

## Análises destrutivas de remanescentes ósseos/odontológicos humanos e salvaguarda digital

Ricardo Miguel GODINHO<sup>142</sup>

Cidália DUARTE<sup>143</sup>

### Resumo

As análises de, por exemplo, ADN, isótopos estáveis e histologia têm sido fundamentais para o conhecimento da nossa história populacional, dieta, mobilidade e práticas funerárias. Porém, são destrutivas e implicam a perda de material insubstituível, inviabilizando estudos subsequentes. Embora a importância dessas técnicas seja inquestionável, devemos mitigar as perdas associadas. Para esse efeito podemos recorrer à digitalização dos espécimes para preservar informação morfológica destruída e usar depósitos digitais que viabilizem o acesso dos investigadores a estes materiais. Acresce que a utilização de outras ferramentas digitais viabiliza análises que proporcionam informação acerca de, por exemplo, história populacional e função mecânica. Propõe-se, assim, a elaboração de um protocolo para salvaguarda digital de espécimes submetidos a análises destrutivas.

**Palavras chave:** Antropologia biológica; Antropologia Virtual; Arqueologia; Digitalização

### Abstract

DNA, stable isotope and histological analyses have provided critical data for understanding our past population history, diet, mobility and funerary behaviour. Notwithstanding, such techniques are destructive, cause irreparable loss of specimens and preclude further analyses. Although the relevance of those approaches is unquestionable, their destructive consequences should be mitigated. To that end, sampled specimens should be digitized to ensure preservation of morphological information and online repositories can be used to enable access to such digitizations. Furthermore, digital models enable the use of other detailed digital analyses that

---

<sup>142</sup> [ricardomiguelgodinho@gmail.com](mailto:ricardomiguelgodinho@gmail.com). ORCID: 0000-0003-0107-9577. Interdisciplinary Center for Archaeology and Evolution of Human Behaviour (ICArHEB), University of Algarve, Faculdade das Ciências Humanas e Sociais, Universidade do Algarve, Campus Gambelas, 8005-139, Faro, Portugal

<sup>143</sup> [cduarte@culturante.gov.pt](mailto:cduarte@culturante.gov.pt). Direção Regional de Cultura do Norte

enhance our understanding of, e.g., population history and mechanical function. Thus, it is proposed that a digital safeguard protocol is created and implemented to mitigate the consequences of destructive sampling.

**Keywords:** Biological Anthropology; Virtual Anthropology; Archaeology; Digitization

## Introdução

A Arqueologia (e, concomitantemente, a Antropologia Biológica) atravessa uma revolução técnica e de conhecimento alicerçada em técnicas que expandem decisivamente o nosso conhecimento sobre o passado humano (Kristiansen, 2014). Nesse contexto, as análises de ADN e de isótopos estáveis (conjuntamente com outras técnicas) abriram novas fronteiras de conhecimento acerca de questões primordiais para Arqueologia e a Antropologia Biológica, incluindo a nossa história populacional, dieta, mobilidade e práticas funerárias.

Especificamente, os estudos de ADN têm sido decisivos para, por exemplo, a compreensão da nossa história evolutiva e das dinâmicas e migrações populacionais na pré-história recente. Após longo debate sobre a origem e a relação de *Homo sapiens* e outras populações (o termo população é deliberadamente usado em sentido lato para evitar o debate sobre o conceito de espécie em paleoantropologia, questão que transcende o objectivo deste texto) *hominíneas* (Wolpoff *et al.* 2000), os estudos baseados em ADN mitocondrial e nuclear (conjuntamente com estudos morfológicos e datações por radiocarbono) demonstraram cabalmente que *H. sapiens* teve origem em África há cerca de 300 mil anos, tendo posteriormente migrado para a Eurásia (Cann *et al.* 1987, Hublin *et al.* 2017, Skoglund e Mathieson, 2018; Bergström *et al.* 2021). Aí cruzou-se várias vezes com neandertais, tendo esses cruzamentos deixado uma componente neandertal de 1-3% no ADN de humanos euroasiáticos actuais (Green *et al.* 2010; Fu *et al.* 2015; Hajdinjak *et al.* 2021). A presença de ADN Denisoviano em proporções variáveis inferiores a 3,5% em populações actuais da Oceânia, de várias regiões asiáticas e nativos americanos evidencia que também terão ocorrido cruzamentos (provavelmente na Ásia há cerca de 45 – 55 mil anos) entre *H. sapiens* e Denisovianos (Bergström, Stringer *et al.* 2021).

Outra temática para a qual os estudos de ADN contribuíram decisivamente é a origem e disseminação da agricultura na Europa e na Península Ibérica em particular. É claro

que a domesticação de plantas e animais surgiu no médio oriente onde originou uma economia agro-pastoril, tendo esta sido difundida subsequentemente pela Europa através de populações que migraram por duas rotas principais: através do Danúbio para o interior da Europa Central e da costa Norte do mediterrâneo eventualmente chegando à Península Ibérica (Haak *et al.* 2015; Olalde *et al.* 2015; Hofmanová *et al.* 2016). Na Península Ibérica, as claras diferenças genéticas entre as populações caçadoras-recolectoras autóctones e as primeiras populações Neolíticas revelam, assim, que o Neolítico foi introduzido por populações migratórias (Martiniano *et al.* 2017; Olalde *et al.* 2019). Porém, a presença de uma componente genética das populações caçadoras-recolectoras em fases e populações subsequentes reflecte o cruzamento entre as populações migratórias e as populações autóctones (Martiniano, Cassidy *et al.* 2017; Olalde, Mallick *et al.* 2019).

Estudos de isótopos estáveis têm também contribuído decisivamente para a compreensão das alterações de dieta associadas a esta transição do Mesolítico para o Neolítico (Lubell *et al.* 1994; Richards *et al.* 2003b; Richards *et al.* 2003a; Fernández-López de Pablo *et al.* 2013; Salazar-García *et al.* 2014; Salazar-García *et al.* 2018; Cubas *et al.* 2019). A dieta Mesolítica na Península Ibérica caracteriza-se por ser muito diversificada e com uma proporção significativa dos alimentos de origem marinha, encontrando-se esta diversidade relacionada com a exploração de múltiplos nichos ecológicos e ambientes (Umbelino *et al.* 2007; Cubas, Peyroteo-Stjerna *et al.* 2019). A transição para o Neolítico caracteriza-se por uma dieta substancialmente menos variada e dominada maioritariamente por alimentos de origem terrestre (Lubell, Jackes *et al.* 1994; Cubas, Peyroteo-Stjerna *et al.* 2019). Apesar desta tendência geral, há evidências de indivíduos no Mesolítico de regiões mais interiores terem consumido, expectavelmente, dietas dominadas por alimentos de origem terrestre (Fernández-López de Pablo, Salazar-García *et al.* 2013; Salazar-García, Aura *et al.* 2014).

Por outro lado, os isótopos estáveis têm também contribuído para a compreensão da mobilidade das populações, por exemplo, pré-históricas (Schulting e Richards 2001; Carvalho *et al.* 2016; Carvalho *et al.* 2019, Valera *et al.* 2020). Valera, Žalaitė *et al.* (2020) compararam o sinal isotópico de mobilidade de indivíduos do Neolítico Final – Calcolítico depositados funerariamente no complexo de recintos dos Perdigões (Reguengos de Monsaraz) com indivíduos coevos de monumentos funerários da mesma região. Como o sítio dos Perdigões tem vindo a ser interpretado como um possível centro de agregação de populações de diferentes regiões testou-se a hipótese

de o sinal isotópico de mobilidade dos indivíduos dos Perdigões ser mais abrangente que o dos outros sítios que não são interpretados como centros de agregação. Os resultados de Valera, Žalaitė *et al.* (2020) confirmam maior frequência de indivíduos não locais nos Perdigões do que nos outros sítios, suportando a hipótese dos Perdigões serem um centro de agregação de populações com origens geográficas diversas.

Por fim, a análise histológica dentária e óssea tem proporcionado informação sobre, por exemplo, estimativa da idade à morte (Fitzgerald e Rose 2008; Booth 2020), stress fisiológico (FitzGerald e Saunders 2005; Guatelli-Steinberg, 2015; Lorentz *et al.* 2019) e tratamento funerário (Pearson *et al.* 2005; Booth 2020; Booth e Brück 2020). Relativamente à aplicação da histologia óssea à análise do comportamento funerário, por exemplo, Booth *et al.* (2015) usaram secções de ossos para analisar microscopicamente as alterações das microestruturas ósseas causadas por acção bacteriana (bioerosão) em esqueletos da Idade do Bronze da Grã-Bretanha. Verificaram que os padrões de bioerosão encontrados em vários espécimes são típicos daqueles presentes em múmias. Estes resultados sugerem uma prática da mumificação mais disseminada que o previamente julgado.

Esta pequena amostra de exemplos reitera claramente a importância dos estudos de ADN, isótopos e histologia. Porém, a amostragem destas técnicas (assim como noutras não abordadas) é intrusiva e resulta na inevitável destruição de espécimes preciosos que são irremediavelmente perdidos. São, consequentemente inviabilizados estudos subsequentes, devendo sempre ponderar-se a relevância dos estudos a realizar para não destruir espécimes preciosos desnecessariamente (Trinkaus, 2018). É, assim, imperativo proceder à salvaguarda dos espécimes usados nestas análises utilizando técnicas que permitam mitigar a sua perda. As diversas técnicas de digitalização tridimensional permitem registar a morfologia (superficial ou volumetricamente) dos espécimes com resoluções de até ~6 milésimas de milímetro (microns,  $\mu m$ ). Nas próximas secções apresentam-se, assim, diversos modos de digitalização e discutem-se as possíveis aplicações dos modelos digitais gerados.

### **Modos de digitalização**

Há várias técnicas que permitem a digitalização bidimensional e tridimensional de espécimes e que, assim, preservam informação morfológica perdida nos processos de amostragem destrutiva. As técnicas bidimensionais incluem, por exemplo, fotos e

radiografias, mas representam estruturas tridimensionais em duas dimensões implicando uma inevitável perda de informação (Zelditch *et al.* 2012) que, na maioria dos casos, é extremamente relevante. Focamos, assim, apenas técnicas de digitalização tridimensional. Naturalmente, a selecção da técnica dependerá de múltiplos factores, incluindo as características dos espécimes, as potenciais análises subsequentes e os recursos disponíveis.

Os **digitalizadores de contacto** (por exemplo, Microscribe) requerem, como o nome indica, contacto directo entre o digitalizador e o espécime para digitalização de um conjunto de pontos específicos escolhidos pelo utilizador. Após estacionamento e registo da posição do digitalizador, a posição da ponta do digitalizador é conhecida permitindo, assim, a captura de coordenadas tridimensionais dos pontos seleccionados (Weber e Bookstein, 2011). Embora a recolha exaustiva (sistemática ou aleatória) de pontos permita a digitalização relativamente completa de espécimes, é pouco prática e requer muito tempo (Weber e Bookstein, 2011). Para esse efeito, actualmente utilizam-se digitalizadores de superfície sem contacto ou a fotogrametria.

A **fotogrametria** baseia-se em conjuntos de fotos para gerar superfícies tridimensionais integrais. É, assim, uma técnica de digitalização relativamente barata que requer uma câmara digital, uma mesa rotativa, iluminação para garantir a qualidade das fotos e software especializado. Para produção de modelos 3D a fotogrametria necessita de fotos capturadas sistematicamente de vários ângulos e que se sobreponham entre si. Após a recolha fotográfica segue-se um processo de tratamento digital que utiliza o software especializado e envolve vários estágios, incluindo remoção do fundo e alinhamento das fotos, produção de nuvem de pontos e, por fim, produção da superfície. O resultado final são superfícies tridimensionais dos espécimes que, embora apresentem limitações em análises de elevadíssimo detalhe (Silvester e Hillson, 2020), podem potencialmente replicar os resultados de digitalizadores de superfícies de gama alta e que podem integrar informação acerca da textura/cor dos espécimes (Katz e Friess 2014; Fau *et al.* 2016). Porém, a qualidade dos modelos depende directamente da qualidade das fotos recolhidas. Consequentemente, fotos com qualidade insuficiente (por exemplo, desfocadas) podem comprometer a produção dos modelos e, por vezes, tais erros são detectados apenas aquando da produção dos modelos e não durante a aquisição das fotos. Este é um constrangimento que deve ser considerado em casos em que dificilmente se pode visitar e redigitalizar o espécime (por exemplo, visitas a instituições estrangeiras). Os digitalizadores de

superfície permitem a visualização imediata dos resultados e, consequentemente, ultrapassar tais constrangimentos.

Os **digitalizadores de superfície** sem contacto são tipicamente de **laser ou luz estruturada** e permitem a digitalização integral dos espécimes. Há vários modelos portáteis que podem ser alimentados por baterias externas e assim ser usados, inclusivamente, ao ar livre. Actualmente são bastante rápidos e permitem a digitalização integral de espécimes em poucos minutos com resoluções até sub-milimétricas (isto é, a distância entre os pontos adquiridos é inferior a 1 mm.). Para digitalizar a superfície, é adquirida uma nuvem de pontos em que estes são posteriormente ligados entre si, gerando um elevado número de triângulos/polígonos que, conjuntamente, formam a superfície. Para esse efeito, basicamente, os digitalizadores projectam uma radiação (luz ou laser) sobre o espécime a digitalizar. Essa radiação é reflectida e/ou deformada pela topografia da superfície do espécime. Detectores nos digitalizadores capturam a reflexão e/ou deformação da radiação, o que, conciliado com cálculo trigonométrico, permite estimar a localização espacial de cada um dos pontos digitalizados e assim reproduzir digitalmente a forma dos espécimes (Weber e Bookstein, 2011). Para além da forma, alguns digitalizadores de superfície também adquirem informação sobre a textura/cor dos espécimes (Weber e Bookstein, 2011). Nestes casos, as digitalizações também contêm este tipo de informação. Não obstante, a informação morfológica capturada cinge-se às superfícies digitalizadas. Ou seja, é capturada apenas informação externa e nenhuma sobre as estruturas internas (Figura 1). Para captura de informação externa e interna deverão ser usadas digitalizações volumétricas, como a Tomografia Axial Computorizada (TAC), a micro-TAC ( $\mu$ TAC) ou a ressonância magnética (MRI)

A **ressonância magnética** permite a digitalização volumétrica de espécimes, e consequentemente a sua visualização e análise tridimensional. Embora apresente excelentes resultados na visualização de tecidos moles é, quando comparada à TAC e à  $\mu$ TAC, pouco eficiente para a visualização e subsequente análise de tecidos duros. Consequentemente, para análise osteológica e odontológica, é preferível o uso da TAC/ $\mu$ TAC.

A **TAC** recorre a tomógrafos que estão localizados tipicamente em hospitais e/ou clínicas veterinárias. Consequentemente, para digitalização de espécimes através desta tecnologia é necessário transportá-los a instituições que disponham deste tipo de

equipamento. Não obstante este constrangimento logístico, a TAC tem a grande vantagem de digitalizar integralmente o volume; ou seja, digitaliza as estruturas externas e internas. Isto permite a visualização e análise de estruturas como, por exemplo o labirinto acústico (Le Maître *et al.* 2017; Ponce de León *et al.* 2018; Cárdenas-Serna e Jeffery, 2022) e os seios paranasais (Butaric e Maddux, 2016; Godinho e O'Higgins, 2018; Buck *et al.* 2019). Para esse efeito, o tomógrafo projecta raios X que são atenuados pelos corpos digitalizados e capturados por sensores localizados em posição diametralmente oposta. A projecção dos raios X é realizada por vários emissores e de várias perspectivas. A atenuação dos raios X depende directamente da densidade dos materiais digitalizados e reflecte-se nos valores ao longo de uma escala de cinzentos que representam áreas específicas do espécime (por exemplo, materiais com densidades mais elevadas, como o esmalte, têm valores mais altos e materiais com uma densidade mais baixa, como a dentina, têm valores mais baixos). O resultado final da TAC é um conjunto de secções em que cada uma é uma matriz de X por Y elementos (píxeis), em que cada pixel representa uma área específica do volume digitalizado. As secções permitem, assim, visualizar o interior dos espécimes e, quando reconstruídas conjuntamente, a reconstrução tridimensional do espécime (Hofer, 2010). Comparativamente às digitalizações de superfície têm a vantagem de permitir a visualização e análise de estruturas internas e externas (Figura 1), mas não adquirirem informação sobre a textura/cor dos espécimes. Acresce que as resoluções das TACs convencionais são tipicamente até ~0,3 mm por pixel. Embora esta resolução seja adequada para estudos de macro-morfologia é, porém, insuficiente para estudos de estruturas de pequena dimensão como, por exemplo, o osso trabecular ou a superfície da dentina. Para esse efeito são necessárias digitalizações volumétricas de maior resolução espacial, como a  $\mu$ TAC.

A  $\mu$ TAC tem os mesmos princípios que a TAC médica/convencional (projecção de raios X que são atenuados pelos corpos digitalizados e que permitem assim a sua representação tridimensional volumétrica; Figura 1) mas com resoluções espaciais substancialmente mais elevadas (podem atingir ~6 microns, isto é, 6 milésimas de milímetro). Estas elevadíssimas resoluções têm, contudo, custos computacionais associados relevantes. Por exemplo, a digitalização de uma mandíbula com TAC convencional pode ter ~250 MB (com resolução de ~0,5 mm.) e a  $\mu$ TAC de um dente pode facilmente atingir ~7 GB ou bastante mais (com resoluções de ~20  $\mu$ m., aumentando com resoluções mais elevadas). Para além do espaço de armazenamento

necessário, estas resoluções implicam capacidades computacionais muito elevadas para processamento de informação, visualização dos espécimes e análises subsequentes. Em contrapartida, tais resoluções permitem estudos extremamente detalhados subsequentes sobre, por exemplo, morfologia do osso trabecular (Chirchir *et al.* 2015; Chirchir *et al.* 2017) ou da superfície da dentina (Liu *et al.* 2010; Xiao *et al.* 2014; Sarig *et al.* 2016; Weber *et al.* 2016; Yong *et al.* 2018; Zanolli *et al.* 2018; Zanolli *et al.* 2019).

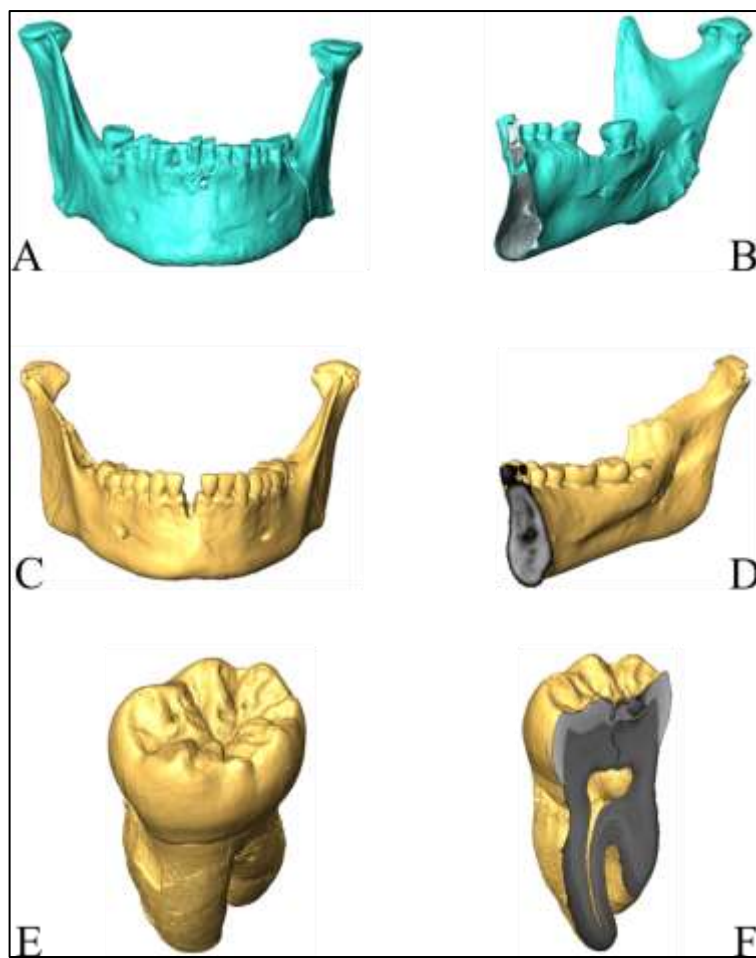


Figura 1: Exemplos de digitalização de superfície (A, B), TAC (C, D) e  $\mu$ TAC (E, F). A coluna da esquerda apresenta vistas de superfície (A, C, E) e a coluna da direita vistas de superfície com visualização simultânea de secções (B, D, F). Note-se que a visualização seccional da digitalização de superfície (B) não disponibiliza qualquer informação do interior do espécime, enquanto a TAC (D) e  $\mu$ TAC (F) disponibilizam informação da morfologia interna dos espécimes. Note-se, igualmente, a diferença de resolução entre a TAC (D) e a  $\mu$ TAC (F).

### Salvaguarda digital. E depois?

Como descrito, os diversos modos de digitalização permitem a salvaguarda digital de espécimes sob a forma de superfícies ou volumes com resoluções potencialmente elevadíssimas. Porém, para que servem tais modelos? Justificam-se as digitalizações?



Em que podem ser usadas? Proporcionam-nos informação que enriqueça o nosso conhecimento sobre os indivíduos e, consequentemente, as populações digitalizadas?

Há uma miríade de estudos, que podem ser agrupados no contexto da antropologia virtual, que nos demonstram claramente que a análise osteológica e/ou odontológica digital enriquece o nosso conhecimento das populações passadas (O'Higgins *et al.* 2019; Godinho e Gonçalves, 2020). Tais estudos baseados em modelos digitais têm focado, por exemplo, o restauro de espécimes incompletos/distorcidos, o erro associado à reconstrução e os benefícios do aumento do número de espécimes devido à inclusão de espécimes que seriam excluídos por se encontrarem incompletos (Gunz *et al.* 2009; Neeser *et al.* 2009; Benazzi *et al.* 2011; Arbour e Brown, 2014; Benazzi *et al.* 2014; Godinho e O'Higgins, 2017; Godinho *et al.* 2020), as consequências de alterações induzidas termicamente no tamanho dos dentes (Godinho *et al.* 2019), a relação entre morfologia das costelas e respiração (García-Martínez *et al.* 2018; Bastir *et al.* 2015; Bastir *et al.* 2017; García-Martínez *et al.* 2017; García-Martínez *et al.* 2018a; García-Martínez *et al.* 2018b), a relação entre forma craniana e função mastigatória (Strait *et al.* 2009; Strait *et al.* 2010; Ledogar *et al.* 2016; Godinho *et al.* 2017; Ledogar *et al.* 2017; Godinho *et al.* 2018a; Godinho e O'Higgins, 2018; Godinho *et al.* 2018b), o efeito da transição Mesolítico-Neolítico na morfologia craniana e mandibular (Galland *et al.* 2016; Katz *et al.* 2017; May *et al.* 2018; Pokhojaev *et al.* 2019; Godinho *et al.* 2022), alterações na mobilidade e subseqüentes alterações na morfologia seccional dos ossos longos e do osso trabecular (Chirchir, Kivell *et al.* 2015; Ruff *et al.* 2015; Chirchir, Ruff *et al.* 2017).

Apesar da multiplicidade de estudos e aplicações de modelos 3D de remanescentes ósseos/odontológicos (dos quais os estudos referidos acima são apenas uma pequena amostra), a amostragem para estudos de ADN e de isótopos estáveis, actualmente, incidem particularmente sobre dentes e a pirâmide petrosa do osso temporal (Sandberg *et al.* 2014; Pinhasi *et al.* 2015; Hansen *et al.* 2017; Martiniano, Cassidy *et al.* 2017; Sirak *et al.* 2017; Czermak *et al.* 2018; Fernández-Crespo *et al.* 2018; Margaryan *et al.* 2018, Olalde, Mallick *et al.* 2019; Czermak *et al.* 2020; Fernández-Crespo *et al.* 2020; Valera, Žalaitė *et al.* 2020). Consequentemente, é frequente haver crânios com labirintos acústicos e vários dentes destruídos por estes processos de amostragem. Esta destruição acarreta perda de informação e inviabilização de estudos como os que referimos de seguida para exemplificar o tipo de análises que podem ser realizadas com base em digitalizações de espécimes.

A  $\mu$ TAC possibilita a análise quantitativa de diversas estruturas dentárias, incluindo a recolha de medidas que não seriam mensuráveis sem recurso a esta técnica (p.e., área da superfície da dentina, volume dos diferentes tecidos dentários, etc.). Não obstante, estudos prévios que não utilizaram digitalizações volumétricas haviam já documentado que o tamanho proporcional dos tecidos dentários covaria com o sexo, demonstrando que estas diferenças odontométricas podem ser usadas para estimar o sexo (Schwartz e Dean, 2005). Porém o estudo de Schwartz e Dean (2005) baseia-se na análise microscópica de secções de dentes, o que, inevitavelmente, requer o seu corte e destruição. Alternativamente, há outros estudos que usaram  $\mu$ TAC de dentes e demonstraram que há diferenças intersexuais em várias dimensões dentárias, incluindo o tamanho proporcional dos diferentes tecidos dentários (García-Campos *et al.* 2018; Sorenti *et al.* 2019, Fernée *et al.* 2021).

Para além da relação com sexo, a morfologia dentária está fortemente relacionada com o genótipo e a história populacional (Scott e Turner, 2008; Hubbard *et al.* 2015; Irish *et al.* 2020). Consequentemente, os dentes têm vindo a ser usados em estudos morfológicos métricos e não métricos de proximidade biológica entre populações (Hanihara e Ishida, 2005; Irish, 2016; Irish *et al.* 2017). Consistentemente, a morfometria geométrica tem, mais recentemente, sido usada para analisar a morfologia dentária e história populacional inter e intraespecífica (Liu, Clarke *et al.* 2010; Xiao, Bae *et al.* 2014; Sarig, Gopher *et al.* 2016; Weber, Fornai *et al.* 2016; Yong, Ranjitkar *et al.* 2018; Zanolli, Pan *et al.* 2018; Zanolli, Kullmer *et al.* 2019). Por exemplo, Yong, Ranjitkar *et al.* (2018) usaram morfometria geométrica para comparar a morfologia tridimensional da superfície externa do esmalte dentário dos primeiros e segundos pré-molares superiores e inferiores entre Australianos indígenas e Australianos com ancestralidade Europeia. Como expectável, encontraram diferenças entre as duas populações (Scott *et al.* 2018); porém necessitaram de apenas um dente por indivíduo para este tipo de análise (as análises foram realizadas individualmente para cada dente). Embora a análise de Yong, Ranjitkar *et al.* (2018) tenha incidido sobre a superfície do esmalte, níveis de desgaste dentário relativamente reduzidos podem ser suficientes para introduzir alterações na morfologia do esmalte e, consequentemente, impossibilitar ou introduzir ruído nas análises (Monson *et al.* 2020). Para ultrapassar esse problema, e considerando a forte relação entre a morfologia da superfície do esmalte e da dentina (Morita *et al.* 2014; Guy *et al.* 2015; Morita, 2016), podem usar-se  $\mu$ TACs que permitem a segmentação dos diferentes tecidos dentários e analisar a superfície da dentina (Le

Luyer *et al.* 2016; Monson, Fecker *et al.* 2020; Gamarra *et al.* 2022). Gamarra, Lozano *et al.* (2022) usaram a superfície da dentina e o contorno cervical dos dentes para comparar a morfologia dentária de diversas populações ibéricas do Neolítico final até à Idade do Bronze. Semelhanças morfológicas entre diversas populações são sugestivas de proximidade biológica entre essas populações, e diferenças verificadas numa das populações sugere algum isolamento dessa população relativamente às outras.

A morfologia do labirinto acústico é fortemente constrangida por factores funcionais (locomção e audição) e consequentemente tem sido usada para analisar variabilidade intra e inter-específica (Lebrun *et al.* 2010; Le Maître, Schuetz *et al.* 2017). Acresce que está definida aproximadamente aquando do nascimento, é pouco influenciada por factores extrínsecos (pré e pós-natais), está fortemente relacionada com marcadores genéticos neutrais e, portanto, com história populacional (Jeffery e Spoor, 2004; Ponce de León, Koesbardiati *et al.* 2018; Trinkaus, 2018; Cárdenas-Serna e Jeffery, 2022). Ponce de León, Koesbardiati *et al.* (2018) usaram morfometria geométrica para comparar a morfologia do labirinto acústico de populações de diferentes continentes. Verificaram que as diferenças interpopulacionais são reduzidas comparativamente às diferenças intrapopulacionais e que aumentam com a distância geográfica. Estes dados são consistentes com as análises genéticas e demonstram o potencial da morfologia do labirinto acústico para análise da história populacional.

## Conclusão

O desenvolvimento tecnológico trouxe claros benefícios à Antropologia Biológica e à Arqueologia, revolucionando o nosso conhecimento sobre vários aspectos paleobiológicos e culturais das populações passadas (Kristiansen, 2014). Nesse contexto, novas técnicas como as análises de ADN e isótopos têm contribuído decisivamente para essa explosão de conhecimento. Porém, pela natureza da sua amostragem, requerem a destruição parcial, ou por vezes integral, de espécimes preciosos que são, assim, irremediavelmente perdidos. Para mitigar essas perdas devem usar-se técnicas de digitalização. Claramente, não retêm toda a informação perdida, mas conservam informação morfológica sob a forma de modelos 3D que pode ser usada para análises subsequentes. É, assim, proposto que os espécimes sujeitos a processos de amostragem destrutiva sejam digitalizados previamente para garantir a sua salvaguarda digital. A técnica de digitalização deverá, naturalmente, ser adaptada

às características dos espécimes. Porém, a  $\mu$ TAC deverá ser usada preferencialmente porque digitaliza o exterior e o interior dos espécimes a resoluções altíssimas, permitindo, assim, estudos subsequentes de macro e micro-morfologia (ver acima).

Apesar deste manuscrito focar especificamente a importância da digitalização como forma de salvaguardar digitalmente espécimes submetidos a processos de amostragem destrutiva, a digitalização poderá ser usada de forma mais abrangente e, inclusivamente, como forma de salvaguarda preventiva. Efectivamente, o Conselho Europeu, através de iniciativas como a Agenda Digital, reconhece a importância da preservação do património através da digitalização. Recomenda, igualmente, a disponibilização on-line das digitalizações para fins, não só profissionais (nos quais se inclui a investigação), mas também educativos e recreativos (Comissão Europeia 2006, Comissão Europeia 2011). Desta perspectiva mais abrangente, a digitalização preventiva é inclusivamente benéfica porque permite (i) o acesso a cópias digitais dos espécimes, reduzindo drasticamente o seu manuseamento directo e contribuindo assim para a sua preservação (Betts *et al.* 2011; Errickson, 2017; Godinho e Gonçalves, 2020), (ii) a salvaguarda espécimes de eventuais catástrofes como o incêndio ocorrido no Museu Nacional do Brasil, onde foi destruído irremediavelmente um acervo de ~20 milhões de espécimes (Cunha, 2018; Kury *et al.* 2018; França, 2019; Silva, 2019).

## Agradecimentos

RM Godinho é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT; referência de contrato 2020.00499.CEECIND).

## Bibliografia

- ARBOUR, Jessica H.; BROWN, Caleb M. (2014) – Incomplete specimens in geometric morphometric analyses. *Methods in Ecology and Evolution*. 5:1, p. 16-26.
- BASTIR, Markus; GARCÍA-MARTÍNEZ, Daniel; ESTALRRICH, Almudena; GARCÍA-TABERNERO, Antonio; HUGUET, Rosa; RÍOS, Luis; BARASH, Alon; RECHEIS, Wolfgang; DE LA RASILLA, Marco; ROSAS, Antonio (2015) – The relevance of the first ribs of the el sidrón site (asturias, spain) for the understanding of the neandertal thorax. *Journal of Human Evolution*. 80, p. 64-73.

- BASTIR, Markus; GARCÍA MARTÍNEZ, Daniel; RIOS, Luis; HIGUERO, Antonio; BARASH, Alon; MARTELLI, Sandra; GARCÍA TABERNERO, Antonio; ESTALRRICH, Almudena; HUGUET, Rosa; DE LA RASILLA, Marco; ROSAS, Antonio (2017) – Three-dimensional morphometrics of thoracic vertebrae in neandertals and the fossil evidence from el sidrón (asturias, northern spain). *Journal of Human Evolution*. 108, p. 47-61.
- BENAZZI, S.; BOOKSTEIN, F. L.; STRAIT, D. S.; WEBER, G. W. (2011) – A new oh5 reconstruction with an assessment of its uncertainty. *Journal of Human Evolution*. 61:1, p. 75-88.
- BENAZZI, Stefano; GRUPPIONI, Giorgio; STRAIT, David S.; HUBLIN, Jean-Jacques (2014) – Technical note: Virtual reconstruction of knm-er 1813 homo habilis cranium. *American Journal of Physical Anthropology*. 153:1, p. 154-160.
- BERGSTRÖM, Anders; STRINGER, Chris; HAJDINJAK, Mateja; SCERRI, Eleanor M. L.; SKOGLUND, Pontus (2021) – Origins of modern human ancestry. *Nature*. 590:7845, p. 229-237.
- BETTS, Matthew W.; MASCHNER, Herbert D. G.; SCHOU, Corey D.; SCHLADER, Robert; HOLMES, Jonathan; CLEMENT, Nicholas; SMUIN, Michael (2011) – Virtual zooarchaeology: Building a web-based reference collection of northern vertebrates for archaeofaunal research and education. *Journal of Archaeological Science*. 38:4, p. 755.e751-755.e759.
- BOOTH, Thomas J. (2020) – Using bone histology to identify stillborn infants in the archaeological record. In R. Gowland, S. Halcrows eds. – The mother-infant nexus in anthropology: Small beginnings, significant outcomes. *Cham: Springer International Publishing*. p. 193-209.
- BOOTH, Thomas J.; BRÜCK, Joanna (2020) – Death is not the end: Radiocarbon and histo-taphonomic evidence for the curation and excarnation of human remains in bronze age britain. *Antiquity*. p. 1-18.
- BOOTH, Thomas J.; CHAMBERLAIN, Andrew T.; PEARSON, Mike Parker (2015) – Mummification in bronze age britain. *Antiquity*. 89:347, p. 1155-1173.
- BUCK, LT; STRINGER, CB; MACLARNON, AM; RAE, TC (2019) – Variation in paranasal pneumatization between mid-late pleistocene hominins. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*. 31, p. 14-33.
- BUTARIC, Lauren N.; MADDUX, Scott D. (2016) – Morphological covariation between the maxillary sinus and midfacial skeleton among sub-saharan and

- circumpolar modern humans. *American Journal of Physical Anthropology*. 160:3, p. 483-497.
- CANN, Rebecca L.; STONEKING, Mark; WILSON, Allan C. (1987) – Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature*. 325:6099, p. 31-36.
- CÁRDENAS-SERNA, Marcela; JEFFERY, Nathan (2022) – Human semicircular canal form: Ontogenetic changes and variation of shape and size. 240:3, p. 541-555.
- CARVALHO, António Faustino; ALVES-CARDOSO, Francisca; GONÇALVES, David; GRANJA, Raquel; CARDOSO, João Luís; DEAN, Rebecca M.; GIBAJA, Juan Francisco; MASUCCI, Maria A.; ARROYO-PARDO, Eduardo; FERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, Eva; PETCHEY, Fiona; DOUGLAS PRICE, T.; MATEUS, José Eduardo; QUEIROZ, Paula Fernanda; CALLAPEZ, Pedro; PIMENTA, Carlos; REGALA, Frederico T. (2016) – The bom santo cave (lisbon, portugal): Catchment, diet, and patterns of mobility of a middle neolithic population. *European Journal of Archaeology*. 19:2, p. 187-214.
- CARVALHO, António Faustino; GONÇALVES, David; DÍAZ-ZORITA BONILLA, Marta; VALENTE, Maria João (2019) – Multi-isotope approaches to the neolithic cemetery-cave of bom santo (lisbon): New data and comparisons with fourth millennium bc populations from central-southern portugal. *Archaeological and Anthropological Sciences*.
- CHIRCHIR, Habiba; KIVELL, Tracy L.; RUFF, Christopher B.; HUBLIN, Jean-Jacques; CARLSON, Kristian J.; ZIPFEL, Bernhard; RICHMOND, Brian G. (2015) – Recent origin of low trabecular bone density in modern humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112:2, p. 366-371.
- CHIRCHIR, Habiba; RUFF, Christopher B.; JUNNO, Juho-Antti; POTTS, Richard (2017) – Low trabecular bone density in recent sedentary modern humans. *American Journal of Physical Anthropology*. 162:3, p. e23138.
- CUBAS, Miriam; PEYROTEO-STJERNA, Rita; FONTANALS-COLL, Maria; LLORENTE-RODRÍGUEZ, Laura; LUCQUIN, Alexandre; CRAIG, Oliver Edward; COLONESE, André Carlo (2019) – Long-term dietary change in atlantic and mediterranean iberia with the introduction of agriculture: A stable isotope perspective. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 11:8, p. 3825-3836.
- CUNHA, Murilo Bastos da (2018) – Um museu em chamas: O caso do museu nacional do rio de janeiro. *Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação*. 12:1, p. 1-3.
- CZERMAK, Andrea; FERNÁNDEZ-CRESPO, Teresa; DITCHFIELD, Peter W.; LEE-THORP, Julia A. (2020) – *A guide for an anatomically sensitive dentine*

- microsampling and age-alignment approach for human teeth isotopic sequences*. 173:4, p. 776-783.
- CZERMAK, Andrea; SCHERMELLEH, Lothar; LEE-THORP, Julia (2018) – Imaging-assisted time-resolved dentine sampling to track weaning histories. *International Journal of Osteoarchaeology*. 0:ja.
- COMISSÃO EUROPEIA (2006) – Conclusões do conselho sobre a digitalização e a acessibilidade em linha de material cultural e a preservação digital. *Jornal Oficial da União Europeia*. p. 297/201 - 297/205.
- COMISSÃO EUROPEIA (2011) – Recomendação da comissão de 27 de outubro de 2011 sobre a digitalização e a acessibilidade de material cultural e a preservação digital. *Jornal Oficial da União Europeia*. p. 1725-2482.
- ERRICKSON, David (2017) – Shedding light on skeletal remains: The use of structured light scanning for 3d archiving. In D. Errickson, T. Thompsons eds. – *Human remains: Another dimension*. London: Academic Press p. 93-101.
- FAU, Marine; CORNETTE, Raphaël; HOUSSAYE, Alexandra (2016) – Photogrammetry for 3d digitizing bones of mounted skeletons: Potential and limits. *Comptes Rendus Palevol*. 15:8, p. 968-977.
- FERNÁNDEZ-CRESPO, T.; CZERMAK, A.; LEE-THORP, J. A.; SCHULTING, R. J. (2018) – *Infant and childhood diet at the passage tomb of alto de la huesera (north-central iberia) from bone collagen and sequential dentine isotope composition*. 28:5, p. 542-551.
- FERNÁNDEZ-CRESPO, T.; SNOECK, C.; ORDOÑO, J.; DE WINTER, N. J.; CZERMAK, A.; MATTIELLI, N.; LEE-THORP, J. A.; SCHULTING, R. J. (2020) – Multi-isotope evidence for the emergence of cultural alterity in late neolithic europe. *Science Advances*, 6:4, p. eaay2169.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ DE PABLO, Javier; SALAZAR-GARCÍA, Domingo C.; SUBIRÀ-GALDACANO, María Eulàlia; ROCA DE TOGORES, Consuelo; GÓMEZ-PUCHE, Magdalena; RICHARDS, Mike P.; ESQUEMBRE-BEBIÁ, Marco A. (2013) – Late mesolithic burials at casa corona (villena, spain): Direct radiocarbon and palaeodietary evidence of the last forager populations in eastern iberia. *Journal of Archaeological Science*. 40:1, p. 671-680.
- FERNÉE, Christianne; ZAKRZEWSKI, Sonia; ROBSON BROWN, Kate (2021) – *Dimorphism in dental tissues: Sex differences in archaeological individuals for multiple tooth types*. 175:1, p. 106-127.

- FITZGERALD, Charles M. ; ROSE, Jerome C. (2008) – Reading between the lines: Dental development and subadult age assessment using the microstructural growth markers of teeth. In M. A. Katzenberg, S. R. Saunders eds. – *Biological anthropology of the human skeleton*. p. 237-263.
- FITZGERALD, Charles M.; SAUNDERS, Shelley R. (2005) – *Test of histological methods of determining chronology of accentuated striae in deciduous teeth*. 127:3, p. 277-290.
- FRANÇA, Bianca (2019) – *Acervos etnográficos do museu nacional: Preservação digital como sugestão pós incêndio*.
- FU, Qiaomei; HAJDINJAK, Mateja; MOLDOVAN, Oana Teodora; CONSTANTIN, Silviu; MALLICK, Swapan; SKOGLUND, Pontus; PATTERSON, Nick; ROHLAND, Nadin; LAZARIDIS, Iosif; NICKEL, Birgit; VIOLA, Bence; PRUFER, Kay; MEYER, Matthias; KELSO, Janet; REICH, David; PAABO, Svante (2015) – An early modern human from romania with a recent neanderthal ancestor. *Nature*. advance online publication.
- GALLAND, Manon; VAN GERVEN, Denis P.; VON CRAMON-TAUBADEL, Noreen; PINHASI, Ron (2016) – 11,000 years of craniofacial and mandibular variation in lower nubia. *Scientific Reports*. 6, p. 31040.
- GAMARRA, Beatriz; LOZANO, Marina; DEL BOVE, Antonietta; SUBIRÀ, M. Eulàlia; EDO, Manuel; CASTELLANA, Concepció; VERGÈS, Josep Maria; MORALES, Juan Ignacio; CEBRIÀ, Artur; OMS, F. Xavier; TORNERO, Carlos; GÓMEZ-BACH, Anna (2022) – Identifying biological affinities of holocene northern iberian populations through the inner structures of the upper first molars. *Archaeological and Anthropological Sciences*. 14:3, p. 38.
- GARCÍA-CAMPOS, Cecilia; MARTINÓN-TORRES, María; MARTÍN-FRANCÉS, Laura; MARTÍNEZ DE PINILLOS, Marina; MODESTO-MATA, Mario; PEREA-PÉREZ, Bernardo; ZANOLLI, Clément; LABAJO GONZÁLEZ, Elena; SÁNCHEZ SÁNCHEZ, José Antonio; RUIZ MEDIIVILLA, Elena; TUNIZ, Claudio; BERMÚDEZ DE CASTRO, José María (2018) – Contribution of dental tissues to sex determination in modern human populations. *American Journal of Physical Anthropology*. 166:2, p. 459-472.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, Daniel; BASTIR, Markus; HUGUET, Rosa; ESTALRRICH, Almudena; GARCÍA-TABERNERO, Antonio; RÍOS, Luis; CUNHA, Eugenia; RASILLA, Marco de la; ROSAS, Antonio (2017) – The costal remains of the el sidrón neanderthal site (asturias, northern spain) and their importance for



- understanding neanderthal thorax morphology. *Journal of Human Evolution*. 111, p. 85-101.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, Daniel; NALLA, Shahed; FERREIRA, Maria Teresa; GUICHÓN, Ricardo A.; D'ANGELO DEL CAMPO, Manuel D.; BASTIR, Markus – Eco-geographic adaptations in the human ribcage throughout a 3d geometric morphometric approach. *American Journal of Physical Anthropology*. p. n/a-n/a.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, Daniel; RADOVČIĆ, Davorka; RADOVČIĆ, Jakov; COFRAN, Zachary; ROSAS, Antonio; BASTIR, Markus (2018a) – Over 100 years of krapina: New insights into the neanderthal thorax from the study of rib cross-sectional morphology. *Journal of Human Evolution*.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, Daniel; TORRES-TAMAYO, Nicole; TORRES-SÁNCHEZ, Isabel; GARCÍA-RÍO, Francisco; ROSAS, Antonio; BASTIR, Markus (2018b) – Ribcage measurements indicate greater lung capacity in neanderthals and lower pleistocene hominins compared to modern humans. *Communications Biology*. 1:1, p. 117.
- GODINHO, Ricardo Miguel; FITTON, Laura C.; TORO-IBACACHE, Viviana; STRINGER, Chris B.; LACRUZ, Rodrigo S.; BROMAGE, Timothy G.; O'HIGGINS, Paul (2018a) – The biting performance of homo sapiens and homo heidelbergensis. *Journal of Human Evolution*. 118, p. 56-71.
- GODINHO, Ricardo Miguel; GONÇALVES, Célia (2020) – Antropologia virtual: Novas metodologias para a análise morfológica e funcional. In J. M. Arnaud, C. Neves, A. Martinss eds. – *Actas do iii congresso da associação dos arqueólogos portugueses*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses e CITCEM p. 311-323.
- GODINHO, Ricardo Miguel; O'HIGGINS, Paul (2017) – Virtual reconstruction of cranial remains: The h. Heidelbergensis, kabwe 1 fossil. In D. Errickson, T. Thompsons eds. – *Human remains - another dimension: The application of 3d imaging in funerary context*. London: Elsevier p. 135-147.
- GODINHO, Ricardo Miguel; O'HIGGINS, Paul (2018) – The biomechanical significance of the frontal sinus in kabwe 1 (homo heidelbergensis). *Journal of Human Evolution*. 114, p. 141-153.
- GODINHO, Ricardo Miguel; O'HIGGINS, Paul; GONÇALVES, Célia (2020) – Assessing the reliability of virtual reconstruction of mandibles. *American Journal of Physical Anthropology*. 172:4, p. 723-734.

- GODINHO, Ricardo Miguel; OLIVEIRA-SANTOS, Inês; MANUEL FRANCISCO C, Pereira; MAURÍCIO, António; VALERA, António; GONÇALVES, David (2019) – Is enamel the only reliable hard tissue for sex metric estimation of burned skeletal remains in biological anthropology? *Journal of Archaeological Science: Reports*. 26, p. 101876.
- GODINHO, Ricardo Miguel; SPIKINS, Penny; O'HIGGINS, Paul (2018b) – Supraorbital morphology and social dynamics in human evolution. *Nature Ecology & Evolution*. 2:6, p. 956-961.
- GODINHO, Ricardo Miguel; TORO-IBACACHE, Viviana; FITTON, Laura C.; O'HIGGINS, Paul (2017) – Finite element analysis of the cranium: Validity, sensitivity and future directions. *Comptes Rendus Palevol*. 16:5, p. 600-612.
- GODINHO, Ricardo Miguel; UMBELINO, Cláudia; GONÇALVES, Célia (2022) – Mesolithic and chalcolithic mandibular morphology: Using geometric morphometrics to reconstruct incomplete specimens and analyse morphology. *Open Archaeology*. 22.
- GREEN, Richard E.; KRAUSE, Johannes; BRIGGS, Adrian W.; MARICIC, Tomislav; STENZEL, Udo; KIRCHER, Martin; PATTERSON, Nick; LI, Heng; ZHAI, Weiwei; FRITZ, Markus Hsi-Yang; HANSEN, Nancy F.; DURAND, Eric Y.; MALASPINAS, Anna-Sapfo; JENSEN, Jeffrey D.; MARQUES-BONET, Tomas; ALKAN, Can; PRÜFER, Kay; MEYER, Matthias; BURBANO, Hernán A.; GOOD, Jeffrey M.; SCHULTZ, Rigo; AXIMU-PETRI, Ayinuer; BUTTHOF, Anne; HÖBER, Barbara; HÖFFNER, Barbara; SIEGEMUND, Madlen; WEIHMANN, Antje; NUSBAUM, Chad; LANDER, Eric S.; RUSS, Carsten; NOVOD, Nathaniel; AFFOURTIT, Jason; EGHOLM, Michael; VERNA, Christine; RUDAN, Pavao; BRAJKOVIC, Dejana; KUCAN, Željko; GUŠIĆ, Ivan; DORONICHEV, Vladimir B.; GOLOVANOV, Liubov V.; LALUEZA-FOX, Carles; DE LA RASILLA, Marco; FORTEA, Javier; ROSAS, Antonio; SCHMITZ, Ralf W.; JOHNSON, Philip L. F.; EICHLER, Evan E.; FALUSH, Daniel; BIRNEY, Ewan; MULLIKIN, James C.; SLATKIN, Montgomery; NIELSEN, Rasmus; KELSO, Janet; LACHMANN, Michael; REICH, David; PÄÄBO, Svante (2010) – A draft sequence of the neandertal genome. *Science*. 328:5979, p. 710-722.
- GUATELLI-STEINBERG, Debbie (2015) – Dental stress indicators from micro- to macroscopic. In J. D. Irish, R. G. Scotts eds. – *A companion to dental anthropology*. Chichester: Wiley Blackwell. p. 450-464.

- GUNZ, P.; MITTEROECKER, P.; NEUBAUER, S.; WEBER, G. W.; BOOKSTEIN, F. L. (2009) – Principles for the virtual reconstruction of hominin crania. *Journal of Human Evolution*. 57:1, p. 48-62.
- GUY, Franck; LAZZARI, Vincent; GILISSEN, Emmanuel; THIERY, Ghislain (2015) – To what extent is primate second molar enamel occlusal morphology shaped by the enamel-dentine junction? *PLOS ONE*. 10:9, p. e0138802.
- HAAK, Wolfgang; LAZARIDIS, Iosif; PATTERSON, Nick; ROHLAND, Nadin; MALLICK, Swapan; LLAMAS, Bastien; BRANDT, Guido; NORDENFELT, Susanne; HARNEY, Eadaoin; STEWARDSON, Kristin; FU, Qiaomei; MITTNIK, Alissa; BÁNFFY, Eszter; ECONOMOU, Christos; FRANCKEN, Michael; FRIEDERICH, Susanne; PENA, Rafael Garrido; HALLGREN, Fredrik; KHARTANOVICH, Valery; KHOKHLOV, Aleksandr; KUNST, Michael; KUZNETSOV, Pavel; MELLER, Harald; MOCHALOV, Oleg; MOISEYEV, Vayacheslav; NICKLISCH, Nicole; PICHLER, Sandra L.; RISCH, Roberto; ROJO GUERRA, Manuel A.; ROTH, Christina; SZÉCSÉNYI-NAGY, Anna; WAHL, Joachim; MEYER, Matthias; KRAUSE, Johannes; BROWN, Dorcas; ANTHONY, David; COOPER, Alan; ALT, Kurt Werner; REICH, David (2015) – Massive migration from the steppe was a source for indo-european languages in europe. *Nature*. 522:7555, p. 207-211.
- HAJDINJAK, Mateja; MAFESSONI, Fabrizio; SKOV, Laurits; VERNOT, Benjamin; HÜBNER, Alexander; FU, Qiaomei; ESSEL, Elena; NAGEL, Sarah; NICKEL, Birgit; RICHTER, Julia; MOLDOVAN, Oana Teodora; CONSTANTIN, Silviu; ENDAROVA, Elena; ZAHARIEV, Nikolay; SPASOV, Rosen; WELKER, Frido; SMITH, Geoff M.; SINET-MATHIOT, Virginie; PASKULIN, Lindsey; FEWLASS, Helen; TALAMO, Sahra; REZEK, Zeljko; SIRAKOVA, Svoboda; SIRAKOV, Nikolay; MCPHERRON, Shannon P.; TSANOVA, Tsenka; HUBLIN, Jean-Jacques; PETER, Benjamin M.; MEYER, Matthias; SKOGLUND, Pontus; KELSO, Janet; PÄÄBO, Svante (2021) – Initial upper palaeolithic humans in europe had recent neanderthal ancestry. *Nature*, 592:7853, p. 253-257.
- HANIHARA, Tsunehiko; ISHIDA, Hajime (2005) – Metric dental variation of major human populations. *American Journal of Physical Anthropology*. 128:2, p. 287-298.
- HANSEN, Henrik B.; DAMGAARD, Peter B.; MARGARYAN, Ashot; STENDERUP, Jesper; LYNNERUP, Niels; WILLERSLEV, Eske; ALLENTOFT, Morten E.

- (2017) – Comparing ancient DNA preservation in petrous bone and tooth cementum. *PLOS ONE*. 12:1, p. e0170940.
- HOFER, Matthias (2010) – *Ct teaching manual. A systematic approach to ct reading*. Thieme.
- HOFMANOVÁ, Zuzana; KREUTZER, Susanne; HELLENTHAL, Garrett; SELL, Christian; DIEKMANN, Yoan; DÍEZ-DEL-MOLINO, David; VAN DORP, Lucy; LÓPEZ, Saioa; KOUSATHANAS, Athanasios; LINK, Vivian; KIRSANOW, Karola; CASSIDY, Lara M.; MARTINIANO, Rui; STROBEL, Melanie; SCHEU, Amelie; KOTSAKIS, Kostas; HALSTEAD, Paul; TRIANTAPHYLLOU, Sevi; KYPARISSI-APOSTOLIKA, Nina; UREM-KOTSOU, Dushka; ZIOTA, Christina; ADAKTYLOU, Fotini; GOPALAN, Shyamalika; BOBO, Dean M.; WINKELBACH, Laura; BLÖCHER, Jens; UNTERLÄNDER, Martina; LEUENBERGER, Christoph; ÇILINGIROĞLU, Çiler; HOREJS, Barbara; GERRITSEN, Fokke; SHENNAN, Stephen J.; BRADLEY, Daniel G.; CURRAT, Mathias; VEERAMAH, Krishna R.; WEGMANN, Daniel; THOMAS, Mark G.; PAPAGEORGOPOULOU, Christina; BURGER, Joachim (2016) – Early farmers from across europe directly descended from neolithic aegeans. *Proceedings of the National Academy of Science*. 113:25, p. 6886-6891.
- HUBBARD, Amelia R.; GUATELLI-STEINBERG, Debbie; IRISH, Joel D. (2015) – Do nuclear DNA and dental nonmetric data produce similar reconstructions of regional population history? An example from modern coastal kenya. *American Journal of Physical Anthropology*. 157:2, p. 295-304.
- HUBLIN, Jean-Jacques; BEN-NCER, Abdelouahed; BAILEY, Shara E.; FREIDLINE, Sarah E.; NEUBAUER, Simon; SKINNER, Matthew M.; BERGMANN, Inga; LE CABEC, Adeline; BENAZZI, Stefano; HARVATI, Katerina; GUNZ, Philipp (2017) – New fossils from jebel irhoud, morocco and the pan-african origin of homo sapiens. *Nature*. 546:7657, p. 289-292.
- IRISH, Joel D. (2016) – Who were they really? Model-free and model-bound dental nonmetric analyses to affirm documented population affiliations of seven south african “bantu” samples. *American Journal of Physical Anthropology*. 159:4, p. 655-670.
- IRISH, Joel D.; LILLIOS, Katina T.; WATERMAN, Anna J.; SILVA, Ana M. (2017) – “Other” possibilities? Assessing regional and extra-regional dental affinities of populations in the portuguese estremadura to explore the roots of iberia's late neolithic-copper age. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 11:Supplement C, p. 224-236.

- IRISH, Joel D.; MOREZ, Adeline; GIRDLAND FLINK, Linus; PHILLIPS, Emma L.W.; SCOTT, G. Richard (2020) – *Do dental nonmetric traits actually work as proxies for neutral genomic data? Some answers from continental- and global-level analyses.* n/a:n/a.
- JEFFERY, Nathan; SPOOR, Fred (2004) – *Prenatal growth and development of the modern human labyrinth.* 204:2, p. 71-92.
- KATZ, David C.; GROTE, Mark N.; WEAVER, Timothy D. (2017) – Changes in human skull morphology across the agricultural transition are consistent with softer diets in preindustrial farming groups. *Proceedings of the National Academy of Sciences.*
- KATZ, David; FRIESS, Martin (2014) – Technical note: 3d from standard digital photography of human crania—a preliminary assessment. *American Journal Of Physical Anthropology.* 154:1, p. 152-158.
- KRISTIANSEN, Kristian (2014) – Towards a new paradigm? The third science revolution and its possible consequences in archaeology. *Current Swedish Archaeology.* 22:1, p. 11-34.
- KURY, Adriano B.; GIUPPONI, Alessandro P. L.; MENDES, Amanda C. (2018) – Immolation of museu nacional, rio de janeiro – unforgettable fire and irreplaceable loss. *The Journal of Arachnology.* 46:3, p. 556-558.
- LE LUYER, Mona; COQUERELLE, Michael; ROTTIER, Stéphane; BAYLE, Priscilla (2016) – Internal tooth structure and burial practices: Insights into the neolithic necropolis of gurgy (france, 5100-4000 cal. Bc). *Plos One.* 11:7, p. e0159688.
- LE MAÎTRE, Anne; SCHUETZ, Philipp; VIGNAUD, Patrick; BRUNET, Michel (2017) – *New data about semicircular canal morphology and locomotion in modern hominoids.* 231:1, p. 95-109.
- LEBRUN, Renaud; DE LEÓN, Marcia P.; TAFFOREAU, Paul; ZOLLIKOFER, Christoph (2010) – Deep evolutionary roots of strepsirrhine primate labyrinthine morphology. *Journal of Anatomy.* 216:3, p. 368-380.
- LEDOGAR, Justin A.; BENAZZI, Stefano; SMITH, Amanda L.; WEBER, Gerhard W.; CARLSON, Keely B.; DECHOW, Paul C.; GROSSE, Ian R.; ROSS, Callum F.; RICHMOND, Brian G.; WRIGHT, Barth W.; WANG, Qian; BYRON, Craig; CARLSON, Kristian J.; DE RUITER, Darryl J.; PRYOR MCINTOSH, Leslie C.; STRAIT, David S. (2017) – The biomechanics of bony facial “buttresses” in south african australopiths: An experimental study using finite element analysis. *The Anatomical Record.* 300:1, p. 171-195.

- LEDOGAR, Justin A.; SMITH, Amanda L.; BENAZZI, Stefano; WEBER, Gerhard W.; SPENCER, Mark A.; CARLSON, Keely B.; MCNULTY, Kieran P.; DECHOW, Paul C.; GROSSE, Ian R.; ROSS, Callum F.; RICHMOND, Brian G.; WRIGHT, Barth W.; WANG, Qian; BYRON, Craig; CARLSON, Kristian J.; DE RUITER, Darryl J.; BERGER, Lee R.; TAMVADA, Kelli; PRYOR, Leslie C.; BERTHAUME, Michael A.; STRAIT, David S. (2016) – Mechanical evidence that australopithecus sediba was limited in its ability to eat hard foods. *Nat Commun.* 7.
- LIU, Wu; CLARKE, Ronald; XING, Song (2010) – Geometric morphometric analysis of the early pleistocene hominin teeth from jianshi, hubei province, china. *Science China Earth Sciences.* 53:8, p. 1141-1152.
- LORENTZ, K. O.; LEMMERS, S. A. M.; CHRYSOSTOMOU, C.; DIRKS, W.; ZARURI, M. R.; FORUZANFAR, F.; SAJJADI, S. M. S. (2019) – Use of dental microstructure to investigate the role of prenatal and early life physiological stress in age at death. *Journal of Archaeological Science.* 104, p. 85-96.
- LUBELL, David; JACKES, Mary; SCHWARCZ, Henry; KNYF, Martin; MEIKLEJOHN, Christopher (1994) – The mesolithic-neolithic transition in portugal: Isotopic and dental evidence of diet. *Journal of Archaeological Science.* 21:2, p. 201-216.
- MARGARYAN, Ashot; HANSEN, Henrik B.; RASMUSSEN, Simon; SIKORA, Martin; MOISEYEV, Vyacheslav; KHOKLOV, Alexandr; EPIMAKHOV, Andrey; YEPISKOPOSYAN, Levon; KRIISKA, Aivar; VARUL, Liivi; SAAG, Lehti; LYNNERUP, Niels; WILLERSLEV, Eske; ALLENTOF, Morten E. (2018) – *Ancient pathogen DNA in human teeth and petrous bones.* 8:6, p. 3534-3542.
- MARTINIANO, Rui; CASSIDY, Lara M.; Ó'MAOLDÚIN, Ros; MCLAUGHLIN, Russell; SILVA, Nuno M.; MANCO, Licinio; FIDALGO, Daniel; PEREIRA, Tania; COELHO, Maria J.; SERRA, Miguel; BURGER, Joachim; PARREIRA, Rui; MORAN, Elena; VALERA, Antonio C.; PORFIRIO, Eduardo; BOAVENTURA, Rui; SILVA, Ana M.; BRADLEY, Daniel G. (2017) – The population genomics of archaeological transition in west iberia: Investigation of ancient substructure using imputation and haplotype-based methods. *PLOS Genetics.* 13:7, p. e1006852.
- MAY, Hila; SELLA-TUNIS, Tanya; POKHOJAEV, Ariel; PELED, Nathan; SARIG, Rachel (2018) – Changes in mandible characteristics during the terminal pleistocene to holocene levant and their association with dietary habits. *Journal of Archaeological Science: Reports.* 22, p. 413-419.

- MONSON, Tesla A; FECKER, Diego; SCHERRER, Marc %J Proceedings of the National Academy of Sciences (2020) – *Neutral evolution of human enamel–dentine junction morphology*. 117:42, p. 26183-26189.
- MORITA, Wataru (2016) – Morphological comparison of the enamel–dentine junction and outer enamel surface of molars using a micro-computed tomography technique. *Journal of Oral Biosciences*. 58:3, p. 95-99.
- MORITA, Wataru; YANO, Wataru; NAGAOKA, Tomohito; ABE, Mikiko; OHSHIMA, Hayato; NAKATSUKASA, Masato (2014) – Patterns of morphological variation in enamel–dentin junction and outer enamel surface of human molars. *Journal of Anatomy*. 224:6, p. 669-680.
- NEESER, Rudolph; ACKERMANN, Rebecca Rogers; GAIN, James (2009) – Comparing the accuracy and precision of three techniques used for estimating missing landmarks when reconstructing fossil hominin crania. *American Journal of Physical Anthropology*. 140:1, p. 1-18.
- O'HIGGINS, Paul; FITTON, Laura C.; GODINHO, Ricardo Miguel (2019) – Geometric morphometrics and finite elements analysis: Assessing the functional implications of differences in craniofacial form in the hominin fossil record. *Journal of Archaeological Science*. 101, p. 159-168.
- OLALDE, Iñigo; MALLICK, Swapan; PATTERSON, Nick; ROHLAND, Nadin; VILLALBA-MOUCO, Vanessa; SILVA, Marina; DULIAS, Katharina; EDWARDS, Ceiridwen J.; GANDINI, Francesca; PALA, Maria; SOARES, Pedro; FERRANDO-BERNAL, Manuel; ADAMSKI, Nicole; BROOMANDKHOSHBACHT, Nasreen; CHERONET, Olivia; CULLETON, Brendan J.; FERNANDES, Daniel; LAWSON, Ann Marie; MAH, Matthew; OPPENHEIMER, Jonas; STEWARDSON, Kristin; ZHANG, Zhao; JIMÉNEZ ARENAS, Juan Manuel; TORO MOYANO, Isidro Jorge; SALAZAR-GARCÍA, Domingo C.; CASTANYER, Pere; SANTOS, Marta; TREMOLEDA, Joaquim; LOZANO, Marina; GARCÍA BORJA, Pablo; FERNÁNDEZ-ERASO, Javier; MUJICA-ALUSTIZA, José Antonio; BARROSO, Cecilio; BERMÚDEZ, Francisco J.; VIGUERA MÍNGUEZ, Enrique; BURCH, Josep; COROMINA, Neus; VIVÓ, David; CEBRIÀ, Artur; FULLOLA, Josep Maria; GARCÍA-PUCHOL, Oreto; MORALES, Juan Ignacio; OMS, F. Xavier; MAJÓ, Tona; VERGÈS, Josep Maria; DÍAZ-CARVAJAL, Antònia; OLLICH-CASTANYER, Imma; LÓPEZ-CACHERO, F. Javier; SILVA, Ana Maria; ALONSO-FERNÁNDEZ, Carmen; DELIBES DE CASTRO, Germán; JIMÉNEZ

ECHEVARRÍA, Javier; MORENO-MÁRQUEZ, Adolfo; PASCUAL BERLANGA, Guillermo; RAMOS-GARCÍA, Pablo; RAMOS-MUÑOZ, José; VIJANDE VILA, Eduardo; AGUILELLA ARZO, Gustau; ESPARZA ARROYO, Ángel; LILLIOS, Katina T.; MACK, Jennifer; VELASCO-VÁZQUEZ, Javier; WATERMAN, Anna; BENÍTEZ DE LUGO ENRICH, Luis; BENITO SÁNCHEZ, María; AGUSTÍ, Bibiana; CODINA, Ferran; DE PRADO, Gabriel; ESTALRRICH, Almudena; FERNÁNDEZ FLORES, Álvaro; FINLAYSON, Clive; FINLAYSON, Geraldine; FINLAYSON, Stewart; GILES-GUZMÁN, Francisco; ROSAS, Antonio; BARCIELA GONZÁLEZ, Virginia; GARCÍA ATIÉNZAR, Gabriel; HERNÁNDEZ PÉREZ, Mauro S.; LLANOS, Armando; CARRIÓN MARCO, Yolanda; COLLADO BENEYTO, Isabel; LÓPEZ-SERRANO, David; SANZ TORMO, Mario; VALERA, António C.; BLASCO, Concepción; LIESAU, Corina; RÍOS, Patricia; DAURA, Joan; DE PEDRO MICHÓ, María Jesús; DIEZ-CASTILLO, Agustín A.; FLORES FERNÁNDEZ, Raúl; FRANCÈS FARRÉ, Joan; GARRIDO-PENA, Rafael; GONÇALVES, Victor S.; GUERRA-DOCE, Elisa; HERRERO-CORRAL, Ana Mercedes; JUAN-CABANILLES, Joaquim; LÓPEZ-REYES, Daniel; MCCLURE, Sarah B.; MERINO PÉREZ, Marta; OLIVER FOIX, Arturo; SANZ BORRÀS, Montserrat; SOUSA, Ana Catarina; VIDAL ENCINAS, Julio Manuel; KENNETT, Douglas J.; RICHARDS, Martin B.; WERNER ALT, Kurt; HAAK, Wolfgang; PINHASI, Ron; LALUEZA-FOX, Carles; REICH, David (2019) – The genomic history of the iberian peninsula over the past 8000 years. *Science*. 363:6432, p. 12-30.

OLALDE, Iñigo; SCHROEDER, Hannes; SANDOVAL-VELASCO, Marcela; VINNER, Lasse; LOBÓN, Irene; RAMIREZ, Oscar; CIVIT, Sergi; GARCÍA BORJA, Pablo; SALAZAR-GARCÍA, Domingo C.; TALAMO, Sahra; MARÍA FULLOLA, Josep; XAVIER OMS, Francesc; PEDRO, Mireia; MARTÍNEZ, Pablo; SANZ, Montserrat; DAURA, Joan; ZILHÃO, João; MARQUÈS-BONET, Tomàs; GILBERT, M. Thomas P.; LALUEZA-FOX, Carles (2015) – A common genetic origin for early farmers from mediterranean cardial and central european lbk cultures. *Molecular Biology and Evolution*. 32:12, p. 3132-3142.

PEARSON, Mike Parker; CHAMBERLAIN, Andrew; CRAIG, Oliver; MARSHALL, Peter; MULVILLE, Jacqui; SMITH, Helen; CHENERY, Carolyn; COLLINS, Matthew; COOK, Gordon; CRAIG, Geoffrey; EVANS, Jane; HILLER, Jen; MONTGOMERY, Janet; SCHWENNINGER, Jean-Luc; TAYLOR, Gillian;



- WESS, Timothy (2005) – Evidence for mummification in bronze age britain. *Antiquity*. 79:305, p. 529-546.
- PINHASI, Ron; FERNANDES, Daniel; SIRAK, Kendra; NOVAK, Mario; CONNELL, Sarah; ALPASLAN-ROODENBERG, Songül; GERRITSEN, Fokke; MOISEYEV, Vyacheslav; GROMOV, Andrey; RACZKY, Pál; ANDERS, Alexandra; PIETRUSEWSKY, Michael; ROLLEFSON, Gary; JOVANOVIĆ, Marija; TRINH HOANG, Hiep; BAR-OZ, Guy; OXENHAM, Marc; MATSUMURA, Hirofumi; HOFREITER, Michael (2015) – Optimal ancient DNA yields from the inner ear part of the human petrous bone. *PLOS ONE*. 10:6, p. e0129102.
- POKHORAEV, Ariel; AVNI, Hadas; SELLA-TUNIS, Tatiana; SARIG, Rachel; MAY, Hila (2019) – Changes in human mandibular shape during the terminal pleistocene-holocene levant. *Scientific Reports*. 9:1, p. 8799.
- PONCE DE LEÓN, Marcia S.; KOESBARDIATI, Toetik; WEISSMANN, John David; MILELLA, Marco; REYNA-BLANCO, Carlos S.; SUWA, Gen; KONDO, Osamu; MALASPINAS, Anna-Sapfo; WHITE, Tim D.; ZOLLIKOFER, Christoph P. E. (2018) – Human bony labyrinth is an indicator of population history and dispersal from africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- RICHARDS, Michael P.; SCHULTING, Rick J.; HEDGES, Robert E. M. (2003a) – Sharp shift in diet at onset of neolithic. *Nature*. 425:6956, p. 366-366.
- RICHARDS, Michael P.; PRICE, T. Douglas; KOCH, Eva (2003b) – Mesolithic and neolithic subsistence in denmark: New stable isotope data. *Current Anthropology*. 44:2, p. 288-295.
- RUFF, Christopher B.; HOLT, Brigitte; NISKANEN, Markku; SLADEK, Vladimir; BERNER, Margit; GAROFALO, Evan; GARVIN, Heather M.; HORA, Martin; JUNNO, Juho-Antti; SCHUPLEROVA, Eliska; VILKAMA, Rosa; WHITTEY, Erin (2015) – Gradual decline in mobility with the adoption of food production in europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 112:23, p. 7147.
- SALAZAR-GARCÍA, Domingo C.; AURA, J. Emili; OLÀRIA, Carme R.; TALAMO, Sahra; MORALES, Juan V.; RICHARDS, Michael P. (2014) – Isotope evidence for the use of marine resources in the eastern iberian mesolithic. *Journal of Archaeological Science*. 42, p. 231-240.
- SALAZAR-GARCÍA, Domingo C.; FONTANALS-COLL, María; GOUDE, Gwenaëlle; SUBIRÀ, M. Eulàlia (2018) – “To ‘seafood’ or not to ‘seafood’?” an isotopic

- perspective on dietary preferences at the mesolithic-neolithic transition in the western mediterranean. *Quaternary International*. 470, p. 497-510.
- SANDBERG, Paul A.; SPONHEIMER, Matt; LEE-THORP, Julia; VAN GERVEN, Dennis (2014) – *Intra-tooth stable isotope analysis of dentine: A step toward addressing selective mortality in the reconstruction of life history in the archaeological record*. 155:2, p. 281-293.
- SARIG, Rachel; GOPHER, Avi; BARKAI, Ran; ROSELL, Jordi; BLASCO, Ruth; WEBER, Gerhard W.; FORNAI, Cinzia; SELLA-TUNIS, Tatiana; HERSHKOVITZ, Israel (2016) – How did the qesem cave people use their teeth? Analysis of dental wear patterns. *Quaternary International*. 398, p. 136-147.
- SCHULTING, Rick J.; RICHARDS, Michael P. (2001) – Dating women and becoming farmers: New palaeodietary and ams dating evidence from the breton mesolithic cemeteries of téviec and hoëdic. *Journal Of Anthropological Archaeology*. 20:3, p. 314-344.
- SCHWARTZ, Gary T.; DEAN, M. Christopher (2005) – Sexual dimorphism in modern human permanent teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 128:2, p. 312-317.
- SCOTT, G. Richard; TURNER, C. T. (2008) – History of dental anthropology. In J. D. Irish, G. C. Nelsons eds. – *Technique and application in dental anthropology*. New York: Cambridge University Press p. 10–34.
- SCOTT, G. Richard; TURNER II, Christy G.; TOWNSEND, Grant C.; MARTINÓN-TORRES, María (2018) – Dental morphology and population history. In C. G. Turner II, G. R. Scott, G. C. Townsend, M. Martínón-Torress eds. – *The anthropology of modern human teeth: Dental morphology and its variation in recent and fossil homo sapiens*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 253-295.
- SILVA, Daniel B. Domingues da (2019) – Lost to fire: The african collection of the national museum of brazil. *African Arts*. 52:3, p. 13-15.
- SILVESTER, Christopher Martin; HILLSON, Simon (2020) – *A critical assessment of the potential for structure-from-motion photogrammetry to produce high fidelity 3d dental models*. 173:2, p. 381-392.
- SIRAK, Kendra A; FERNANDES, Daniel M; CHERONET, Olivia; NOVAK, Mario; GAMARRA, Beatriz; BALASSA, Tímea; BERNERT, Zsolt; CSÉKI, Andrea; DANI, János; GALLINA, József Zsolt (2017) – A minimally-invasive method for sampling human petrous bones from the cranial base for ancient DNA analysis. *Journal of BioTechniques*. 62:6, p. 283-289.

- SKOGLUND, Pontus; MATHIESON, Iain (2018) – *Ancient genomics of modern humans: The first decade*. 19:1, p. 381-404.
- SORENTI, Mark; MARTINÓN-TORRES, María; MARTÍN-FRANCÉS, Laura; PEREA-PÉREZ, Bernardo (2019) – *Sexual dimorphism of dental tissues in modern human mandibular molars*. 169:2, p. 332-340.
- STRAIT, D. S.; GROSSE, I. R.; DECHOW, P. C.; SMITH, A. L.; WANG, Q.; WEBER, G. W.; NEUBAUER, S.; SLICE, D. E.; CHALK, J.; RICHMOND, B. G.; LUCAS, P. W.; SPENCER, M. A.; SCHREIN, C.; WRIGHT, B. W.; BYFTON, C.; ROSS, C. F. (2010) – The structural rigidity of the cranium of *australopithecus africanus*: Implications for diet, dietary adaptations, and the allometry of feeding biomechanics. *Anatomical Record-Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*. 293:4, p. 583-593.
- STRAIT, D. S.; WEBER, G. W.; NEUBAUER, S.; CHALK, J.; RICHMOND, B. G.; LUCAS, P. W.; SPENCER, M. A.; SCHREIN, C.; DECHOW, P. C.; ROSS, C. F.; GROSSE, I. R.; WRIGHT, B. W.; CONSTANTINO, P.; WOOD, B. A.; LAWN, B.; HYLANDER, W. L.; WANG, Q.; BYRON, C.; SLICE, D. E.; SMITH, A. L. (2009) – The feeding biomechanics and dietary ecology of *australopithecus africanus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106:7, p. 2124-2129.
- TRINKAUS, Erik (2018) – The labyrinth of human variation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- UMBELINO, Cláudia; PÉREZ-PÉREZ, Alejandro; CUNHA, Eugénia; HIPÓLITO, Carla; FREITAS, Maria do Carmo; CABRAL, João Peixoto (2007) – Outros sabores do passado: Um novo olhar sobre as comunidades humanas mesolíticas de muge e do sado através de análises químicas dos ossos. *Promontoria. Revista do Departamento de História, Arqueologia e Património da Universidade do Algarve*. 5, p. 45-90.
- VALERA, A. C.; ŽALAITĖ, I.; MAURER, A. F.; GRIMES, V.; SILVA, A. M.; RIBEIRO, S.; SANTOS, J. F.; BARROCAS DIAS, C. (2020) – Addressing human mobility in iberian neolithic and chalcolithic ditched enclosures: The case of perdigões (south portugal). *Journal of Archaeological Science: Reports*. 30, p. 102264.
- WEBER, G. W.; BOOKSTEIN, F. L. (2011) – *Virtual anthropology - a guide for a new interdisciplinary field*. Wien: Springer-Verlag.
- WEBER, Gerhard W.; FORNAI, Cinzia; GOPHER, Avi; BARKAI, Ran; SARIG, Rachel; HERSHKOVITZ, Israel (2016) – The qesem cave hominin material (part 1): A

- morphometric analysis of the mandibular premolars and molar. *Quaternary International*. 398, p. 159-174.
- WOLPOFF, Milford H.; HAWKS, John; CASPARI, Rachel (2000) – *Multiregional, not multiple origins*. 112:1, p. 129-136.
- XIAO, Dongfang; BAE, Christopher J.; SHEN, Guanjun; DELSON, Eric; JIN, Jennie J. H.; WEBB, Nicole M.; QIU, Licheng (2014) – Metric and geometric morphometric analysis of new hominin fossils from maba (guangdong, china). *Journal of Human Evolution*. 74:0, p. 1-20.
- YONG, Robin; RANJITKAR, Sarbin; LEKKAS, Dimitra; HALAZONETIS, Demetrios; EVANS, Alistair; BROOK, Alan; TOWNSEND, Grant (2018) – Three-dimensional (3d) geometric morphometric analysis of human premolars to assess sexual dimorphism and biological ancestry in australian populations. *American Journal of Physical Anthropology*. 166:2, p. 373-385.
- ZANOLLI, Clément; KULLMER, Ottmar; KELLEY, Jay; BACON, Anne-Marie; DEMETER, Fabrice; DUMONCEL, Jean; FIORENZA, Luca; GRINE, Frederick E.; HUBLIN, Jean-Jacques; NGUYEN, Anh Tuan; NGUYEN, Thi Mai Huong; PAN, Lei; SCHILLINGER, Burkhard; SCHRENK, Friedemann; SKINNER, Matthew M.; JI, Xueping; MACCHIARELLI, Roberto (2019) – Evidence for increased hominid diversity in the early to middle pleistocene of indonesia. *Nature Ecology & Evolution*.
- ZANOLLI, Clément; PAN, Lei; DUMONCEL, Jean; KULLMER, Ottmar; KUNDRÁT, Martin; LIU, Wu; MACCHIARELLI, Roberto; MANCINI, Lucia; SCHRENK, Friedemann; TUNIZ, Claudio (2018) – Inner tooth morphology of homo erectus from zhoukoudian. New evidence from an old collection housed at uppsala university, sweden. *Journal of Human Evolution*. 116, p. 1-13.
- ZELDITCH, Miriam L.; SWIDERSKI, Donald L.; SHEETS, H. David; FINK, William L. (2012) – *Geometric morphometrics for biologists: A primer*. New York: Elsevier.