Janeiro, Célia

Lopes, Rui Mataloto, Anne-France
Maurer, Victor Mestre, Patrícia Monteiro,
Mariana Nabais, Vanessa Navarrete,
César Oliveira, Susana Pacheco, Marco
Penajoia, Ricardo Pimenta, Ana Elisabete
Pires, Natália Quitério, Paulo Oliveira
Ramos, Jorge Raposo, Luís Raposo,
Paulo Rebelo, Maria de Jesus Sanches,
Joel Santos, António Manuel S. P. Silva,
Francisco Silva, Luciana Gaspar Simões,
João Pedro Tereso e Filipe Vaz

Os conteúdos editoriais da *Al-Madan*
não seguem o Acordo Ortográfico de 1990.
No entanto, a revista respeita a vontade
dos autores, incluindo nas suas páginas tanto
artigos que partilham a opção do editor como
aqueles que aplicam o dito Acordo.

EDITORIAL...3 ▶

CURTAS...6 ▶

CRÓNICAS DE...

PRÉ-HISTÓRIA ANTIGA | Luís Raposo... 8 ▶

ARQUEOLOGIA CLÁSSICA | Amílcar Guerra... 14 ▶

ARQUEOLOGIA PORTUGUESA | António Manuel S. P. Silva... 18 ▶

ARQUITECTURA E PATRIMÓNIO | Victor Mestre... 21 ▶

ARQUEOLOGIA



Da Arqueologia Naval,
dos Naufrágios da Foz do
Mondego e do Oceano Onde Este
Rio Desagua | Marco Penajoia
e Jean-Yves Blot... 23 ▶

Castelo dos Mouros
(Cadaval, Murça): muralhas,
moedas e muitas dúvidas por
resolver | Miguel Almeida,
Maria de Jesus Sanches e
Mónica Corga... 34 ▶



Apresentação do projeto 50LAYERS.
50 Camadas de uma Revolução:
a Arqueologia pré-histórica
depois do 25 de abril de
1974 | Cristina Gameiro e
Sérgio Gomes... 44 ▶

CONSERVAÇÃO



Forno Romano do Eixo (Aveiro):
um projeto de conservação e restauro |
Ricardo Pimenta... 48 ▶

Capela de São Tomás de Aquino da
Quinta da Torre, em Caparica: o mau estado
do Património | Francisco Silva... 160 ▶



D. Martim Anes do Vinhal e o
Senhorio de "Aguiar dos Padrões" (1269-1376) |
António Janeiro... 170 ▶

OPINIÃO

O CNANS e o Futuro |
José António Gonçalves...
54 ▶



Entre Imagens
e Fragmentos:
uma reflexão

comparativa entre fotografias e cerâmicas na Arqueologia
| Susana Pacheco, Joel Santos, Tânia Casimiro, Daniel
Carvalho, José Manuel Lopes Cordeiro e Patrícia Brum... 60 ▶



HISTÓRIA DA ARQUEOLOGIA PORTUGUESA

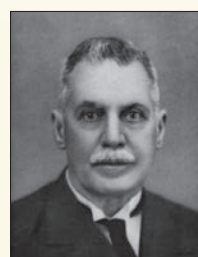
Antes da Arqueologia:
as antas no imaginário popular
e erudito do povo português |
João Luís Cardoso e Rui
Mataloto... 136 ▶



PATRIMÓNIO

Os Fornos de Cal do Pinho
(Carenque, Amadora): subsídios
para o seu conhecimento e breve
panorama dos fornos de cal
regionais | João Damásio... 149 ▶

Augusto Vieira da Silva:
dos estudos olisiponenses
ao património de Lisboa
industrial | Paulo Oliveira
Ramos... 165 ▶



HISTÓRIA LOCAL



BIOARQUEOLOGIA EM PORTUGAL

Temas, Conceitos e Objectivos

67 páginas [69-135]

Coordenação: Grupo de Trabalho em
Bioarqueologia Portuguesa e Jorge Raposo

*Conjunto de textos que não esgota,
mas retrata de modo bastante
abrangente a investigação hoje aplicada
em Portugal aos vestígios arqueológicos
de natureza biológica, sejam estes
humanos, de outros animais ou de
plantas. A sua diversidade estimula
novos projectos e aproximações teóricas
e metodológicas, ao mesmo tempo que
suscita reflexões sobre o enquadramento
institucional e as boas práticas na
protecção, valorização e divulgação
deste tipo de bens culturais.*

A Investigação Bioarqueológica Portuguesa:
nota introdutória a um dossiê | João Pedro Tereso, Ana Curto,
Célia Lopes, Cleia Detry, Cristiana Ferreira, Nelson J. Almeida,
Patrícia Monteiro, Ricardo Miguel Godinho
e Vanessa Navarrete... 70 ►

A Análise Tafonómica em Zooarqueologia |
Nelson Almeida e Mariana Nabais... 72 ►

Nós Humanos e os Animais Domésticos: revisão (incompleta)
da investigação arqueogenómica realizada em Portugal |
Ana Elisabete Pires, Luciana Gaspar Simões
e Catarina Ginja... 82 ►

A Arqueometria na Bioarqueologia: dieta, saúde e
mobilidade no passado... | Ana Curto, Ginevra Coradeschi,
Anne-France Maurer e Vanessa Navarrete... 95 ►

O Estudo de Microrrestos: Palinologia no contexto
português | Cristiana Ferreira... 105 ►

Plantando a Semente: uma proposta para a regulação
da Arqueobotânica em Portugal | Filipe Vaz, João Pedro Tereso
e Patrícia Monteiro... 114 ►

A Importância da Normalização de Dados na Bioarqueologia
Portuguesa | Célia Lopes, Ricardo Miguel Godinho
e Ana Curto... 123 ►

Digitalização 3D: expansão da investigação e salvaguarda
em museus de Arqueologia | Ricardo Miguel Godinho,
Célia Lopes, Ana Curto e Rita Gaspar... 128 ►

NOTICIÁRIO ARQUEOLÓGICO

Actividades do Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras
(CEACO) desenvolvidas em 2023 | João Luís Cardoso... 180 ►

Uma estela discoidal encontrada numa casa em Alcabideche |
Paulo Rebelo, João Damásio e Guilherme Cardoso... 184 ►

Escavação em São Julião (Albergaria-a-Velha) e a “Malafaia Romana” |
António Manuel S. P. Silva... 186 ►

Balanço da Escola de Verão: “Técnicas Analíticas e Tecnologias Digitais
em Contexto de Escavação Arqueológica” | Carlo Bottaini e
César Oliveira... 187 ►

LIVROS & REVISTAS

O Património Cultural de Armamar | José d’Encarnação... 188 ►

Reflexões dum arqueólogo acidental | José d’Encarnação... 189 ►

Novidades editoriais... 190 ►

EVENTOS

IV Congresso Internacional do Sal. “Exploração Histórica do Sal.
Sal: um mineral comestível” | Natália Quitério... 191 ►

Agenda de eventos... 193 ►

RECORTES DE IMPRENSA... 194 ►

A Arqueometria na Bioarqueologia

dieta, saúde e mobilidade no passado

Ana Curto ^{1,2,3}, Ginevra Coradeschi ^{1,2}, Anne-France Maurer ^{1,2}
e Vanessa Navarrete ^{1,2,4}

1. INTRODUÇÃO

A Arqueometria é um campo interdisciplinar que combina princípios e métodos da Arqueologia e das ciências naturais, como a Física, Química, Biologia e Geologia, para compreender a composição, origem, tecnologia de fabricação e história dos artefactos e materiais encontrados em sítios arqueológicos. Essa abordagem multidisciplinar permite obter uma compreensão mais profunda dos artefactos e dos contextos arqueológicos nos quais estão inseridos. A Arqueometria pode incluir a análise de materiais como cerâmica, metais, vidro, ossos, plantas, pigmentos, sedimentos e outros vestígios arqueológicos.

A Arqueometria aplicada à Bioarqueologia é uma vertente específica da disciplina que se concentra na aplicação de métodos científicos para o estudo de remanescentes biológicos em contextos arqueológicos. A Bioarqueologia envolve a análise de esqueletos humanos e animais, remanescentes botânicos e parasitas encontrados em sítios arqueológicos, para compreender aspectos como saúde, dieta, estatuto social e padrões de migração das populações antigas.

Neste artigo apresentamos diferentes abordagens para o estudo da dieta, saúde e mobilidade em populações do passado utilizando métodos e técnicas arqueométricas.

2. ESTIMATIVA DA DIETA

A alimentação dos seres humanos e dos animais, cujos vestígios (ossos e dentes) são encontrados em escavações arqueológicas, pode ser avaliada por meio de diversas metodologias, que vão desde a observação da superfície dos dentes e ossos até à análise de isótopos estáveis, de cálculo dentário e de paleoparasitas.

RESUMO

A Arqueometria integrada nos estudos bioarqueológicos inclui métodos físicos e químicos para o estudo de remanescentes humanos, animais e botânicos em contextos arqueológicos. Esta abordagem multidisciplinar permite uma compreensão mais profunda de aspectos como saúde, dieta, estatuto social e padrões de migração de populações antigas. Este artigo apresenta os métodos e técnicas mais comuns em Arqueometria para o estudo de populações humanas e animais do passado, enfatizando a integração de abordagens teóricas inovadoras que fornecem uma visão mais holística do passado e das paisagens humanas e animais.

PALAVRAS-CHAVE: Antropologia; Zooarqueologia; Paleobotânica; Análise química; Metodologia.

ABSTRACT

Archaeometrics integrated in bioarchaeological studies includes physical and chemical methods to study human, animal and botanical remains in archaeological contexts.

This multidisciplinary approach enables a deeper understanding of the health, diet, social status and migration patterns of ancient populations.

This article presents the most usual methods and techniques of Archaeometrics in the study of past human and animal populations, emphasising the integration of innovative theoretical approaches that provide a more holistic view of the past and of human and animal landscapes.

KEY WORDS: Anthropology; Zooarchaeology; Paleobotany; Chemical analysis; Methodology.

RÉSUMÉ

L'Archéométrie intégrée aux études bioarchéologiques inclut des méthodes physiques et chimiques pour l'étude de restes humains, animaux et botaniques en contextes archéologiques. Cette approche pluridisciplinaire permet une compréhension plus approfondie d'aspects tels que la santé, le régime alimentaire, le statut social et les modèles de migration de populations anciennes. Cet article présente les méthodes et techniques les plus communes en Archéométrie dans l'étude de populations humaines et animales du passé, mettant en relief l'intégration d'approches théoriques innovantes qui fournissent une vision plus holistique du passé et des paysages humains et animaux.

MOTS CLÉS: Anthropologie; Zooarchéologie; Paléobotanique; Analyse chimique; Méthodologie.

¹ Laboratório HERCULES, Universidade de Évora, Portugal
(ana.curto@uevora.pt; ginevra@uevora.pt; amaurer@uevora.pt).

² IN2PAST - Laboratório Associado para a Investigação e Inovação em Património, Artes, Sustentabilidade e Território, Évora, Portugal.

³ Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Portugal.

⁴ Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Institución Milà y Fontanals de investigación en Humanidades IMF-CSIC. Arqueologia de les Dinàmiques Socials, Barcelona, España (vnavarrete@imf.csic.es).

Por opção dos autores, o texto segue as regras do Acordo Ortográfico de 1990.

2.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Nos últimos anos, a análise de isótopos estáveis (SIA - *Stable Isotope Analysis*) tornou-se uma das principais metodologias para estimar a dieta de populações do passado. Isótopos estáveis como carbono ($\delta^{13}\text{C}$), azoto ($\delta^{15}\text{N}$) e enxofre ($\delta^{34}\text{S}$) podem ser analisados nos remanescentes humanos e animais para reconstruir padrões alimentares, permitindo estudar estratégias de subsistência e comportamento alimentar entre os grupos humanos, e formas de manejo alimentar de rebanhos (PEDERZANI e BRITTON, 2019; ALEXANDER BENTLEY, 2006; NAVARRETE *et al.*, 2017). Entre os animais nas cadeias alimentares (incluindo os humanos), os rácios isotópicos representam os efeitos dos níveis tróficos na ingestão de proteínas associados às posições dos organismos consumidos dentro das redes alimentares, nomeadamente os tipos de plantas ou de animais consumidores de plantas que eles próprios consomem (AMBROSE *et al.*, 1997). Os dados dietéticos de referência (obtidos através da SIA em restos faunísticos) são um recurso fundamental para interpretar os valores estáveis de isótopos dietéticos humanos e foram desenvolvidos modelos para estimar a proporção de certos alimentos na dieta (CHEUNG e SZPAK, 2022).

Os rácios isotópicos podem ser quantificados no colagénio ósseo e dentário, assim como na queratina do cabelo e das unhas para estimar a proteína ingerida. Os valores de isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) são utilizados para identificar o consumo de plantas com diferentes vias fotossintéticas (C_3 , C_4 , CAM¹) e fontes alimentares de ecossistemas marinhos e terrestres (Fig. 1) (DENIRO e EPSTEIN, 1978; SCHOENINGER e DENIRO, 1984). Os rácios isotópicos de azoto ($\delta^{15}\text{N}$) e enxofre ($\delta^{34}\text{S}$) são utilizados para avaliar padrões de consumo alimentar marinho, terrestre e de água doce e, para os valores de $\delta^{15}\text{N}$, a proporção de plantas *versus* carne na dieta (DENIRO e EPSTEIN, 1981; SCHOENINGER e DENIRO, 1984).

Além do colagénio ósseo, também se pode analisar a parte mineral do osso. Alimentos pobres em proteína serão refletidos no colagénio apenas quando consumidos em proporções consideráveis; contudo, refletem-se na parte mineral do osso e do dente quando consumidos em pequenas quantidades (HARRISON e KATZENBERG, 2003). Assim, a análise dos isótopos estáveis de carbono a partir do mineral ósseo

¹ As plantas C_3 são assim designadas por fixarem carbono através de uma molécula com três átomos de carbono, enquanto nas plantas C_4 têm quatro átomos de carbono. As plantas designadas CAM (com Metabolismo Ácido das Crasuláceas) usam uma via metabólica para a síntese de carboidratos adaptada a condições áridas.

fornece informações paleodietéticas adicionais à análise dos isótopos estáveis do colagénio ósseo. Já análises proteómicas ao cálculo dentário, isto é, que permitam identificar proteínas aí presentes, podem fornecer importantes detalhes acerca dos alimentos consumidos, como, por exemplo, derivados do leite ou cereais (HENDY *et al.*, 2018).

Contudo, a aplicação da SIA permite estudar alterações em estratégias de subsistência em populações do passado, como, por exemplo, a intensificação do uso de fertilizantes nos campos de cultivo na Idade do Bronze (VARALLI *et al.*, 2021), as práticas de gestão dos animais (NAVARRETE *et*

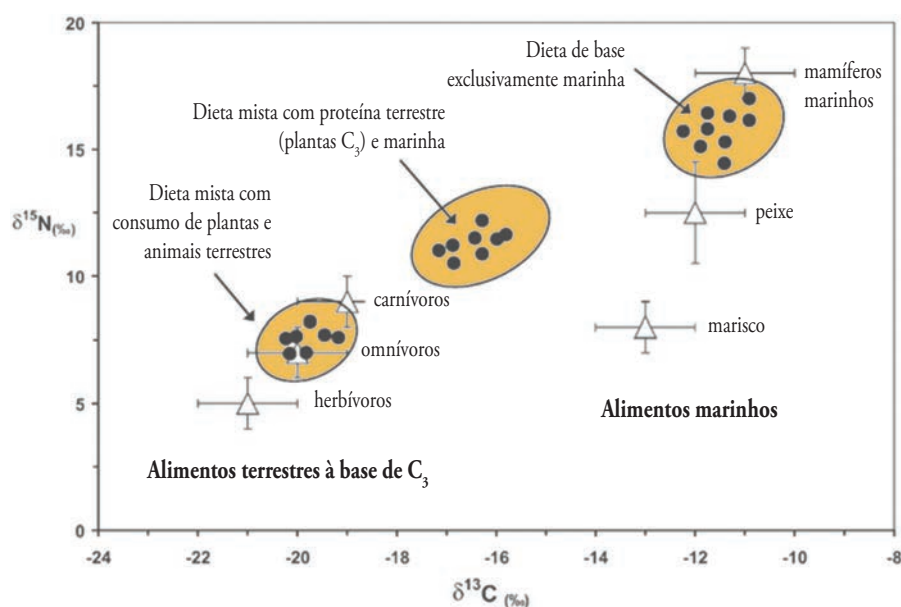


FIG. 1 – Exemplo de um gráfico típico de isótopos estáveis, exibindo as razões de isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) no eixo horizontal, e as razões de isótopos estáveis de azoto ($\delta^{15}\text{N}$) no eixo vertical. Os símbolos triangulares indicam valores característicos de isótopos estáveis de colagénio ósseo (± 1 desvio padrão) para redes alimentares terrestres e marinhas na Europa Noroeste temperada (RICHARDS, 2000 e MÜLDNER, 2018).

al., 2024), desigualdades no acesso a recursos alimentares na mesma população (LAI *et al.*, 2023), ou como a dieta pode afetar a suscetibilidade dos indivíduos a patologias infecciosas (CURTO, 2019; CURTO *et al.*, 2019). Os recentes avanços na SIA (CZERMAK *et al.*, 2020) permitem a comparação dos rácios de isótopos estáveis de segmentos dentários de um indivíduo, possibilitando reconstruir os padrões alimentares da sua infância, incluindo estimar a idade do desmame (TSUTAYA e YONEDA, 2015). Estes estudos fornecem novas perspetivas sobre os efeitos da dieta na infância em diferentes momentos da história de vida.

Para além da mais convencional análise de isótopos estáveis, a espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente e ablação a laser (LA-ICP-MS - *Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectro-*

metry) também pode ser bastante útil para estimar a dieta (GUEDE *et al.*, 2017) em populações do passado, principalmente acompanhada de outras metodologias. A LA-ICP-MS tem as vantagens de ser menos destrutiva e de permitir analisar esmalte e dentina.

Apesar das análises químicas serem uma importante ferramenta, também têm limitações. Em primeiro lugar, é um método destrutivo e, uma vez analisada a amostra, perdemos a informação sobre o osso ou dente. Portanto, um registo minucioso dos remanescentes deve ser realizado antes da análise química. Em segundo lugar, estas análises não reconstroem quantidades absolutas ou alimentos específicos consumidos. Além disso, representam o sinal químico da média do que foi consumido durante uma janela temporal, desde alguns meses, se estivermos a falar de dentes decíduos (ALQAHTANI, HECTOR e LIVERSIDGE, 2010), até aproximadamente 7 a 20 anos antes da morte do indivíduo, consoante se utilizem as costelas, para os humanos, ou os ossos longos, para os humanos e outros animais, na análise.

2.2. DESGASTE DENTÁRIO

Os dentes são as primeiras estruturas corporais envolvidas no processamento dos alimentos, devido à ação mecânica de os desfazer em pedaços mais pequenos, tornando-se assim elementos-chave para investigar os hábitos alimentares, tanto para humanos como para outros animais. O desgaste dentário pode ser analisado macroscopicamente ou microscopicamente sem ser necessário utilizar métodos destrutivos; contudo, a informação obtida é limitada à dureza dos materiais.

Macroscopicamente, podemos analisar o desgaste oclusal, ou seja, o desgaste causado por diferentes tipos de alimentos. FIORENZA *et al.* (2011), por exemplo, observaram padrões distintos de desgaste oclusal nos molares entre populações carnívoras e grupos com dietas mistas. Microscopicamente, as assinaturas de microrresistência dentária são constantemente sobrescritas e, como tal, são indicativas dos alimentos mastigados nas semanas ou meses anteriores à morte. Portanto, fornecem uma visão da dieta dentro deste período de tempo que antecede a morte (GRINE, 1986; TEAFORD e OYEN, 1989), e não de toda a vida do indivíduo, seja humano ou outro animal. O desgaste dentário pode ser também analisado em dentes decíduos para explorar a introdução de alimentos complementares durante o desmame (SCOTT e HALCROW, 2017).

Os avanços na microscopia eletrónica de varrimento (TEAFORD, 2007), análise topográfica e 3D (MAHONEY *et al.*, 2016; SCOTT *et al.*, 2006), e técnicas de imagem micro-CT² (SMITH e TAFFOREAU, 2008) têm fornecido novas formas de estudar os dentes (GREEN e CROFT,

2018; TEAFORD, 2007). Mais recentemente, o desgaste químico (erosão) também tem sido sugerido como uma forma separada de desgaste (COUPAL e SOŁTYSIAK, 2017) que pode ajudar a estimar a dieta, uma vez que certas dietas incluem muitos produtos alimentares ácidos (ZERO, 1996).

Contudo, é importante destacar que as técnicas de preparação dos alimentos alteram o seu impacto no desgaste dentário, tanto podendo reduzir como aumentar a abrasão, e que a maioria dos alimentos não é suficientemente abrasivo para deixar marcas nos dentes, mesmo que microscópicas (TEAFORD, 2007).

Cada vez mais surgem estudos que combinam várias metodologias com o desgaste dentário para melhor compreender a dieta no passado. MARDINI *et al.* (2023), por exemplo, combinaram o estudo de cáries dentárias e desgaste dentário oclusal; ESHED, GOPHER e HERSHKOVITZ (2006) analisaram desgaste dentário oclusal e indicadores de saúde oral; VEIGA-RILO, CORTIZAS e LÓPEZ-COSTAS (2024) utilizaram também SIA e observaram uma associação entre intenso desgaste dentário e o consumo de recursos marinhos e milhete.

2.3. OS VESTÍGIOS ARQUEOBOTÂNICOS

Os vestígios arqueobotânicos ajudam na identificação de recursos vegetais presentes na dieta de humanos e animais. Entre os vestígios vegetais podemos distinguir as sementes, os restos de frutos, as madeiras/carvões, as raízes, os tubérculos e as folhas (macrorrestos), que são visíveis a olho nu ou com o auxílio de microscópios estereoscópicos, e o pólen, os fitólitos, os esporos e os grãos de amido (microrrestos), que precisam de microscópios de alta resolução para a identificação.

A microscopia ótica continua a ser a técnica mais comum para a determinação taxonómica. No entanto, a utilização da microscopia eletrónica permite a observação de partes específicas da semente ou do fruto, podendo distinguir, por exemplo, espécies de cereais selvagens de formas domésticas (HARLAN, 1995; RENFREW, 1973). Outro tipo de análise que pode ser aplicada a sementes e frutos arqueológicos é a análise dos isótopos estáveis, que pode fornecer dados precisos sobre as condições ambientais, gestão agrícola, cadeia alimentar e preferências alimentares, entre outros (DONG *et al.*, 2022; FERRIO *et al.*, 2020).

2.4. CÁLCULO DENTÁRIO

O cálculo dentário é uma placa bacteriana mineralizada que se forma gradualmente ao longo do tempo e tem a capacidade de preservar vestígios dos alimentos consumidos. Esses vestígios podem incluir microfósseis de alimen-

² A microtomografia computadorizada (micro-CT) é uma técnica de imagem usada para examinar materiais em alta resolução. Utiliza raios X para criar imagens bidimensionais e tridimensionais de pequenas amostras. O processo envolve a captura de centenas de cortes transversais, que são digitalmente combinados para gerar uma visualização detalhada do interior das amostras, permitindo uma análise minuciosa da sua estrutura interna sem a necessidade de as cortar ou danificar.

tos, como partículas de amido de plantas, fragmentos de fibras vegetais, restos de pólen, esporos de fungos e plantas medicinais (GIMONDI *et al.*, 2018). Além disso, o cálculo dentário pode conter vestígios de proteínas de origem vegetal e animal consumidas na dieta, o que pode ajudar a identificar os tipos de cereal, carne ou produtos de origem animal consumidos (HENDY *et al.*, 2018), bem como os métodos de preparação dos alimentos. A presença de resíduos de carbonização ou de combustão no cálculo dentário também pode indicar o consumo de alimentos cozidos ou processados, independentemente da espécie em estudo (WESOLOWSKI *et al.*, 2010). Além disso, o estudo da microbiota, isto é, dos microrganismos presentes no cálculo dentário pode acrescentar informações valiosas sobre os padrões alimentares e as práticas de higiene oral das pessoas. Embora as análises de isótopos estáveis possam ser aplicadas ao cálculo dentário, é importante considerar que este é um biofilme bacteriano, e não um tecido humano. A bioquímica do cálculo dentário é complexa, mas pode tornar-se uma importante ferramenta no futuro (SALAZAR-GARCÍA *et al.*, 2023).

2.5. PALEOPARASITOLOGIA

A paleoparasitologia é outra ferramenta à nossa disposição para reconstruir os hábitos alimentares e métodos de preparação de alimentos (LE BAILLY *et al.*, 2021). A identificação de restos alimentares, (provenientes de coprólitos ou de amostras de solo recolhidas da zona abdominal dos esqueletos) como fibras, sementes, pólen, algas, ossos e pêlos de mamíferos, pode fornecer pistas sobre as técnicas de preparação, hábitos alimentares peculiares (SIANTO *et al.*, 2012) e consumo de plantas com propriedades anti-helmínticas, isto é, que eliminam os vermes intestinais ou dificultam o seu desenvolvimento (TEIXEIRA-SANTOS *et al.*, 2015), entre outros.

3. MOBILIDADE

O estudo da mobilidade das populações humanas e animais é um campo multidisciplinar que pode combinar Genética, Antropologia, Arqueologia e outras disciplinas científicas com o objetivo de compreender o movimento e a migração ao longo do tempo.

3.1. ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

A análise de isótopos estáveis, como o estrôncio ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), pode ajudar a identificar a origem geográfica dos indivíduos (BENTLEY, 2006). Os isótopos estáveis de estrôncio no esmalte dentário refletem a composição geológica da região onde um indivíduo viveu durante a sua infância, fornecendo informações sobre a migração se o seu esqueleto for encontrado num lugar com uma razão isotópica de estrôncio diferente, ou se amostras de tecidos formados mais tarde na vida, como o terceiro molar,

apresentarem uma composição isotópica diferente (HRNČÍŘ e LAFFOON, 2019). Nos humanos, os dentes permanentes começam a formar-se próximo do nascimento e o terceiro molar pode estar completamente formado por volta dos 23 anos (ALQAHTANI, HECTOR e LIVERSIDGE, 2010), proporcionando uma janela sobre a mobilidade destes indivíduos durante a sua juventude. Estas análises também podem ser usadas para estudar padrões de mobilidade por sexo, idade ou grupos familiares. A análise dos isótopos de estrôncio permite igualmente caracterizar a origem dos animais, para compreender as redes de troca, o comércio ou as zonas de captação dos rebanhos. Os isótopos de oxigénio ($\delta^{18}\text{O}$) no esmalte dentário também podem fornecer informações sobre a migração das populações a longa distância, já que a composição isotópica das fontes de água varia com a geografia (PEDERZANI e BRITTON, 2019). A espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente e ablação a laser (LA-MC-ICP-MS) também pode ser uma importante ferramenta para estudar a mobilidade (QUINN *et al.*, 2020) em janelas temporais durante a formação dos dentes, desde a gestação até ao início da vida adulta (ALQAHTANI, HECTOR e LIVERSIDGE, 2010).

3.2. ANÁLISE DE DNA

A análise de DNA extraído de restos humanos pode ajudar a reconstruir a história genética das populações antigas, incluindo parentesco, migração e interações populacionais. Os caracteres discretos (dentários, cranianos e pós-cranianos), como têm uma base genética subjacente, permitem inferir informações sobre a ancestralidade e origem geográfica das populações, ajudando a reconstruir padrões de migração e mobilidade (BUIKSTRA e UBELAKER, 1994). A aplicação de técnicas de morfometria geométrica tem facilitado uma análise abrangente das formas cranianas utilizando dados tridimensionais de coordenadas (SLICE e ROSS, 2009). A combinação de análises de isótopos estáveis e análises genéticas pode ser aplicada a diferentes contextos para melhor entender se as comunidades incluem indivíduos não locais, e se tendem a ser mais frequentemente homens ou mulheres (HAAK *et al.*, 2008).

3.3. ANÁLISE ARQUEOBOTÂNICA

No que concerne à identificação de madeiras e carvões arqueológicos, existem vários métodos utilizados para caracterizar os vestígios, a composição química e sua origem (MOOSAVINEJAD *et al.*, 2019; TRAORÉ, KAAL e CORTIZAS, 2016). Entre os métodos, destaca-se a microscopia ótica, o uso de Microscópios Eletrónicos de Varredura (SEM - *Scanning Electron Microscope*), a espectroscopia infravermelha com transformada de Fourier (FTIR - *Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) e a espectroscopia Raman, os estudos dendrocronológicos (RYBNÍČEK *et al.*, 2020), as análises de isótopos estáveis (HAJJ *et al.*, 2017), e aDNA (AKHMETZANOV *et al.*, 2020), para estabelecer a origem e idade dos vestígios arqueológicos de madeira.

4. SAÚDE

4.1. STRESS FISIOLÓGICO

O estudo do *stress* fisiológico em esqueletos humanos arqueológicos oferece uma perspectiva única para compreender as condições de vida passadas, especialmente durante a infância, período em que muitos indicadores esqueléticos se formam. Diversas metodologias podem ser empregadas nesses estudos, desde a observação macroscópica até técnicas mais avançadas, como a microscopia ótica e de varrimento ou a espectrometria. Esta abordagem interdisciplinar não apenas lança luz sobre a saúde e o bem-estar das pessoas em épocas passadas, mas também fornece *insights* valiosos sobre a adaptação humana ao longo do tempo e em diferentes contextos culturais.

As SIA também têm potencial para complementar o estudo da saúde no passado (REITSEMA, 2013; JAOUEN e PONS, 2017). O *stress* fisiológico pode aumentar os valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Fig. 2) nos tecidos ósseos humanos (OLSEN *et al.*, 2014; CURTO *et al.*, 2020), e um maior risco de mortalidade tem sido associado a níveis mais elevados de $\delta^{15}\text{N}$ e valores mais baixos de $\delta^{13}\text{C}$ (REDFERN *et al.*, 2019), provavelmente representando indivíduos com *stress* proteico. Outros estudos sugerem uma relação entre uma idade à morte precoce com níveis tróficos mais baixos (KINASTON e BUCKLEY, 2017). Indivíduos com sinais de infecções gene-

ralizadas apresentaram valores mais baixos de $\delta^{15}\text{N}$ do que aqueles sem lesões, o que pode estar relacionado com uma dieta mais pobre em proteína animal, refletindo também um estatuto socioeconômico mais baixo (CURTO *et al.*, 2019). Estes estudos ilustram a complexidade da relação entre os valores de isótopos estáveis e a saúde em restos esqueléticos arqueológicos.

As SIA que exploram fatores como a duração da amamentação e o momento do desmame, revelaram marcadores distintos nos tecidos esqueléticos, oferecendo conhecimentos valiosos sobre o *stress* fisiológico durante a transição da amamentação para os alimentos sólidos. Estes estudos (WALTER *et al.*, 2020) contribuíram significativamente para a nossa compreensão da nutrição na infância e as suas implicações duradouras para a saúde e o crescimento, permitindo discernir os efeitos de distúrbios de crescimento e *stress* no desenvolvimento em populações antigas. As hipoplasias do esmalte dentário são defeitos estruturais que afetam o esmalte dos dentes durante o desenvolvimento dentário e há vários métodos para estimar a idade em que ocorreram (DĄBROWSKI *et al.*, 2021). Estes indicadores de *stress* fisiológico podem ter diversas causas, incluindo deficiências nutricionais durante a infância, doenças infe-

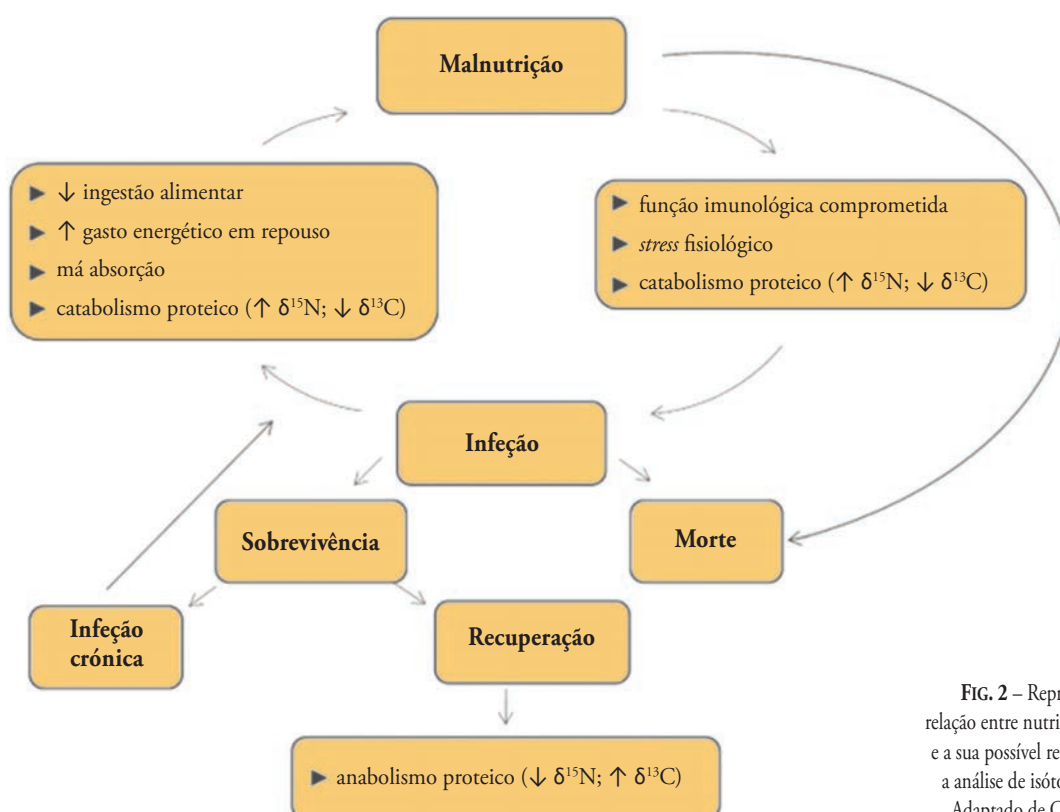


FIG. 2 – Representação da relação entre nutrição e infecção e a sua possível relevância para a análise de isótopos estáveis. Adaptado de CURTO, 2019.

ciosas ou exposição a toxinas durante o desenvolvimento dentário, e estão associados a uma menor longevidade (BOLDSEN, 2007). Um estudo conduzido por LORENTZ *et al.* (2021) identificou picos de frequências de hipoplasias aos 4, 9, 11 e 12 meses de idade, coincidindo com estágios de desenvolvimento que podem expor os indivíduos a uma carga aumentada de patógenos, lesões ou dieta inadequada. Isso sugere uma possível ligação entre a ocorrência desses marcos de desenvolvimento e problemas de saúde, destacando a necessidade de estatísticas padronizadas para explorar as diferenças entre populações em termos de *stress* relacionado à saúde pós-natal. O desmame também tem sido discutido como possivelmente refletido na idade da formação de hipoplasias do esmalte dentário (LEH - *Linear Enamel Hypoplasia*), especialmente quando se estima que ocorreu entre os 2 e os 4 anos de idade (MISZKIEWICZ, 2015).

4.2. PATOLOGIAS

A SIA também tem sido utilizada como complemento a estudos paleopatológicos (TEA *et al.*, 2021; STANTIS e KENDALL, 2022). Alguns exemplos provenientes de contextos arqueológicos são a estimativa da dieta de um indivíduo com doença celíaca³ (SCORRANO *et al.*, 2014), a comparação da dieta entre indivíduos com e sem lesões esqueléticas indicativas de patologias infecciosas (CURTO *et al.*, 2019) e em casos de sífilis (SALESSE *et al.*, 2019). Recentemente, foram também feitas melhorias na base de dados IsoArch (base de dados isotópicos georreferenciados de amostras bioarqueológicas) que permitem descrever condições anatômicas ou fisiológicas anormais, tanto em humanos como em outros animais, a nível amostral ou individual (SALESSE *et al.*, 2023).

A importância dos oligoelementos na estrutura e função dos ossos sugere que doenças que perturbam os processos ósseos normais podem alterar a composição química do esqueleto. Alguns estudos têm-se focado na exposição ao chumbo (SWANSTON *et al.*, 2018) e no uso medicinal do mercúrio na Europa medieval (PESSANHA *et al.*, 2016; RASMUSSEN *et al.*, 2008; WALSER *et al.*, 2019). Estudos multielementares têm investigado potenciais alterações elementares associadas à *cribra orbitalia* (KILBURN *et al.*, 2021), *cribra cranii* (GOMES, CATARINO e SANTOS, 2021), osteoartrite (NGANVONGPANIT, BUDDHACHAT e BROWN, 2016), osteoporose (ZDRAL *et al.*, 2021) e sífilis (KILBURN *et al.*, 2021). Já a espectroscopia de infravermelho transformada de Fourier (FTIR) tem sido utilizada para analisar massas calcificadas, como cálculos renais, encontradas em esqueletos ou múmias (JASKOWIEC *et al.*, 2017; OLLER *et al.*, 2021).

Várias técnicas têm também sido utilizadas em conjunto para melhor compreender processos patológicos e metabólicos.

Um exemplo desta abordagem foi através do mapeamento XRF (*X-ray fluorescence*), SIA e LA-ICP-MS em unhas de um tripulante da Expedição Franklin (século XIX). Foi possível identificar uma deficiência de zinco severa, possivelmente levando à imunossupressão e, em última instância, à tuberculose e à morte (CHRISTENSEN *et al.*, 2017). Este estudo fornece novos dados sobre o destino dos outros membros da tripulação, incluindo o papel que a dieta e a deficiência de zinco desempenharam nas vidas destes indivíduos.

Outro estudo utilizou SIA e ICP-MS em não adultos para melhor compreender a etiologia da *cribra orbitalia* (ZARINA *et al.*, 2016). Este estudo registou uma correlação entre a presença de *cribra orbitalia* e menores valores de ferro e de rácios de isótopos estáveis de azoto, fortalecendo as hipóteses anteriormente colocadas de que a presença de *cribra orbitalia* está relacionada com deficiências nutricionais.

Análises proteômicas e genéticas também contribuem grandemente para a nossa compreensão da saúde e relações evolutivas entre humanos e agentes patogénicos. O cálculo dentário tem um grande potencial para estas análises e nele já têm sido registados proteomas indicativos de tuberculose (BOROS-MAJOR *et al.*, 2011) e peste (BARBIERI *et al.*, 2017), por exemplo, ou mesmo sinais de respostas imunitárias (CORTHALS *et al.*, 2012).

4.3. PALEOPARASITOLOGIA

Cada vez mais, a Paleoparasitologia é reconhecida como um campo interdisciplinar dentro da Paleopatologia, que integra áreas como Palinologia, Arqueobotânica e Zooarqueologia, de modo a compreender as infeções parasitárias antigas e, assim, interpretar padrões de migração e evolução, bem como hábitos alimentares e estilos de vida (ARAÚJO *et al.*, 2008; REINHARD *et al.*, 2013).

Tendo como objetivo estudar a história natural dos parasitas através da recuperação dos seus vestígios preservados em contextos arqueológicos, a Paleoparasitologia incorpora técnicas como microscopia, imunoenaios, PCR (Proteína C Reativa), sequenciação direcionada e sequenciação de alto rendimento ou metagenómica *shotgun* (WISCOVITCH-RUSO, SANTIAGO-RODRIGUEZ e TORANZOS, 2023). Para tal analisam-se principalmente coprólitos ou amostras de solo provenientes da zona abdominal de esqueletos, onde se podem encontrar vestígios de parasitas, desde ovos, cistos, larvas ou outros vestígios que foram preservados ao longo do tempo (LE BAILLY *et al.*, 2021).

Como demonstrado pelos exemplos mencionados, a Arqueometria constitui uma ferramenta essencial no estudo dos remanescentes humanos e de outros animais. A Fig. 3 ilustra a vasta gama de informações que podem ser obtidas a partir de um único dente, empregando diversas técnicas analíticas.

³ Condição autoimune em que a ingestão de glúten provoca uma reação do sistema imunológico que danifica o revestimento do intestino delgado.

5. CONCLUSÃO

A Arqueometria desempenha um papel crucial na Bioarqueologia, proporcionando uma compreensão mais profunda das sociedades antigas através da análise de materiais biológicos provenientes de contextos arqueológicos. A interdisciplinaridade entre a Arqueometria e outras áreas do conhecimento, como a Antropologia, a Arqueozoologia e a Arqueobotânica, é fundamental para abordar questões complexas sobre a vida e cultura das comunidades do passado. Ao integrar métodos e técnicas de diversas disciplinas, a Bioarqueologia pode oferecer perspectivas inovadoras e holísticas sobre o nosso passado.

O futuro da Bioarqueologia depende da contínua colaboração interdisciplinar, da aplicação de tecnologias emergentes e da integração de abordagens teóricas inovadoras, proporcionando uma visão mais holística do passado humano e animal e das paisagens culturais em constante mudança.

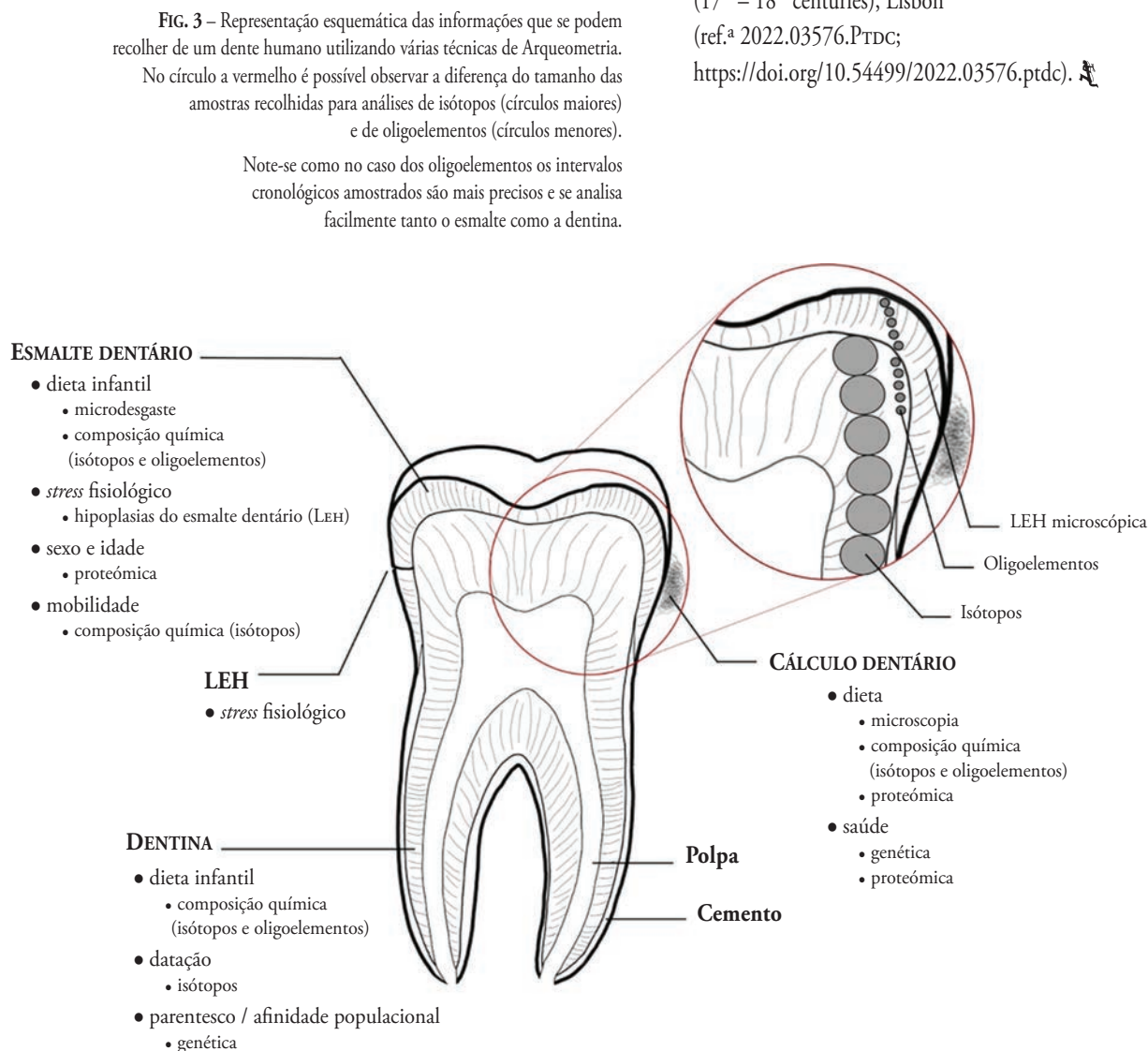
AGRADECIMENTOS

As autoras expressam a sua gratidão ao Grupo de Trabalho em Bioarqueologia Portuguesa e ao editor da revista *Al-Madan* pela iniciativa de criar este número especial dedicado à divulgação da Bioarqueologia em Portugal.

As autoras agradecem igualmente o apoio financeiro dos projetos UIDB/04449/2020 e UIDP/04449/2020, financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER).

Ana Curto é financiada pela FCT (ref.^a 2020.02110.CEECIND; <https://doi.org/10.54499/2020.02110.cecind/cp1593/ct0005>).

Este trabalho foi também financiado pela FCT no âmbito do projeto “INOSTEO: Interdisciplinary Approach to the Osteological Collection from the Military Hospital of St. George’s Castle (17th – 18th centuries), Lisbon” (ref.^a 2022.03576.PTDC; <https://doi.org/10.54499/2022.03576.ptdc>). 



REFERÊNCIAS

- AKHMETZIANOV, Linar *et al.* (2020) – “DNA of centuries-old timber can reveal its origin”. *Scientific Reports*. Springer Science. 10 (1): 20316. (<https://doi.org/10.1038/s41598-020-77387-2>).
- ALEXANDER BENTLEY, R. (2006) – “Strontium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: A review”. *Journal of Archaeological Method and Theory*. Springer Science. 13: 135-187. (<https://doi.org/10.1007/s10816-006-9009-x>)
- ALQAHTANI, Sakher J.; HECTOR, Mark P. e LIVERSIDGE, Helen M. (2010) – “Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 142 (3): 481-490. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.21258>).
- AMBROSE, Stanley H. *et al.* (1997) – “Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 104 (3): 343-361. (<https://tinyurl.com/bdfsfksp>).
- ARAÚJO, Adauto *et al.* (2008) – “Parasites as probes for prehistoric human migrations”. *Trends in Parasitology*. Elsevier. 24 (3): 112-115. (<https://doi.org/10.1016/j.pt.2007.11.007>).
- BARBIERI, Rémi *et al.* (2017) – “Paleoproteomics of the dental pulp: the plague paradigm”. *PLOS ONE*. Public Library of Science. 12 (7): e0180552. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180552>).
- BENTLEY, Alex (2006) – “Kinship and mobility during the prehistoric spread of farming: Isotope evidence from the skeletons”. *General Anthropology*. Wiley. 13 (1): 1-10. (<https://doi.org/10.1525/ga.2006.13.1.1.2>).
- BLANCHETTE, Robert A. (2000) – “A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments”. *International Biodeterioration & Biodegradation*. Elsevier. 46 (3): 189-204. ([https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(00\)00077-9](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(00)00077-9)).
- BOLDSÉN, Jesper L. (2007) – “Early childhood stress and adult age mortality: a study of dental enamel hypoplasia in the medieval Danish village of Tirup”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 132 (1): 59-66. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.20467>).
- BOROS-MAJOR, Anita *et al.* (2011) – “New perspectives in biomolecular paleopathology of ancient tuberculosis: a proteomic approach”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 38 (1): 197-201. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.008>).
- BUKSTRA, Jane E. e UBELAKER, Douglas H. (eds.) (1994) – *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains*. Fayetteville: Arkansas Archaeological Survey.
- CHEUNG, Christina e SZPAK, Paul (2022) – “Interpreting past human diets using stable isotope mixing models: best practices for data acquisition”. *Journal of Archaeological Method and Theory*. Springer Science. 29: 138-161. (<https://doi.org/10.1007/s10816-021-09514-w>).
- CHRISTENSEN, Jennie R. *et al.* (2017) – “Hartnell’s time machine: 170-year-old nails reveal severe zinc deficiency played a greater role than lead in the demise of the Franklin Expedition”. *Journal of Archaeological Science: Reports*. Elsevier. 16: 430-440. (<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.042>).
- CORTHALS, Angélique *et al.* (2012) – “Detecting the immune system response of a 500 year-old Inca mummy”. *PLOS ONE*. Public Library of Science. 7 (7): e41244. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041244>).
- COUPAL, Isabelle e SOETYSIAK, Arkadiusz (2017) – “Dental erosion in archaeological human remains: A critical review of literature and proposal of a differential diagnosis protocol”. *Archives of Oral Biology*. Elsevier. 84: 50-57. (<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.09.011>).
- CURTO, Ana (2019) – *The impact of diet and health on bone stable isotope ratios: a comparative study*. PhD Thesis. University of Kent (United Kingdom). (<https://kar.kent.ac.uk/76859/>).
- CURTO, Ana *et al.* (2019) – “Diet and disease in Tomar, Portugal: Comparing stable carbon and nitrogen isotope ratios between skeletons with and without signs of infectious disease”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 105: 59-69. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.03.005>).
- CURTO, Ana *et al.* (2020) – “Effect of different healing stages on stable isotope ratios in skeletal lesions”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 171 (2): 285-297. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.23958>).
- CZERMAK, Andrea *et al.* (2020) – “A guide for an anatomically sensitive dentine microsampling and age-alignment approach for human teeth isotopic sequences”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 173 (4): 776-783. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.24126>).
- DĄBROWSKI, Paweł *et al.* (2021) – “Estimation of age at onset of linear enamel hypoplasia. New calculation tool, description and comparison of current methods”. *Journal of Anatomy*. Wiley. 239 (4): 920-931. (<https://doi.org/10.1111/joa.13462>).
- DENIRO, Michael J. e EPSTEIN, Samuel (1978) – “Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals”. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Elsevier. 42 (5): 495-506. ([https://doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)).
- DONG, Yu *et al.* (2022) – “The potential of stable carbon and nitrogen isotope analysis of foxtail and broomcorn millets for investigating ancient farming systems”. *Frontiers in Plant Science*. Frontiers Media. 13: 1018312. (<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1018312>).
- ESHED, Vered; GOPHER, Avi e HERSHKOVITZ, Israel (2006) – “Tooth wear and dental pathology at the advent of agriculture: new evidence from the Levant”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 130 (2): 145-159. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.20362>).
- FERRIO, Juan P. *et al.* (2020) – “Chapter Three. Stable carbon isotopes in archaeological plant remains”. In MONTENARI, Michael (ed.). *Carbon Isotope Stratigraphy*. Newcastle: Keele University, pp. 107-145 (*Stratigraphy & Timescales*, 5). (<https://doi.org/10.1016/bs.sats.2020.08.008>).
- FIORINZA, Luca *et al.* (2011) – “Molar microwear reveals Neanderthal eco-geographic dietary variation”. *PLOS ONE*. Public Library of Science. 6 (3): e14769. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014769>).
- GISMONDI, Angelo *et al.* (2018) – “Dental calculus reveals diet habits and medicinal plant use in the Early Medieval Italian population of Colonna”. *Journal of Archaeological Science: Reports*. Elsevier. 20: 556-564. (<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.05.023>).
- GOMES, Ricardo A.; CATARINO, Lídia e SANTOS, Ana Luísa (2021) – “Anemia, cribra cranii and elemental composition using portable X-ray fluorescence: A study in individuals from the Coimbra Identified Osteological Collections”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 136: 105514. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105514>).
- GREEN, Jeremy L. e CROFT, Darin A. (2018) – “Using Dental Mesowear and Microwear for Dietary Inference: A Review of Current Techniques and Applications”. In CROFT, Darin; SU, Denise e SIMPSON, Scott W. (eds.). *Methods in Paleocology*. Springer International Publishing, pp. 53-73 (*Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series*). (https://doi.org/10.1007/978-3-319-94265-0_5).
- GREIG, James (1989) – *Archaeobotany*. Strasbourg: European Science Foundation (*Handbooks for Archaeologists*).
- GRINE, Frederick E. (1986) – “Dental evidence for dietary differences in Australopithecus and Paranthropus: a quantitative analysis of permanent molar microwear”. *Journal of Human Evolution*. Elsevier. 15 (8): 783-822. ([https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(86\)80010-0](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(86)80010-0)).
- GUEDE, Irazzu *et al.* (2017) – “Analyses of human dentine and tooth enamel by laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) to study the diet of medieval Muslim individuals from Tauste (Spain)”. *Microchemical Journal*. Elsevier. 130: 287-294. (<https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.10.005>).
- HAAK, Wolfgang *et al.* (2008) – “Ancient DNA, Strontium isotopes, and osteological analyses shed light on social and kinship organization of the Later Stone Age”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 105 (47): 18226-18231. (<https://doi.org/10.1073/pnas.0807592105>).

- HAIJ, Fadi *et al.* (2017) – “Radiogenic and ‘stable’ strontium isotopes in provenance studies: a review and first results on archaeological wood from shipwrecks”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 86: 24-49. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.09.005>).
- HARLAN, Jack R. (1995) – *The Living Fields: Our Agricultural Heritage*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HARRISON, Roman G. e KATZENBERG, M. Anne (2003) – “Paleodiet studies using stable carbon isotopes from bone apatite and collagen: examples from Southern Ontario and San Nicolas Island, California”. *Journal of Anthropological Archaeology*. Elsevier. 22 (3): 227-244. ([https://doi.org/10.1016/S0278-4165\(03\)00037-0](https://doi.org/10.1016/S0278-4165(03)00037-0)).
- HENDY, Jessica *et al.* (2018) – “Proteomic evidence of dietary sources in ancient dental calculus”. *Proceedings of the Royal Society. B: Biological Sciences*. The Royal Society. 285 (1883): 20180977. (<https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0977>).
- HRNČÍŘ, Václav e LAFFOON, Jason E. (2019) – “Childhood mobility revealed by strontium isotope analysis: A review of the multiple tooth sampling approach”. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Springer Science. 11: 5301-5316. (<https://doi.org/10.1007/s12520-019-00868-7>).
- JAOUEN, Klervia e PONS, Marie-Laure (2017) – “Potential of non-traditional isotope studies for bioarchaeology”. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Springer Science. 9 (7): 1389-1404. (<https://doi.org/10.1007/s12520-016-0426-9>).
- JASKOWIEC, Thomas C. *et al.* (2017) – “No stone unturned: The presence of kidney stones in a skeleton from 19th century Peoria, Illinois”. *International Journal of Paleopathology*. Elsevier. 19: 18-23. (<https://doi.org/10.1016/j.ijspp.2017.08.004>).
- KILBURN, Naomi N. *et al.* (2021) – “Assessing pathological conditions in archaeological bone using portable X-ray fluorescence (pXRF)”. *Journal of Archaeological Science: Reports*. Elsevier. 37: 102980. (<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102980>).
- KINASTON, Rebecca L. e BUCKLEY, Hallie R. (2017) – “Isotopic insights into diet and health at the site of Namu, Taumako Island, Southeast Solomon Islands”. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Springer Science. 9 (7): 1405-1420. (<https://doi.org/10.1007/s12520-016-0440-y>).
- LAI, Luca *et al.* (2023) – “An isotopic investigation on diet and inequality: The human remains from Ganni (Sardinia, 3rd millennium BC)”. *Journal of Archaeological Science: Reports*. Elsevier. 51: 104143. (<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104143>).
- LE BAILLY, Matthieu *et al.* (2021) – “Accessing Ancient Population Lifeways through the Study of Gastrointestinal Parasites: Paleoparasitology”. *Applied Sciences*. MDPI AG. 11 (11): 4868. (<https://doi.org/10.3390/app11114868>).
- LORENTZ, Kírsi O. *et al.* (2021) – “First permanent molars with accentuated line patterns: Assessment of childhood health in an urban complex of the fifth millennium before the present”. *Archives of Oral Biology*. Elsevier. 123: 104969. (<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104969>).
- MAHONEY, Patrick *et al.* (2016) – “Deciduous enamel 3D microwear texture analysis as an indicator of childhood diet in medieval Canterbury, England”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 66: 128-136. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.01.007>).
- MARDINI, Mahmoud *et al.* (2023) – “Dental disease and dietary patterns in coastal Phoenicia during the Roman period”. *International Journal of Osteoarchaeology*. Wiley. 33 (6): 1006-1017. (<https://doi.org/10.1002/oa.3246>).
- MISZKIEWICZ, Justyna J. (2015) – “Linear enamel hypoplasia and age-at-death at medieval (11th-16th Centuries) St. Gregory's Priory and Cemetery, Canterbury, UK”. *International Journal of Osteoarchaeology*. Wiley. 25 (1): 79-87. (<https://doi.org/10.1002/oa.2265>).
- MOOSAVINEJAD, Seyed M. *et al.* (2019) – “Evaluation of degradation in chemical compounds of wood in historical buildings using FT-IR and FT-Raman vibrational spectroscopy”. *Maderas. Ciencia y Tecnología*. Universidad del Bío Bío. 21 (3): 381-392. (<https://tinyurl.com/3skpm6f>).
- MÜLDNER, Gundula (2018) – “Investigating medieval diet and society by stable isotope analysis of human bone”. In GILCHRIST, Riberta e REYNOLDS, Andrew (eds.). *Reflections: 50 Years of Medieval Archaeology, 1957-2007*. London / New York: Routledge, pp. 327-346.
- NAVARRETE, Vanessa *et al.* (2017) – “Feeding management strategies among the early Neolithic pigs in the NE of the Iberian Peninsula”. *International Journal of Osteoarchaeology*. Wiley. 27 (5): 839-852. (<https://doi.org/10.1002/oa.2598>).
- NAVARRETE, Vanessa *et al.* (2024) – “Integrative approaches to the study of animal management practices during the Neolithic of South Iberian Peninsula: the case of El Toro cave (Antequera, Málaga, Spain)”. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Springer Science. 16 (1): 21. (<https://doi.org/10.1007/s12520-023-01926-x>).
- NEHLICH, Olaf (2015) – “The application of sulphur isotope analyses in archaeological research: A review”. *Earth-Science Reviews*. Elsevier. 142: 1-17. (<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.12.002>).
- NGANVONGPANIT, Korakot; BUDDHACHAT, Kittisak e BROWN, Janine L. (2016) – “Comparison of bone tissue elements between normal and osteoarthritic pelvic bones in dogs”. *Biological Trace Element Research*. Springer Science. 171: 344-353. (<https://doi.org/10.1007/s12011-015-0556-4>).
- OLLER, Núria A. *et al.* (2021) – “A urinary stone from the early medieval site of Riner, Catalonia”. *International Journal of Paleopathology*. Elsevier. 34: 197-200. (<https://doi.org/10.1016/j.ijspp.2021.07.006>).
- OLSEN, Karyn C. *et al.* (2014) – “Intraskeletal isotopic compositions ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) of bone collagen: nonpathological and pathological variation”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 153 (4): 598-604. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.22459>).
- PEDERZANI, Sarah e BRITTON, Kate (2019) – “Oxygen isotopes in bioarchaeology: Principles and applications, challenges and opportunities”. *Earth-Science Reviews*. Elsevier. 188: 77-107. (<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.11.005>).
- PESSANHA, Sofia *et al.* (2016) – “Quantitative analysis of human remains from 18th-19th centuries using X-ray fluorescence techniques: The mysterious high content of mercury in hair”. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. Elsevier. 33: 26-30. (<https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2015.08.004>).
- QUINN, Rhonda L. *et al.* (2020) – “From the Piedmont to the Coast: LA-ICP-MS $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ evidence for short-term, long-distance mobility in the American Southeast”. *Archaeometry*. Wiley. 62 (5): 1009-1027. (<https://doi.org/10.1111/arc.12576>).
- RASMUSSEN, Kaare L. *et al.* (2008) – “Mercury levels in Danish Medieval human bones”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 35 (8): 2295-2306. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.03.003>).
- REDFERN, Rebecca C. *et al.* (2019) – “A new method for investigating the relationship between diet and mortality: hazard analysis using dietary isotopes”. *Annals of Human Biology*. Informa UK Limited. 46 (5): 378-387. (<https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1662484>).
- REINHARD, Karl J. *et al.* (2013) – “Food, parasites, and epidemiological transitions: a broad perspective”. *International Journal of Paleopathology*. Elsevier. 3 (3): 150-157. (<https://doi.org/10.1016/j.ijspp.2013.05.003>).
- REITSEMA, Laurie J. (2013) – “Beyond diet reconstruction: stable isotope applications to human physiology, health, and nutrition”. *American Journal of Human Biology*. Wiley. 25 (4): 445-456. (<https://doi.org/10.1002/ajhb.22398>).
- RENFREW, Jane M. (1973) – *Palaeoethnobotany: The Prehistoric Food Plants of the Near East and Europe*. New York: Columbia University Press.
- RICHARDS, Michael (2000) – “Stable isotope analysis in archaeology: a short introduction”. *The Archaeologist*. 38: 19-20.
- RYBNÍČEK, Michal *et al.* (2020) – “World's oldest dendrochronologically dated archaeological wood construction”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 115: 105082. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105082>).

- SALAZAR-GARCÍA, Domingo C. *et al.* (2023) – “The Potential of Dental Calculus as a Novel Source of Biological Isotopic Data”. In BEASLEY, Melanie e SOMERVILLE, Andrew (eds.). *Exploring Human Behavior Through Isotope Analysis: Applications in Archaeological Research*. Springer International Publishing, pp. 125-152. (https://doi.org/10.1007/978-3-031-32268-6_6).
- SALESSE, Kevin *et al.* (2019) – “An isotopic case study of individuals with syphilis from the pathological-anatomical reference collection of the national museum in Prague (Czech Republic, 19th century AD)”. *International Journal of Paleopathology*. Elsevier. 25: 46-55. (<https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2019.04.001>).
- SALESSE, Kevin *et al.* (2023) – “Leveraging IsoArch for isotope paleopathology: The example of the dataset from the Jedlička collection (Central Europe, 19th century CE)”. *Data in Brief*. Elsevier. 51: 109523. (<https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109523>).
- SCHOENINGER, Margaret J. e DENIRO, Michael J. (1984) – “Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals”. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Elsevier. 48 (4): 625-639. ([https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90091-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90091-7)).
- SCORRANO, Gabriele *et al.* (2014) – “Paleodiet reconstruction in a woman with probable celiac disease: A stable isotope analysis of Bone remains from the Archaeological site of Cosa (Italy)”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 154 (3): 349-356. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.22517>).
- SCOTT, Rachel M. e HALCROW, S. E. (2017) – “Investigating weaning using dental microwear analysis: A review”. *Journal of Archaeological Science: Reports*. Elsevier. 11: 1-11. (<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.026>).
- SCOTT, Robert S. *et al.* (2006) – “Dental microwear texture analysis: technical considerations”. *Journal of Human Evolution*. Elsevier. 51 (4): 339-349. (<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2006.04.006>).
- SIANTO, Luciana *et al.* (2012) – “Eating lizards: a millenary habit evidenced by Paleoparasitology”. *BMC Research Notes*. Springer Science. 5: 586. (<https://doi.org/10.1186/1756-0500-5-586>).
- SLICE, Dennis E. e ROSS, Ann (2009) – “3D-ID: Geometric morphometric classification of crania for forensic scientists”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106: 2124-2129. (<https://tinyurl.com/57dmd57>).
- SMITH, Tanya M. e TAFFOREAU, Paul (2008) – “New visions of dental tissue research: tooth development, chemistry, and structure”. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*. Wiley. 17 (5): 213-226. (<https://doi.org/10.1002/evan.20176>).
- STANTIS, Chris e KENDALL, Ellen J. (2022) – “Isotopes in Paleopathology”. In GRAUER, Anne L. (ed.). *The Routledge Handbook of Paleopathology*. London: Routledge, pp. 118-135.
- SWANSTON, Treena *et al.* (2018) – “Franklin expedition lead exposure: New insights from high resolution confocal x-ray fluorescence imaging of skeletal microstructure”. *PLOS ONE*. Public Library of Science. 13 (8): e0202983. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202983>).
- TEA, Illa *et al.* (2021) – “Stable isotope abundance and fractionation in human diseases”. *Metabolites*. MDPI Ag. 11 (6): 370. (<https://doi.org/10.3390/metabo11060370>).
- TEAFORD, Mark F. (2007) – “Dental microwear and paleoanthropology: cautions and possibilities”. In BAILEY, Shara E. e HUBLIN, Jean-Jacques (eds.). *Dental perspectives on human evolution: State of the art research in dental paleoanthropology*. Springer Netherlands, pp. 345-368 (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series). (https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5845-5_23).
- TEAFORD, Mark F. e OYEN, Ordean J. (1989) – “In vivo and in vitro turnover in dental microwear”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 80 (4): 447-460. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.1330800405>).
- TEIXEIRA-SANTOS, Isabel *et al.* (2015) – “The evidence of medicinal plants in human sediments from Forna do Estrago prehistoric site, Pernambuco State, Brazil”. *Quaternary International*. Elsevier. 377: 112-117. (<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.01.019>).
- TRAORÉ, Mohamed; KAAL, Joeri e CORTIZAS, Antonio M. (2016) – “Application of FTIR spectroscopy to the characterization of archeological wood”. *Spectrochimica Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. Elsevier. 153: 63-70. (<https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.07.108>).
- TSUTAYA, Takumi e YONEDA, Minoru (2015) – “Reconstruction of breastfeeding and weaning practices using stable isotope and trace element analyses: A review”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 156 (S59): 2-21. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.22657>).
- VARALLI, Alessandra *et al.* (2021) – “Bronze Age innovations and impact on human diet: A multi-isotopic and multi-proxy study of western Switzerland”. *PLOS ONE*. Public Library of Science. 16 (1): e0245726. (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245726>).
- VEIGA-RILO, Clara; CORTIZAS, Antonio M. e LÓPEZ-COSTAS, Olalla (2024) – “Biting into the truth: Connecting oral pathology and stable isotopes through the paradigmatic example of a hyper-specialized marine diet in Medieval Pontevedra (NW Iberia)”. *Archaeological and Anthropological Sciences*. Springer Science. 16: 49. (<https://doi.org/10.1007/s12520-024-01956-z>).
- WALSER III, Joe W. *et al.* (2019) – “Volcanoes, medicine, and monasticism: investigating mercury exposure in medieval Iceland”. *International Journal of Osteoarchaeology*. Wiley. 29 (1): 48-61. (<https://doi.org/10.1002/oa.2712>).
- WALTER, Brittany S. *et al.* (2020) – “Assessment of nutritional stress in famine burials using stable isotope analysis”. *American Journal of Physical Anthropology*. Wiley. 172 (2): 214-226. (<https://doi.org/10.1002/ajpa.24054>).
- WESOŁOWSKI, Verónica *et al.* (2010) – “Evaluating microfossil content of dental calculus from Brazilian sambaquis”. *Journal of Archaeological Science*. Elsevier. 37 (6): 1326-1338. (<https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.12.037>).
- WISCOVITCH-RUSO, Rosana A.; SANTIAGO-RODRIGUEZ, Tasha M. e TORANZOS, Gary A. (2023) – “Deciphering Diets and Lifestyles of Prehistoric Humans through Paleoparasitology: A Review”. *Genes*. MDPI Ag. 14 (2): 303. (<https://doi.org/10.3390/genes14020303>).
- ZARINA, Gunita *et al.* (2016) – “Cribra orbitalia as a potential indicator of childhood stress: Evidence from paleopathology, stable C, N, and O isotopes, and trace element concentrations in children from a 17th-18th century cemetery in Jekabpils, Latvia”. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. Elsevier. 38: 131-137. (<https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.05.008>).
- ZDRAL, Sofia *et al.* (2021) – “Elemental composition in female dry femora using portable X-ray fluorescence (pXRF): Association with age and osteoporosis”. *Calcified Tissue International*. Springer Science. 109: 231-240. (<https://doi.org/10.1007/s00223-021-00840-5>).
- ZERO, Domenick T. (1996) – “Etiology of dental erosion - extrinsic factors”. *European Journal of Oral Sciences*. Wiley. 104 (2): 162-177. (<https://tinyurl.com/5n79kdvd>).

[todas as ligações à Internet apresentadas estavam activas em 2024-10-05]