



ARTIGO

Estimativa de afinidade biológica em morfologia dentária: aplicar e interpretar o PCA em SPSS

Luís Miguel Marado^{a,b*}

^a Unidade de Arqueologia – Universidade do Minho, Braga Portugal.

^b Lab2PT – Laboratório de Paisagens, Património e Território – Universidade do Minho, Braga, Portugal.

*Corresponding author: luismarado@gmail.com

Artigo recebido a 13 de Outubro de 2016 e aceite a 3 de Janeiro de 2017

RESUMO

Os caracteres discretos da dentição e ossos maxilofaciais são variáveis fenéticas com elevado controlo genético. As frequências de vários caracteres podem ser comparados entre amostras para estimar a afinidade biológica entre as mesmas. A análise de componentes principais (PCA; principal components analysis) reduz a informação relativa à variação entre amostras, traduzindo-a em eixos graficamente visualizáveis, de mais fácil interpretação. O objetivo é explicar e exemplificar o uso e interpretação do PCA em morfologia dentária. Quatro amostras do Norte e Centro de Portugal com cronologias entre os séculos XVII e XX foram comparadas a título de exemplo. O PCA gerou três componentes, informando sobre quanta variação é representada e quais as variáveis mais importantes em cada componente. Os gráficos de dispersão bi- e tridimensionais permitem visualizar e interpretar os eixos identificados, devendo considerar-se a percentagem de variação representada por cada componente. Os principais fatores justificativos

da (escassa) variação entre amostras parecem corresponder às suas posições geográficas e cronológicas.

Palavras-chave: Antropologia Dentária; métodos quantitativos; análise de componentes principais; fenética; caracteres não-métricos dentários e mandibulares.

ABSTRACT

Dental and maxillofacial bone nonmetric traits are phenetic variables under high genetic control. Several traits' frequencies can be compared between samples to estimate their biological affinity. Principal components analysis (PCA) reduces information pertaining to sample variation into graphically visual axes, which are more easily interpreted. The present objective is to exemplify the use and interpretation of PCA in dental morphology. Four samples from the North and Centre of Portugal with chronologies between the 17th and 20th centuries were compared as an example. The PCA test generated three components and informed on how much variation is comprised (and what are the most important variables) in each component. Bi- and three-dimensional scatterplots allow visualization and interpretation of the identified axes, which should consider the percentage of variation represented by each component. The main factors justifying between-sample variation seem to correspond to their geographic and chronological positions.

Keywords: Dental Anthropology; quantitative methods; principal components analysis; phenetics; non-metric dental and mandibular traits.

Introdução

A morfologia dentária é uma subárea da antropologia dentária que se dedica ao estudo de variáveis fenéticas nas coroas e raízes dos dentes, assim como no osso alveolar ([Scott e Turner, 1997](#); [Scott et al., 2016](#)), podendo incorporar variáveis ósseas da região oral (p. ex.: [Irish, 1998](#)). Os caracteres discretos (ou não-métricos) dentários variam de forma quasicontínua e são habitualmente registados recorrendo a uma escala com dois ou mais graus de variação. Estas variáveis fenéticas são

predominantemente definidas por fatores genéticos, apesar da sua expressão ser passível de influência ambiental durante o desenvolvimento ([Scott e Turner, 1997](#); [Hughes e Townsend, 2013](#)). Devido a essa forte componente genética, a frequência de presença (definida através de um ponto de corte: grau de expressão do carácter a partir do qual este se considera presente) de um conjunto de caracteres não-métricos dentários pode ser usada na estimativa de afinidades biológicas entre amostras ([Scott e Turner, 1997](#); [Harris, 2008](#)).

Um dos métodos quantitativos que pode ser aplicado na estimativa de relações biológicas de base fenética é o PCA (“principal components analysis”; análise de componentes principais). O PCA assume o uso de variáveis quantitativas. Pode, ainda assim, ser aplicado no estudo de variáveis discretas não-métricas, desde que a sua expressão seja inicialmente limitada à frequência de presença de cada carácter fenético ([Irish e Guatelli-Steinberg, 2003](#)). A análise de componentes principais (PCA: “principal components analysis”) reduz o volume da informação, agregando a variação presente em diversas variáveis e expressando essa variação em eixos compósitos (os componentes principais, que não estão correlacionados entre si e estão ordenados de acordo com a sua representação dos dados originais, i.e., o primeiro componente principal representa maior percentagem da variação dos dados do que o segundo). As variáveis são assim recombinaadas de forma compacta e coerente com a sua variação nas amostras incluídas. Variáveis de menor interesse (com variação reduzida ou incoerente) são virtualmente eliminadas. Os eixos identificados são representáveis graficamente, permitindo visualizar e interpretar mais facilmente a variação entre amostras. É possível identificar as variáveis mais envolvidas na formação de cada componente (ou eixo de variação), já que o PCA indica a correlação entre cada variável e cada componente. Assim, identificam-se os caracteres discretos que melhor resumem a variação entre as amostras ([Irish e Guatelli-Steinberg, 2003](#); [Delgado-Burbano, 2007a](#); [Harris, 2008](#)).

Estudos que aplicaram simultaneamente o PCA e outros testes quantitativos e estatísticos mostraram que os resultados finais são comparáveis (p. ex.: [Coppa et al., 2008](#)). No entanto, sublinha-se que o PCA não é uma medida de distância biológica (como, p. ex., o MMD, uma estatística da medida média da divergência absoluta entre amostras: ver [Irish, 2010](#)), já que salienta a variação relativa encontrada no conjunto de amostras e variáveis selecionadas ([Delgado-Burbano, 2007b](#)), não a distância absoluta entre amostras.

Resumindo: o PCA identifica os padrões presentes na distribuição dos valores das variáveis pelas amostras e reduz esses padrões a eixos. Vejamos um exemplo de contexto competitivo: se num conjunto de provas há um participante que termina sempre em primeiro lugar, esse participante estará sempre num dos extremos dos eixos de variação extraídos pelo PCA. Assumindo que os outros participantes têm performances mais diversas, a sua posição em cada eixo corresponderá à sua posição média nas provas mais relevantes (as mais relevantes para o eixo são as que se correlacionam mais com esse eixo, direta ou indiretamente). As distâncias entre os participantes serão, em cada eixo, correspondentes às diferenças médias entre as suas posições nas várias provas.

O objetivo do presente artigo tem um cariz pedagógico: explicitar e exemplificar como se emprega e interpreta o PCA no estudo de relações biológicas entre amostras, recorrendo a variáveis fenéticas da dentição inferior e do osso mandibular.

Material e Métodos

Os dados de morfologia dentária usados foram compilados por Marado (2014). Marado (2014) estudou crânios e mandíbulas de 600 indivíduos identificados (300 de cada sexo) nas coleções “Trocas Internacionais” (300 indivíduos do sexo masculino e 269 do sexo feminino) e “Escolas Médicas” (31 mulheres), do Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra. São conhecidos os nomes, idades, locais (freguesia, concelho e distrito) e datas de nascimento, filiações, profissões, estados civis, causas de morte (“molestia”) e proveniência do material osteológico na generalidade dos casos. Os indivíduos incluídos eram maioritariamente Portugueses (591 indivíduos) do distrito de Coimbra (402 indivíduos), tendo nascido e falecido entre o século XIX e a primeira metade do século XX. As afinidades biológicas entre indivíduos Portugueses e estrangeiros e entre indivíduos de 16 distritos de Portugal foram investigadas, concluindo-se que estas sub-amostras são suficientemente próximas para originarem da mesma população biológica (Marado e Silva, 2016a). Esta amostra será doravante designada Coimbra (acrónimo: C-Pt).

Os dados referentes a outras amostras foram compilados por Marado (2014), que recorreu a dissertações de licenciatura e mestrado com essa finalidade. A amostra do Hospital de Santo António (Porto; séculos XVII a XX) (Costa, 2006; Pinto, 2006; Costa, 2007), designada HSA, é composta de elementos de ossário (os caracteres dentários são representados por entre 2 e 7 dentes, apenas; os caracteres mandibulares

são pesquisados em 35 fragmentos). Santarém Moderno, incluindo material da necrópole oitocentista da Rua dos Barcos (Gomes, 2005; Rodrigues, 2005; Simão, 2005; Pombal, 2006) e do Largo de Cândido Reis (Tereso, 2009; Gonçalves, 2010; Graça, 2010), doravante designada Santarém (abreviatura: Sant), é composta de ossários e deposições individuais (cada carácter dentário é representado por entre 56 e 160 dentes; os caracteres mandibulares são representados por entre 135 e 176 fragmentos mandibulares). A amostra não-identificada do Museu de História Natural da Universidade do Porto, que provavelmente corresponde a indivíduos do final do século XIX e inícios do século XX (Marado, 2010; 2012), designada MHNP, é composta por 163 mandíbulas (104 das quais conservam dentição). Ao contrário da amostra de Coimbra (frequências obtidas por contagem individual) as amostras compiladas e MHNP recorrem a contagem por dente (Scott e Turner, 1997). Porém, estes métodos são considerados comparáveis, se for inevitável fazê-lo (ver discussão sobre comparações de diferentes métodos de contagem em Marado, 2014).

Os caracteres discretos da dentição inferior e da mandíbula selecionados foram registados de acordo com as indicações de Turner e colegas (1991) (os cinco caracteres discretos dentários e o torus mandibular) e de Hauser e De Stefano (1989) (forames mentais e ponte milo-hióidea). Os caracteres registados são: a) variação das cúspides linguais (4PI); b) padrão de cúspides (molares inferiores); c) hipoconulídeo (cúspide 5, ou C5) (molares inferiores); d) entoconulídeo

(cúspide 6, ou C6) (molares inferiores); e) metaconulídeo (cúspide 7, ou C7) (molares inferiores); f) toro mandibular; g) ponte milo-hióidea; h) forames mentais. A escolha baseou-se nas variáveis com resultados comparáveis presentes em todos os estudos. As designações dos caracteres discretos seguem o glossário de Marado e colegas ([no prelo](#)).

O PCA (“principal components analysis”, ou análise de componentes principais) é a abordagem quantitativa escolhida para estimar as relações biológicas entre as amostras com base na variação fenética dentária e mandibular. Esta escolha prende-se com a capacidade de redução de informação do PCA, que expressa a variação em eixos simplificados, indicando quais variáveis se correlacionam mais com cada eixo ([Irish e Guatell-Steinberg, 2003](#); [Delgado-Burbano, 2007a](#); [2007b](#); [Harris, 2008](#)).

O programa informático IBM SPSS Statistics (v. 23) foi utilizado para calcular o PCA. É possível realizar este teste em programas de código livre (ao contrário do SPSS, que exige licenciamento dispendioso) como o R ou Python. O SPSS foi usado por ter um interface de utilização simples e o seu uso estar licenciado em contexto académico.

O cálculo do PCA no programa informático IBM SPSS Statistics (v. 23) SPSS efetua-se acedendo a Analisar>Redução de dimensão>Fator... (as indicações da versão Portuguesa do SPSS são quase sempre traduções literais da versão Inglesa, pelo que não são indicados os passos na língua original do programa), o que abre uma nova janela

“Análise de fatores” ([Figura 1](#)). No campo “Variáveis” devem ser inseridas todas as variáveis de interesse presente no menu à esquerda. O campo “Variável de seleção” não é preenchido, uma vez que não é aplicável neste teste. À direita são visíveis alguns botões. A generalidade das definições deve ser mantida para a análise pretendida. No entanto, deve ir ao menu “Escore...” e selecionar na janela correspondente a caixa “Salvar como variáveis” (e clicar em “Continuar”). Esta opção permite ao programa criar novas variáveis com as pontuações produzidas em cada componente, para cada amostra. Este passo é essencial para a posterior produção de gráficos (que dependem dos fatores mencionados). Após estes passos deve clicar-se em “OK” para proceder. [Note-se que na janela “Extração...” está definido por defeito o método “Componentes principais”, correspondente ao PCA, e a extração com base em autovalores (“eigenvalues”) superiores a 1. Os autovalores são tão maiores quanto maior a variação expressa num componente; p. ex.: o componente com maior autovalor é o componente 1, ou componente principal.]

O documento de saída (ou “output”) do SPSS fornece informação relativa à matriz de correlações entre as frequências, ainda que a matriz *per se* não tenha sido gerada, por não ter sido requisitada ao programa. Como informação pertinente, inclui tabelas de “Comunalidade”, “Variância total explicada” e “Matriz de componente”. A comunalidade refere-se à proporção da variação inerente a cada variável que foi extraída através do PCA. A variância total explicada resume a

distribuição da variação existente na base de dados pelos componentes gerados (recorrendo a autovalores e a percentagens). A matriz de componentes mostra a correlação entre as variáveis e cada um dos componentes com autovalor superior a 1.

Estes valores podem ser negativos ou positivos (tal como nos coeficientes de correlação) e são interpretados como elevados quando são superiores a 0,5 (ou inferiores a -0,5) (p. ex.: [Irish e Guatelli-Steinberg, 2003](#)).

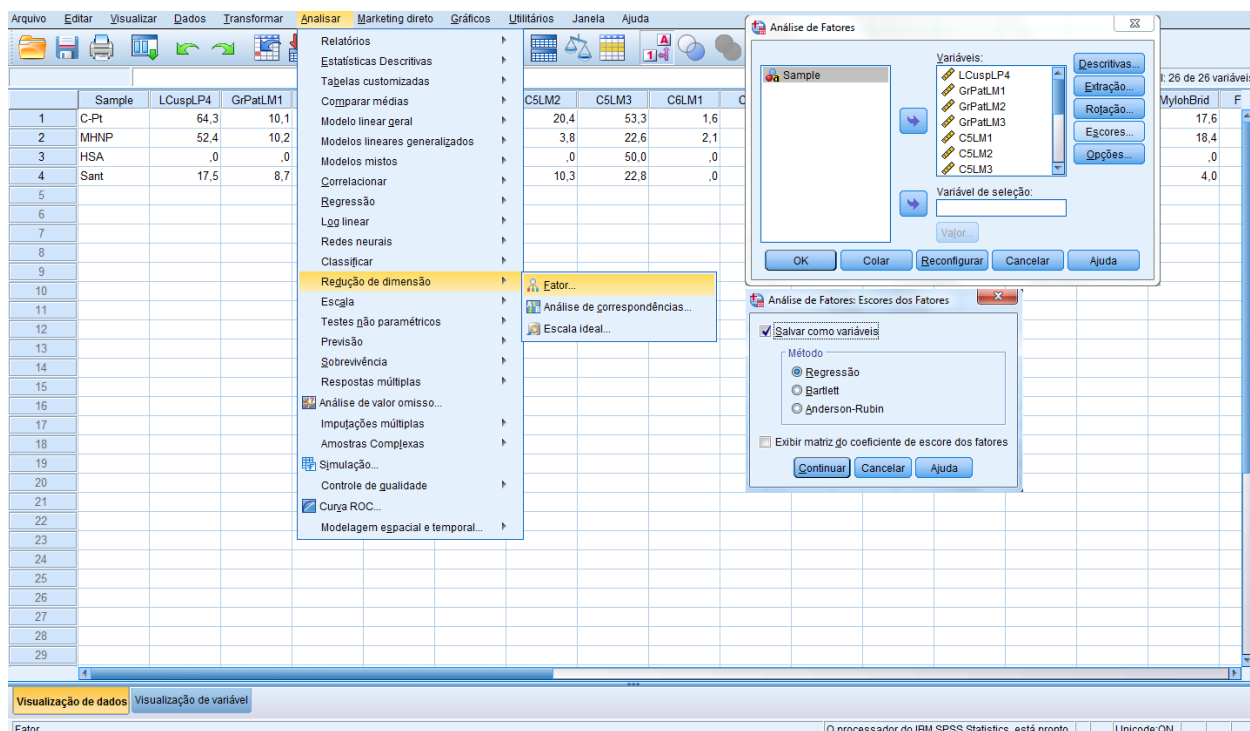


Figura 1 - Ilustração dos passos necessários para realizar a análise de componentes principais (PCA) no SPSS (v. 23).

A geração de gráficos de dispersão realiza-se em Gráficos>Caixas de diálogo legadas>Dispersão/ponto..., selecionando-se seguidamente a opção “Dispersão simples” para produzir um gráfico bidimensional (recorrendo aos dois primeiros componentes) ou “Dispersão 3D” para produção de um gráfico tridimensional (representado os três primeiros componentes) ([Figura 2](#)). Na seguinte janela é possível definir que variável terá a sua variação representada no eixo X e no eixo Y (bem como o eixo Z, no caso do gráfico 3D).

Cada variável será escolhida de entre os fatores extraídos pelo PCA. Assim, no eixo X será inserida a variável relativa às pontuações do fator (ou componente) 1 (com a etiqueta “REGR factor score 1 for analysis 1 [FAC1_1]”). No eixo Y caberão então as pontuações do fator 2 (eventualmente as pontuações do fator 3 serão inseridas no eixo Z, nos gráficos 3D). No campo “Rotular casos por” deve inserir-se a variável que identifica as amostras (p. ex.: “Amostra” ou “ID”). Em seguida, na janela “Opções...” deve selecionar-se “Exibir gráfico com rótulos de

caso”. [O duplo clique no gráfico gerado no documento de saída (“output”) do SPSS permite a sua edição. Cada elemento é editável mediante duplo clique (edição de todos os elementos do mesmo tipo) ou duplo

clique e clique em elemento específico (edição de um elemento apenas). Assim, é possível alterar formas, cores e texto no gráfico, bem como adicionar alguns elementos.

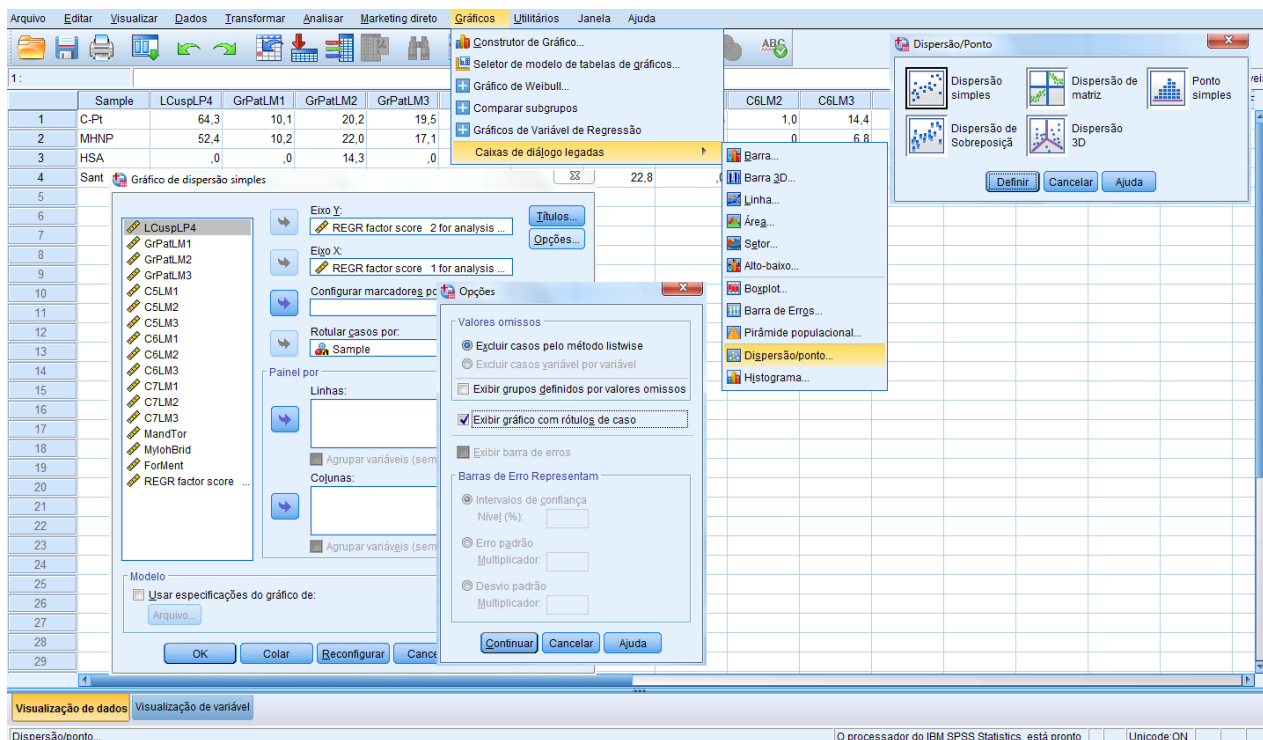


Figura 2 - Ilustração dos passos necessários para produzir gráficos de dispersão no SPSS (v. 23).

Resultados e Discussão

A tabela de comunalidades (não incluída) indica que a totalidade da variação contida em cada carácter não-métrico é representada pelos componentes identificados pelo PCA. A [Tabela 1](#) resume as cargas de cada componente (correlação entre variáveis e componentes), os autovalores (“eigenvalues”) e a variação de cada componente (e variação total, a cumulação da variação representada pelos componentes com autovalor > 1).

A análise de componentes principais (PCA) dos dezasseis caracteres discretos analisados nas quatro amostras gerou três componentes principais (entre os que apresentam autovalor > 1).

As cargas positivas fortes (> 0,5) do componente 1 (C1) encontram-se em doze caracteres (variação de cúspides linguais no 4PI, padrão de cúspides em todos os molares inferiores, C5 no 2MI, C6 nos 1MI e 3MI, C7 em todos os molares inferiores, toro mandibular e ponte milo-hióidea); a única carga negativa forte (< -0,5) no C1 surge no

carácter forames mentais. No C1 (ou Fator 1; eixo X na [Figura 3](#)) as amostras têm a seguinte ordem (da esquerda para a direita): 1) HSA, 2) Santarém, 3) Coimbra, e 4) MHNP. Tal significa que, na generalidade, as variáveis com carga positiva têm uma relação diretamente proporcional ao C1. Isto é, a frequência da variável é maior nas amostras quanto mais à direita no C1 a amostra esteja. No caso dos forames mentais, variável de carga negativa, a sua frequência é

inversamente proporcional ao C1: é menor quanto mais à direita a amostra esteja.

As variáveis com maior correlação (de carga positiva forte; $> 0,5$) com o C2 são a cúspide 5 e a cúspide 6 nos 2MI e 3MI; e (de carga negativa forte; $< -0,5$) a cúspide 7 no 3MI. No C3, as cargas positivas fortes são a C5 e a C6 no 1MI, a C7 no 2MI e o toro mandibular. Já a carga negativa forte do C3 encontra-se unicamente na C5 do 2MI ([Tabela 1](#)).

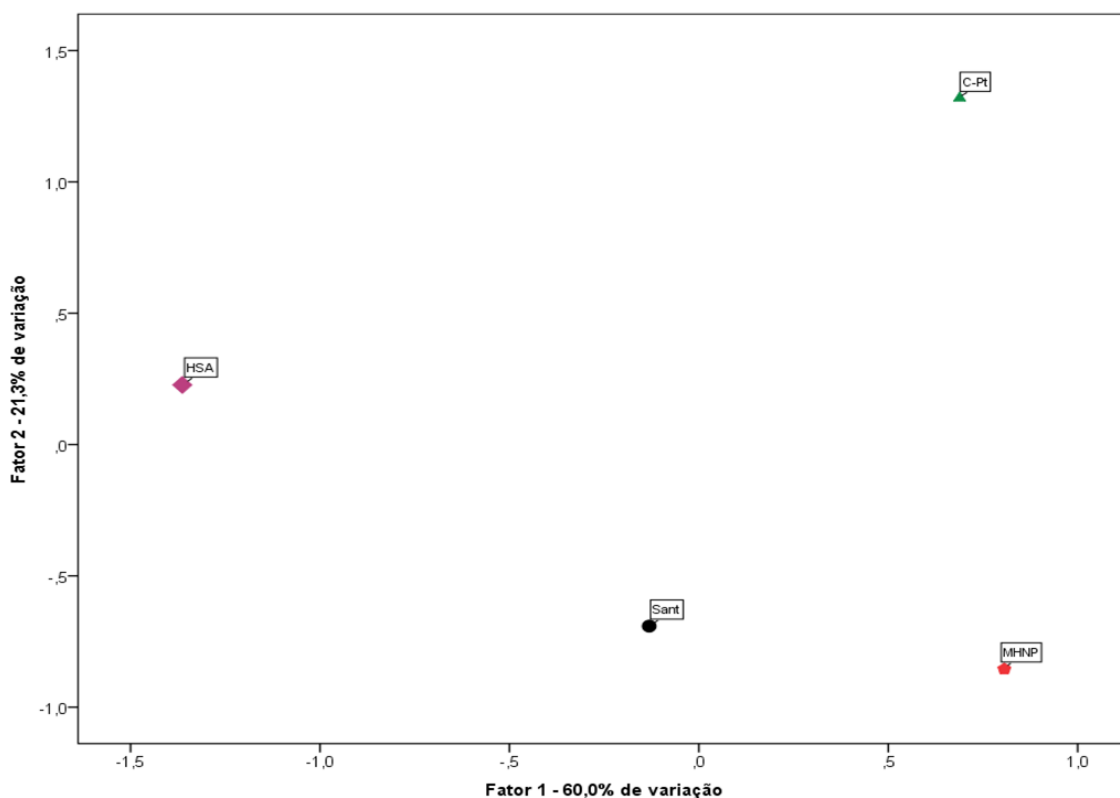


Figura 3 - Gráfico de dispersão dos dois primeiros componentes resultantes da análise das amostras de Coimbra (C-Pt), Hospital de Santo António do Porto (HSA), Santarém Moderno (Sant) e Museu de História Natural da Universidade do Porto (MHNP).

A [Figura 3](#) é um gráfico de dispersão que representa os dois primeiros componentes (eixos ou fatores de variação), revelando a

posição relativa das amostras ao longo dos mesmos. Estes eixos correspondem a um total de 81,3% da variação entre amostras.

Ao longo do C1, MHNP e Coimbra (C-Pt) são as amostras mais próximas. Coimbra encontra-se entre MHNP e Santarém (Sant). A amostra mais distante é HSA (Hospital de Santo António, no Porto), apenas

relativamente próxima de Santarém. O C2 apresenta maior proximidade entre MHNP e Santarém, sendo HSA intermédia entre o grupo dessas duas amostras (MHNP e Santarém) e Coimbra.

Tabela 1 - Matriz com cargas dos componentes, autovalores e variações do PCA que analisa amostras de Coimbra, HSA, MHNP e Santarém.

Carácter (dente)	C1	C2	C3
Varição das Cúspides Linguais (4PI) += ASU 2-9	<u>0,938</u>	0,311	0,150
Padrão de Cúspides (1MI) += ASU X	<u>0,958</u>	-0,096	-0,269
Padrão de Cúspides (2MI) += ASU Y	<u>0,914</u>	-0,320	-0,248
Padrão de Cúspides (3MI) += Y	<u>0,901</u>	-0,054	-0,431
C5 (1MI) += ASU 1-5	-0,242	0,251	<u>0,937</u>
C5 (2MI) += 1-5	<u>0,588</u>	<u>0,618</u>	<u>-0,522</u>
C5 (3MI) += ASU 1-5	-0,323	<u>0,926</u>	0,196
C6 (1MI) += ASU 1-5	<u>0,857</u>	0,097	<u>0,507</u>
C6 (2MI) += ASU 1-5	0,459	<u>0,879</u>	-0,127
C6 (3MI) += ASU 1-5	<u>0,820</u>	<u>0,558</u>	-0,131
C7 (1MI) += ASU 1-4	<u>0,966</u>	-0,208	0,152
C7 (2MI) += ASU 1-4	<u>0,604</u>	-0,492	<u>0,627</u>
C7 (3MI) += ASU 1-4	<u>0,777</u>	<u>-0,586</u>	0,229
Toro Mandibular += ASU 1-3	<u>0,706</u>	0,280	<u>0,650</u>
Ponte Milo-hióidea += +	<u>0,938</u>	0,168	0,302
Forames Mentais += > 2	<u>-0,860</u>	0,241	0,450
Varição identificada	C1	C2	C3
Autovalor	9,593	3,401	3,007
Varição*	60,0%	21,3%	18,8%
Varição total*	60,0%	81,3%	100,0%

C: componente. Os valores salientados representam cargas fortes positivas (> 0,5; negrito) e negativas (< 0,5; negrito e sublinhado) em cada componente. * Valores arredondados à primeira casa decimal.

O eixo X corresponde ao componente 1, que representa 60,0% da variação entre as amostras. O eixo Y corresponde ao C2, representante de apenas 21,3% da variação. A interpretação deste gráfico deve ter em conta não apenas as posições de cada

amostra, mas também que o eixo Y não tem a mesma importância do que o eixo X, por representar apenas cerca de um terço da variação. Ou seja, a distância absoluta representada no gráfico não corresponde à

realidade, por sobrestimar a variação encontrada no C2.

Portanto, apesar da amostra de Coimbra parecer equidistante em relação a MHNP e Santarém, está mais próxima de MHNP no eixo X, mais representativo da variação, portanto é feneticamente mais semelhante a esta. MHNP, por sua vez, aparenta estar mais próxima de Santarém do que de Coimbra. No entanto, está muito próxima de Coimbra no eixo Y, que equivale quase ao triplo da variação do eixo X. Assim, é possível afirmar maior afinidade biológica entre MHNP e Coimbra, do que entre MHNP e Santarém. A

forma mais simples de visualizar a diferente importância de cada eixo (refletindo a variação de cada um) é a alteração da proporção visual do gráfico de dispersão (o que, no SPSS, apenas é possível nos gráficos bidimensionais), como feito na [Figura 4](#). [Este gráfico é representativo da variação presente nos dois eixos, porém esta solução (alteração das proporções do gráfico) é pouco ortodoxa, não tem paralelos conhecidos na literatura da área, e deve ser considerada apenas um exemplo para facilitar a visualização e interpretação.]

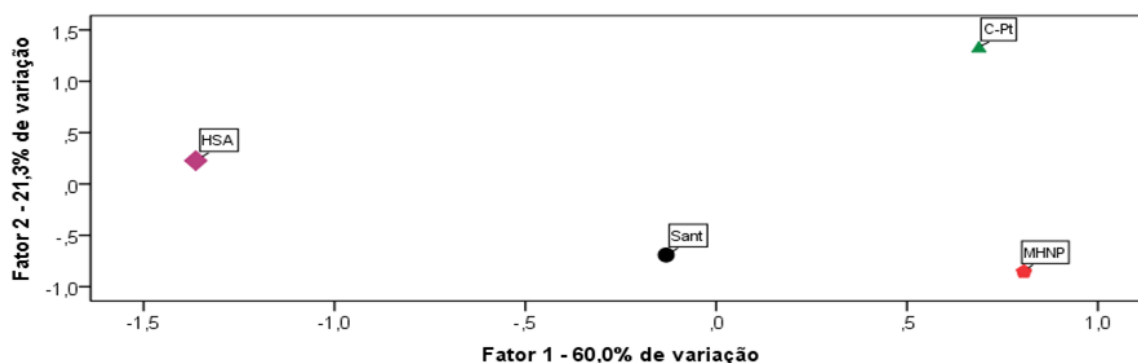


Figura 4 - Gráfico de dispersão dos dois primeiros componentes resultantes da análise das amostras de Coimbra (C-Pt), Hospital de Santo António do Porto (HSA), Santarém Moderno (Sant) e Museu de História Natural da Universidade do Porto (MHNP). [Adaptado à proporção da variação de cada componente.]

A [Figura 5](#) corresponde a novo gráfico de dispersão, desta feita tridimensional, representando os componentes 1, 2, e 3. A variação entre as amostras é representada na totalidade. O C1 e o C2 contém a mesma informação já explícita na [Figura 3](#) (e na [Figura 4](#)). O C3 corresponde a 18,8% da variação. Ao longo do fator 3 as amostras

mais próximas são HSA e MHNP. A amostra mais distante é Santarém. Entre HSA e Santarém encontra-se Coimbra.

As relações entre as amostras aparentam um critério cronológico, quando o C1 é considerado. HSA é cronologicamente heterogênea (séculos XVII a XX), o que pode estar ligado ao seu afastamento; no entanto,

a explicação mais parcimoniosa sugere que este afastamento se deva ao diminuto tamanho desta amostra. Santarém, a amostra intermédia, é do século XVIII. Tanto

MHNP como Coimbra são recentes (século XIX a meados do século XX).

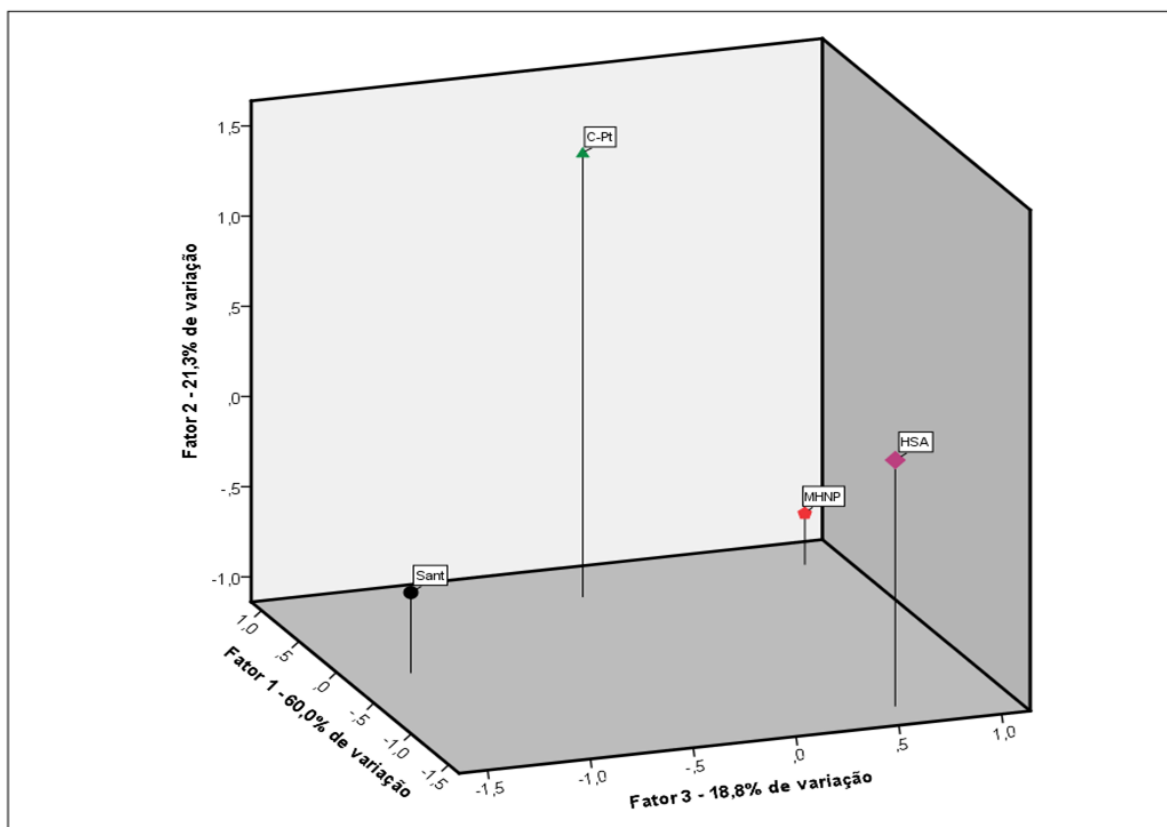


Figura 5 - Gráfico de dispersão dos três componentes resultantes da análise das amostras de Coimbra (C-Pt), Hospital de Santo António do Porto (HSA), Santarém Moderno (Sant) e Museu de História Natural da Universidade do Porto (MHNP).

O C2 não tem um padrão de relações fácil de discernir, já que parece haver alguma aleatoriedade na distribuição das amostras. Tal pode estar relacionado com diferenças no tamanho das amostras (HSA é uma amostra muito limitada) ou em fatores que não foram controlados, tais como o desgaste oclusal (ver [Burnett et al., 2013](#)), características

internas das amostras (dimorfismo sexual, correlação entre variáveis), diferenças em métodos de contagem ou erro intra-observador (p. ex.: [Marado, 2014](#); [Marado e Silva, 2016b](#)).

Finalmente, o C3 indica uma distribuição geográfica das amostras. As amostras do Porto, no Norte de Portugal, são separadas

de Coimbra em cerca de 110km; aproximadamente a mesma distância separa Coimbra de Santarém. Ambas as amostras do Norte se agrupam. Coimbra e Santarém, no Centro e Centro-Sul de Portugal (respetivamente), estão distribuídas paralelamente ao seu distanciamento geográfico.

Deve salientar-se que quaisquer conclusões relativas à amostra do Hospital de Santo António (Porto), ou HSA, são questionáveis pelo muito reduzido tamanho amostral. Como mencionado, o PCA não considera o tamanho da amostra e não proporciona um teste de significância estatística. Assim, o tamanho das amostras deve ser ponderado nas interpretações deste método.

Os resultados gerais demonstram uma proximidade generalizada entre as amostras, cujas divergências são provavelmente devidas à falta de uma amostra divergente (“outlier”) que introduzisse um contraste (conforme mencionado, o PCA não gera distâncias absolutas, apenas salienta a variação existente nas variáveis das amostras incluídas). Dois eixos de variação são geralmente explicáveis por fatores cronológicos (o principal, C1) e geográficos (C3)

Agradecimentos

A Professora Sofia Wasterlain e o Professor Joel D. Irish ajudaram aos primeiros passos nos campos da estatística e métodos quantitativos em SPSS. A Professora Ana Maria Silva providenciou apoio e discussão indispensáveis à realização deste artigo. O Departamento de

Ciências da Vida da Universidade de Coimbra permitiu o acesso do autor às coleções de crânios e mandíbulas identificadas. Dois revisores anónimos contribuíram para melhorar o texto.

O autor é apoiado por uma bolsa de investigação da Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho (referência UMINHO-UAUM/Comp. Nº 7361/2013 (Valença)/2013) no âmbito do projeto "Requalificação urbana do centro histórico de Valença", co-financiado pelo Município de Valença.

Bibliografia

Burnett, S.E.; Irish, J.D.; Fong, M.R. 2013. Wear's the problem? Examining the effect of dental wear on studies of crown morphology. In: Scott, G.R.; Irish, J.D. (eds.) *Anthropological perspectives on dental morphology: genetics, evolution, variation*. New York, Cambridge University Press: 535-554.

Coppa, A.; Cucina, A.; Hoogland, M.L.P.; Lucci, M.; Luna Calderón, F.; Panhuysen, R.G.A.M.; Tavares María, G.; Valcárcel Rojas, R.; Vargiu, R. 2008. New evidence of two different migratory waves in the circum-Caribbean area during the pre-Columbian period from the analysis of dental morphological traits. In: Hoffman, C. L.; Hoogland, M.L.P.; van Gijn, A.L. (eds.) *Crossing the borders. New methods and techniques in the study of archaeological materials from the Caribbean*. Tuscaloosa, The University of Alabama Press: 195-213.

Costa, P.B. 2006. *Diagnósticos do passado: Estudo paleobiológico de um ossário proveniente do antigo cemitério do Hospital de Santo António do Porto*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Costa, T.M.D. 2007. *Vidas passadas, memórias futuras: contribuição para o estudo paleobiológico de um ossário proveniente dos jardins do Hospital de Santo António do Porto*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Delgado-Burbano, M.E. 2007a. Population affinities of African Colombians to Sub-Saharan Africans based on dental morphology. *Homo - Journal of Comparative Human Biology*, 58: 329-356.

- Delgado-Burbano, M.E. 2007b. Variación dental no-métrica y el tráfico de esclavos por el atlántico: La ascendencia biológica y los orígenes geográficos de una población afro-colombiana. *Revista Española de Antropología Física*, 27: 13-32.
- Gomes, T.A.S. 2005. *Murmúrios medievais de Santarém: Análise antropológica de uma amostra da Necrópole medieval da Rua dos Barcos, Ribeira de Santarém*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Gonçalves, C. 2010. *Ao Largo de Santarém... Estudo de uma amostra osteológica humana exumada no Largo Cândido dos Reis, Santarém (XVI-XVIII)*. Dissertação de Mestrado em Evolução Humana, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Graça, V.P.C. 2010. *Scallabis no alvorecer da Modernidade. Análise paleobiológica de uma amostra osteológica humana exumada no Largo Cândido dos Reis (Santarém)*. Dissertação de Mestrado em Evolução Humana, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Harris, E.F. 2008. Statistical applications in dental anthropology. In: Irish, J.D.; Nelson, G.C. (eds.) *Technique and application in dental anthropology*. New York, Cambridge University Press: 35-67.
- Hauser, G.; De Stefano, G.F. 1989. *Epigenetic variants of the human skull*. Estugarda, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller).
- Hughes, T.E.; Townsend, G.C. 2013. Twin and family studies of human dental crown morphology: Genetic, epigenetic, and environmental determinants of the modern human dentition. In: Scott, G.R.; Irish, J.D. (eds.) *Anthropological perspectives on dental morphology: genetics, evolution, variation*. New York, Cambridge University Press: 31-68.
- Irish, J.D. 1998. Dental morphological affinities of Late Pleistocene through recent sub-Saharan and North African peoples. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris [Nouvelle Série]*, 10 (3-4): 237-272.
- Irish, J.D. 2010. The Mean Measure of Divergence: Its utility in model-free and model-bound analyses relative to the Mahalanobis D2 distance for nonmetric traits. *American Journal of Human Biology*, 22: 378-395.
- Irish, J.D.; Guatelli-Steinberg, D. 2003. Ancient teeth and modern human origins: An expanded comparison of African Plio-Pleistocene and recent world dental samples. *Journal of Human Evolution*, 45 (2): 113-144.
- Marado, L.M. 2010. *Análise dos caracteres discretos da dentição inferior e do osso mandibular numa série do Museu de História Natural (FCUP)*. Dissertação de Mestrado em Evolução Humana, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Marado, L.M. 2012. The value of dental morphology in the archaeological context: Example of a Portuguese population from the late 19th and early 20th centuries. In: Cascalheira, J.; Gonçalves, C. (eds.) *Actas das IV Jornadas de Jovens em Investigação Arqueológica - JIA 2011*, Vol. I, 11 a 13 de Maio, 2011. Faro, Universidade do Algarve: 109-114.
- Marado, L.M. 2014. *Characterization of the dental morphology of a Portuguese sample from the 19th and 20th centuries*. Tese de Doutoramento em Antropologia, ramo de especialização em Antropologia Biológica, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Marado, L.M.; Cunha, C.; Silva, A.M. No prelo. *Glossário de morfologia dentária - Tradução para Português da terminologia usada em Inglês. Antropologia Portuguesa* [Aceite em 12/04/2016].
- Marado, L.M.; Silva, A.M. 2016a. Dental and oral nonmetric traits in a Coimbra reference sample: testing intrasample chronological and spatial variation. *Archaeological and Anthropological Sciences*, DOI: 10.1007/s12520-016-0455-4.
- Marado, L. M.; Silva, A.M. 2016b. The mandibular molar pit-tubercle (MMPT) dental nonmetric trait: comprehensive analysis of a large sample. *Homo - Journal of Comparative Human Biology*. DOI: 10.1016/j.jchb.2016.09.003
- Pinto, R.J.S. 2006. *Memórias registadas: Estudo paleoantropológico de uma amostra de ossário, exumado do Hospital Geral de Santo António da cidade do Porto*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Pombal, C.M.P.S. 2006. *Necrópole da rua dos barcos: Estudo paleoantropológico de uma amostra da população medieval da ribeira de Santarém*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Rodrigues, Z.M. 2005. *Enigmas medievais da morte em Ribeira de Santarém: Análise paleoantropológica de uma amostra de 20 esqueletos exumados da Necrópole Medieval da rua dos Barcos em Ribeira de Santarém*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Scott, G.R.; Maier, C.; Heim, K. 2016. Identifying and recording key morphological (nonmetric) crown and root traits. In: Irish, J.D.; Scott, G.R. (eds.) *A Companion to Dental Anthropology*. Chichester, Wiley-Blackwell: 247-264.

Scott, G.R.; Turner, C.G. 1997. *The anthropology of modern human teeth. Dental morphology and its variation in recent human populations*. Cambridge studies in Biological Anthropology. Cambridge, Cambridge University Press.

Simão, P.I.P. 2005. *Regresso a Santarém medieval: Análise paleodemográfica, morfológica e paleopatológica de uma população medieval de Santarém*. Dissertação de Licenciatura em Antropologia, Departamento de

Antropologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Tereso, S. 2009. *Memórias no Largo: Estudo de uma amostra osteológica humana exumada no Largo Cândido dos Reis Santarém (XVI-XVIII)*. Dissertação de Mestrado em Evolução Humana, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

Turner, C.G., II; Nichol, C.R.; Scott, G.R. 1991. Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University Dental Anthropology System. In: Kelley, M.A.; Larsen, C.S. (eds.) *Advances in Dental Anthropology*. New York, Wiley-Liss: 13-31.