

Daniela Filipa Abreu Pacheco

# Desgaste Dentário e Topografia Dentária em Relação com a Idade Mediante a Análise da Morfometria Geométrica em R: Aplicação ao Estudo dos Caçadores-Recolectores

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Evolução e Biologia Humanas, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Cláudia Umbelino (Universidade de Coimbra) e Professor Doutor Alejandro Pérez-Pérez (Universidade de Barcelona)

Julho 2016

## Sumário

<b>Lista de Figuras</b> .....	iv
<b>Lista de Tabelas</b> .....	vii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>Resumo</b> .....	ix
<b>Agradecimentos</b> .....	x
<b>CAPÍTULO 1: Introdução</b> .....	1
1.1 Dentição Humana .....	2
1.2 Desgaste Dentário .....	7
1.3 Técnicas de Estudo da Morfologia Dentária.....	9
1.3.1 Morfometria Geométrica .....	9
1.3.2 Topografia Dentária .....	12
1.4 Objetivos do Estudo.....	13
<b>CAPÍTULO 2: Material</b> .....	15
2.1 Amostras .....	15
2.1.1 Amostra de Referência.....	15
2.1.2 Amostras de Comparação .....	17
a. Aborígenes Australianos .....	18
b. Esquimós de Point Hope .....	19
<b>CAPÍTULO 3: Metodologia</b> .....	21
3.1 Obtenção da Amostra de Referência .....	21
3.2 Tratamento de Dados .....	22
3.3 Morfometria Geométrica .....	24
3.3.1 Cálculo do erro intra e inter-observadores.....	27
3.4 Topografia Dentária.....	27
3.5 Análise Estatística.....	28

3.5.1 Erro Inter e Intra-observador .....	29
<b>CAPÍTULO 4: Resultados</b> .....	30
4.1 Erro Inter e Intra-observador .....	30
4.2 Amostra de Referência.....	32
4.2.1 Estatística Descritiva.....	32
4.2.2 Estatística Inferencial.....	37
4.3 Amostra de Caçadores-Recolectores .....	43
4.3.1 Estatística Descritiva.....	43
4.3.2 Estatística Inferencial.....	47
<b>CAPÍTULO 5: Discussão</b> .....	50
5.1 Erros Inter e Intra-observador .....	50
5.2 Amostra de Referência.....	51
5.5 Aplicação ao Estudo dos Caçadores-Recolectores .....	60
<b>CAPÍTULO 6: Conclusão</b> .....	66
<b>Referência Bibliográficas</b> .....	69
<b>Apêndices</b> .....	74
A – Metodologia usada no Tratamento de dados	
B – Resultado do número de <i>pseudo-landmarks</i> , entre 600 a 4800.	

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Termos específicos para descrever os vários lados de um dente atendendo à sua posição e orientação na arcada dentária. ....	4
<b>Figura 2</b> – Morfologia dentária de um dente humano (Retirado de Górká, 2015). ....	5
<b>Figura 3</b> – Desgaste por atrito oclusal envolvendo os molares em movimentos rotativos no processo de mastigação da comida (retirado de Górká, 2015 <i>in</i> : Davis, 2013). ....	8
<b>Figura 4</b> – Processo de eliminação dos efeitos de posição, tamanho e orientação das formas originais mediante AGP (Adaptado de Galbany et al., 2014). ....	11
<b>Figura 5</b> – Gráfico com o número total de molares por cada grupo de idade. ....	16
<b>Figura 6</b> – Mapa de Austrália (retirado de Clement et al., 2008). ....	18
<b>Figura 7</b> – (esquerda) Mapa do Alasca assinalando a Península de Point Hope. (direita) Mapa da Península de Point Hope mostrando o local da população de Tiagara (Retirado de Madimenos, 2005). ....	19
<b>Figura 8</b> – Realização de moldes dentários (Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra). Foto própria. ....	21
<b>Figura 9</b> – Réplica dentária do indivíduo 1142 da coleção <i>Trocas Internacionais</i> e respetivas caixas onde foram guardadas e identificadas. Foto própria. ....	22
<b>Figura 10</b> – Scanner <i>DAVID SLS-2</i> . Foto própria. ....	22
<b>Figura 11</b> – Exemplo da criação de superfícies a partir da triangulação (retirado do <i>Geomagic User Guide</i> , 2013). ....	23
<b>Figura 12</b> – Eliminação de pré-molares (vermelho) mediante o programa <i>MeshLab</i> . ...	24
<b>Figura 13</b> – Protocolo para os 8 <i>landmarks</i> (primeiro molar inferior esquerdo da amostra de referência). L1: JCE lingual-proximal; L2: JCE lingual-central; L3: JCE lingual-distal; L4: oclusal-distal; L5: JCE vestibular-distal; L6: JCE vestibular-central; L7: JCE vestibular-proximal; L8: oclusal-proximal. ....	25
<b>Figura 14</b> – Construção e recorte do <i>template</i> do molar inferior mediante o programa <i>Geomagic</i> (à esquerda) e distribuição dos 4800 <i>pseudo-landmarks</i> a partir do programa <i>Geomorph</i> em <i>RStudio</i> (à direita). ....	26
<b>Figura 15</b> – Malha de pontos equidistantes proveniente da digitalização dos <i>landmarks</i> pelo programa <i>Geomorph</i> em <i>R</i> e a sua conversão numa superfície em <i>Geomagic</i> . ....	27
<b>Figura 16</b> – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da primeira componente distribuídos por molar e por grupos etários. ....	33

<b>Figura 17</b> – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da segunda componente distribuídos por molar e por grupos etários. ....	33
<b>Figura 18</b> – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da terceira componente distribuídos por molar e por grupos etários. ....	34
<b>Figura 19</b> – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da quarta componente distribuídos por molar e por grupos etários. ....	34
<b>Figura 20</b> – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em primeiros molares inferiores. ....	38
<b>Figura 21</b> – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em segundos molares inferiores. ....	38
<b>Figura 22</b> – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em primeiros molares superiores. ....	39
<b>Figura 23</b> - Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em segundos molares superiores. ....	39
<b>Figura 24</b> – Correlação entre a CP1 e a RFI em primeiros molares superiores. ....	42
<b>Figura 25</b> – Correlação entre a CP1 e a RFI em primeiros molares inferiores. ....	42
<b>Figura 26</b> – Correlação entre a CP1 e a RFI em segundos molares superiores. ....	42
<b>Figura 27</b> – Correlação entre a CP1 e a RFI em segundos molares inferiores. ....	42
<b>Figura 28</b> – Gráfico com percentagens do número total de molares por população. ....	43
<b>Figura 29</b> – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da quarta componente distribuídos por populações e molares. ....	44
<b>Figura 30</b> – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da quarta componente distribuídos por populações e molares. ....	45
<b>Figura 31</b> – Distribuição das três populações tendo em conta a CP1 e a CP2 em primeiros molares inferiores e respetivas imagens geradas pela ACP com os valores máximos e mínimos de cada dente. ....	48
<b>Figura 32</b> – Gráfico de dispersão com elipses de cada observador demonstrando a média das cinco repetições para os 10 molares. ....	51

<b>Figura 33</b> – Gráfico de dispersão com elipses demonstrando a média das cinco repetições para os 10 molares de um só observador.....	51
<b>Figura 34</b> – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP2 em primeiros molares inferiores. ....	53
<b>Figura 35</b> – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP2 em segundos molares superiores. ....	54
<b>Figura 36</b> – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP3 em segundos molares superiores. ....	55
<b>Figura 37</b> – Valores médios de OPCR por grupo etário.....	58
<b>Figura 38</b> – Regressão linear do valor de RFI com a idade em cada molar. ....	58
<b>Figura 39</b> – Regressão linear do valor de DNE com a idade em cada molar. ....	58
<b>Figura 40</b> – Gráfico de correlação entre a CP1 e a RFI em primeiros molares inferiores. E valores de RFI demonstrando um indivíduo com valores elevados (CO49) e um indivíduo com valores baixos (CO214).....	59
<b>Figura 41</b> – Regressão linear do valor de RFI com a CP1 em segundos molares inferiores e respetivas imagens geradas pela ACP com os valores máximos e mínimos de cada dente. ....	62
<b>Figura 42</b> – Regressão linear do valor de DNE com o valor de OPCR em cada população e para cada molar. ....	65

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Número total de molares analisados e sua distribuição por tipologia e por sexos. ....	16
<b>Tabela 2</b> – Distribuição da amostra de Caçadores-Recolectores por tipo de molar. ....	17
<b>Tabela 3</b> – Descrição dos <i>landmarks</i> selecionados para os molares em estudo. ....	25
<b>Tabela 4</b> – Erro padrão médio obtido para cada CP e para cada observador. ....	30
<b>Tabela 5</b> – Coeficiente de variação do erro padrão para cada CP e para cada observador. ....	30
<b>Tabela 6</b> – Percentagens de variação obtidas para cada variável de topografia dentária por observador. ....	31
<b>Tabela 7</b> – Nível de significância (p) para todas as variáveis analisadas mediante o teste ANOVA. ....	31
<b>Tabela 8</b> – Comparação das variáveis com valores significativos entre os observadores a partir dos resultados do teste de Bonferroni. ....	31
<b>Tabela 9</b> – Caracterização da amostra de Coimbra quanto às variáveis de topografia dentária para cada tipo de molar com respetivas médias e desvio padrão. ....	35
<b>Tabela 10</b> – Caracterização da amostra de Coimbra quanto às variáveis de topografia dentária para cada sexo com respetivas médias e desvio padrão. ....	36
<b>Tabela 11</b> – Caracterização da amostra de Coimbra da quanto às variáveis de topografia dentária para cada grupo etário com respetivas médias e desvio padrão. ....	36
<b>Tabela 12</b> – Variância explicada pelas quatro componentes principais para cada molar. ....	37
<b>Tabela 13</b> – Correlação de Pearson (r) entre a idade, as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM1 (n=113) e UM1 (n=107). ....	40
<b>Tabela 14</b> – Correlação de Pearson (r) entre a idade, as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM2 (n=102) e UM2 (n=100). ....	41
<b>Tabela 15</b> – Caracterização da amostra quanto às variáveis de topografia dentária e primeira e segunda componentes principais para cada molar e população com respetivas médias e desvio padrão. ....	46
<b>Tabela 16</b> – Variância explicada das quatro componentes principais para cada molar. ....	47
<b>Tabela 17</b> – Correlação de Pearson (r) entre as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM1 (n=198) e UM1 (n=173). ....	49
<b>Tabela 18</b> – Correlação de Pearson (r) entre as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM2 (n=168) e UM2 (n=155). ....	49

## **Abstract**

The present work focuses on the study of dental wear and topography of 685 dental replicas (molars) belonging to adults of three population samples: one from the Coimbra Identified Skeletal Collection *Trocas Internacionais* (n= 422), of the early twentieth century, and two of hunter-gatherers: Australian Aborigines (n= 98) and Point Hope Eskimos (n= 168) using *R software*. For this study, a new methodology was developed focusing on three-dimension Geometric Morphometrics (GM 3D) based on *pseudo-landmarks*. It has the advantage of not requiring homologous landmarks on the tooth crown, and therefore, it can be applied on teeth with wear, which allows a considerable increase of the samples under study. The results revealed that this methodology is effective, showing a measurement error below 5%. Measures of dental topography, such as Relief Index (RFI), the Orientation Patch Count Rotated (OPCR) and Dirichlet Normal Energy (DNE) were also used to molar analysis.

The results obtained showed, on one hand, the existence of significant correlations between dental wear, the RFI and DNE with age. On the other hand, they allowed inferences about the diet abrasiveness pattern, taking into account the dental wear and the RFI. The OPCR seems to measure the degree of hardness of the diet, clearly separating the population of hunter-gatherers from the Coimbra.

The 3D dental analyses remain a field of inquiry not enough explored in the area of biological anthropology, which may provide interesting results with regard to the variability among modern humans and benefiting areas such as biological anthropology, paleoanthropology, primatology or forensic odontology.

**Key-words:** Dental Anthropology; Tooth Wear; Geometric Morphometrics 3D (GM 3D); Semi-landmarks; Dental Topography.

## Resumo

O presente trabalho centra-se no estudo do desgaste e da topografia dentária de 685 réplicas dentárias (molares) pertencentes aos indivíduos de três amostras populacionais: uma de Coimbra de inícios do século XX, pertencente à coleção identificada *Trocas Internacionais* (n= 422) e duas de caçadores-recolectores: Aborígenes Australianos (n= 98) e Esquimós de Point Hope (n= 168), mediante o *software R*. Este estudo implicou o desenvolvimento de uma nova metodologia de investigação centrada na morfometria geométrica em três-dimensões (MG 3D) baseada em *pseudo-landmarks*, que tem a vantagem de não necessitar de *landmarks* homólogos nas cúspides dos dentes e, conseqüentemente, poder ser aplicada em dentes com desgaste, o que permite um aumento considerável das amostras em estudo. Os resultados demonstraram que esta metodologia é segura, apresentando um erro de medição abaixo de 5%. Foram também usadas medidas de topografia dentária, como o Índice de Relevô (RFI), a Complexidade Oclusal (OPCR) e a Dirichlet Normal Energy (DNE) para a análise dos molares.

Os resultados obtidos mostraram, por um lado, a existência de correlações significativas entre o desgaste dentário, o RFI e a DNE com a idade. Por outro, permitiram inferir acerca dos padrões de abrasividade das dietas, tendo em conta o desgaste dentário e o RFI. A OPCR parece medir o grau de dureza da dieta, separando claramente a população de caçadores-recolectores da amostra de Coimbra.

As análises dentárias em 3D são um campo de indagação ainda pouco explorado na área da antropologia biológica podendo oferecer resultados interessantes no que concerne à variabilidade dentária em humanos modernos, beneficiando áreas como a antropologia dentária, a primatologia, a paleontologia e a odontologia forense.

**Palavras-chave:** Antropologia Dentária; Desgaste Dentário; Morfometria Geométrica em 3D (MG 3D); *Semi-landmarks*; Topografia Dentária.

## **Agradecimentos**

Antes de mais gostava de agradecer à Prof. Doutora Cláudia Umbelino não só por ter aceitado orientar esta dissertação de mestrado mas também por me ter ajudado a encontrar este projeto de investigação, o qual se revelou uma experiência pessoal e académica ímpar. Agradeço as palavras de apoio e de incentivo que nunca faltaram nas respostas aos meus e-mails. E por sempre estar presente e acreditar em mim apesar de eu me encontrar fora.

Ao Prof. Doutor Alejandro Martínez Pérez-Pérez, co-orientador do meu trabalho na Universidade de Barcelona, pela disponibilidade e ajuda que sempre demonstrou desde o meu primeiro dia. Agradeço por me ter recebido e confiado em mim durante todos estes meses. E sobretudo pelas palavras de coragem que me ajudaram a combater o *stress* acumulado, especialmente durante a parte final deste projeto, quando o tempo se revelou escasso.

Ao Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra, sobretudo à Professora Ana Luísa Santos, por me ter concedido o acesso à coleção osteológica identificada Trocas Internacionais, a qual viria a ser a amostra do meu estudo.

À Eli, por todo o apoio e paciência durante este ano. Pela dedicação infinita ao trabalho que levamos a cabo juntas.

Ao Dani Font pelo companheirismo e apoio crucial na etapa final do meu trabalho. Pela paciência e pelas palavras de coragem que nunca lhe faltaram. Por me mostrar um mundo além de Barcelona. E, sobretudo, por acreditar sempre em mim.

Por fim, agradeço aos amigos e à família que, de forma mais ou menos direta me foram dando palavras de apoio e incentivo, bem como momentos de tranquilidade e relaxamento necessários a um trabalho mais prolífero.

A todos vós o meu sincero obrigado!

## **CAPÍTULO 1: Introdução**

---

A antropologia dentária é uma subdisciplina da antropologia biológica que utiliza a informação proveniente dos dentes para resolver problemas antropológicos (Scott, 1997). O estudo do material dentário, quer de populações arqueológicas, quer de populações atuais, tem sido imprescindível para compreender os processos biológicos de evolução humana, permitindo inferir acerca dos comportamentos individuais e coletivos das populações, das suas condições de vida e das influências ambientais que atuam sobre o organismo. Neste sentido, os dentes constituem um material de indagação elementar e transversal a diversas áreas de estudo, como a antropologia biológica, a arqueologia, a paleontologia, a medicina dentária, a genética, as ciências forenses, a etnografia, entre outras (Scott, 1997), que conjuntamente proporcionam um entendimento profundo da dentição.

Um estudo exaustivo e transdisciplinar dos dentes pode ser bastante informativo. Por diversas razões estes têm sido, e são, fruto de numerosas investigações. Em primeiro lugar, têm a vantagem de serem compostos por materiais duros e resistentes que possibilitam uma excelente preservação ao longo do tempo (Hillson, 2005; White et al., 2012). Esta característica é responsável pelo facto de os dentes constituírem o material osteológico mais abundante e menos destrutível do registo fóssil (Pérez-Pérez et al., 2010; Galbany et al., 2014). Em segundo lugar, podem ser diretamente observados e estudados, quer em populações arqueológicas, quer em populações atuais, sem necessitar de uma dissecação ou uma radiografia, como acontece com os ossos (White et al., 2012), o que permite comparar as populações do passado com indivíduos vivos e analisar tendências evolutivas a curto e a longo tempo (Scott, 1997). Em terceiro lugar, ao serem ricos em traços determinados geneticamente (Scott e Turner II, 1988), o estudo dos dentes tem proporcionado a análise das afiliações taxonómicas e a reconstrução das relações filogenéticas (Galbany et al., 2014), bem como a determinação de processos microevolutivos e o traçar de movimentos migratórios (Guigliani et al., 2014).

Outra característica importante é que, ao contrário dos ossos, os dentes após a sua total erupção na cavidade oral, não sofrem qualquer tipo de modificação ou remodelação, excluindo as mudanças decorrentes do normal processo de desgaste dentário, patologias e modificações culturais (White et al., 2012). Como tal, são menos suscetíveis a flutuações ambientais que outras partes do esqueleto humano, o que

fornece uma elevada estabilidade ontogénica a certos traços anatómicos (Alt et al., 1998).

Além da componente genética, os antropólogos têm-se interessado pelo efeito do meio ambiente na dentição (Scott e Turner II, 1988). Uma vez que os dentes são a única parte do esqueleto em contato direto com o meio exterior e que desempenham uma função de extrema importância nos processos de mastigação e de alimentação, estes podem refletir certos aspetos da interação homem-natureza (Molnar, 1972). Como resultado, os dentes são espelhos das dietas, dos estilos de vida e das condições de saúde de espécies fósseis e atuais (Scott e Turner II, 1988; Scott, 1997; Hillson, 2005).

Por outro lado, podem também exibir modificações dentárias, acidentais ou intencionais, que refletem comportamentos culturais. Ou ainda fornecer pistas relevantes sobre o sexo e a idade dos indivíduos (White et al., 2012), podendo contribuir de forma significativa para a identificação dos indivíduos no campo da odontologia forense (Alt et al., 1998).

Apesar da principal função dos dentes envolver os processos de alimentação e mastigação, existem outros aspetos onde estes atuam e desempenham um papel importante, como por exemplo, na comunicação. Há certos sons da linguagem que apenas podem ser pronunciados com o uso dos dentes. Também exercem outras funções secundárias como a proteção da língua e o suporte dos músculos faciais, o que indiretamente determina a nossa aparência (Górka, 2015).

Tais características têm contribuído para que a dentição seja uma estrutura biológica de inigualável valor histórico e científico, funcionando como um verdadeiro documento de acesso ao passado humano.

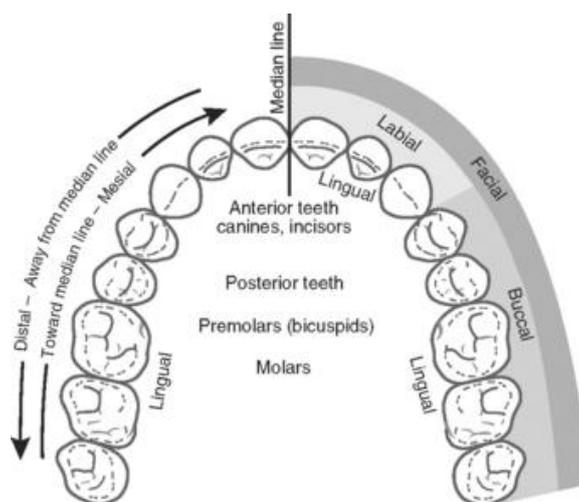
## **1.1 Dentição Humana**

Tal como a maioria dos mamíferos, os humanos caracterizam-se por ser *difiodontes* e *heterodontes*. *Difiodontes* significa que desenvolvem dois tipos de dentações sucessivas durante o seu tempo de vida. A primeira é conhecida por dentição decídua ou de leite. É composta por 20 dentes: dois incisivos, um canino, e dois molares em cada quadrante. Esta começa a surgir na cavidade oral entre os 6-12 meses e segue até aos 12 anos. Por volta desta idade estará formada a dentição permanente. Inicia-se aproximadamente aos 6 anos, quando o primeiro molar permanente, normalmente o inferior, erupciona e cessa por volta dos 18-25 anos, quando o último dente permanente, o terceiro molar, emerge. E inclui 32 dentes: dois incisivos, um canino, dois pré-molares e três molares em cada

quadrante. Existe um período em que ambas as dentições se encontram, denominado de dentição mista (Scott, 1997; Schwartz, 2007).

*Heterodontes* representa a presença de mais de um tipo de dente. Estes são divididos em incisivos, caninos, pré-molares e molares com morfologias e funções distintas (Scott, 1997; Schwartz, 2007). Os incisivos e os caninos formam a dentição anterior e são os primeiros dentes a terem contato com a comida. Possuem, portanto, morfologias mais afiadas e cortantes com a função de cortar e rasgar o alimento. Os pré-molares e, especialmente, os molares são usados para triturar a comida, e como tal são os maiores dentes, formando no seu conjunto a dentição posterior.

Normalmente os dentes dispõem-se na arcada dentária em determinada posição e orientação. Existindo termos específicos para designar os quatro lados de um dente (Figura 1). A face lingual refere-se à que está voltada para a língua. A face oposta a esta é denominada de bucal, labial ou vestibular e está voltada para o lado da boca. O comprimento buco-lingual descreve a largura do dente. Os lados mesial (anterior) e distal (posterior) referem-se aos outros lados do dente. Mesial diz respeito ao lado que está mais próximo da linha mediana da mandíbula e distal ao mais afastado. A dimensão medio-distal refere-se o comprimento do dente. Existem ainda duas outras superfícies, a intersticial (interproximal), que diz respeito à zona de contato entre dentes adjacentes e a oclusal ou de mastigação relativa à maior porção do dente, a coroa (Scott, 1997; Schwartz, 2007; White et al., 2012). Esta engloba as superfícies convexas e concavas que dão origem às diversas estruturas anatómicas de um dente. Podem ser eminências, como cúspides ou cristas, ou depressões, como sulcos, fissuras ou fossas (Hillson, 1986).



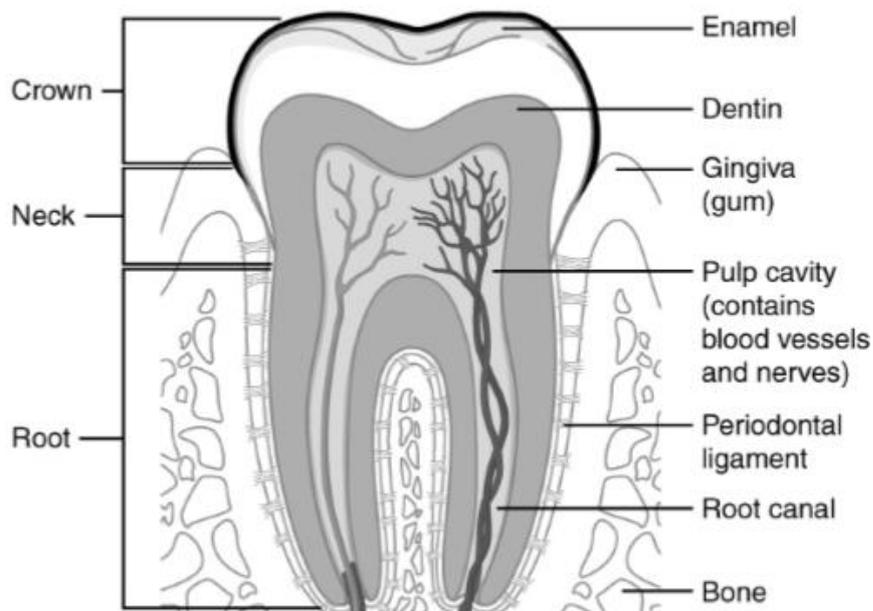
**Figura 1** – Termos específicos para descrever os vários lados de um dente atendendo à sua posição e orientação na arcada dentária.

Anatomicamente cada dente é dividido em duas componentes primárias: a coroa e a raiz (Scott, 1997). A coroa é a parte do dente que emerge na cavidade oral e a sua função está relacionada com a mastigação (Hillson, 1986). A raiz é a zona do dente que se encontra no interior dos alvéolos dos ossos mandibular e maxilar. A sua função é fixar o dente no alvéolo através de inserções do ligamento periodontal e de fibras de colagénio. O número de raízes varia consoante o tipo de dente e pode ir de uma até três. Na extremidade da raiz existe uma abertura através da qual passam os vasos sanguíneos e os nervos para o interior do dente (Hillson, 1986).

Quanto à sua composição, os dentes são formados por quatro tecidos dentários altamente mineralizados (Figura 2). Três dos quais duros – o esmalte, a dentina e o cimento – e um tecido mole – a polpa ou cavidade polpar (Hillson, 1986; Scott, 1997; Schwartz, 2007). A coroa e a raiz estão cobertas e protegidas pelo esmalte e o cimento, respetivamente. Sendo esta junção denominada de Junção Cimento-Esmalte (JCE) que forma a parte do colo ou cérvix (White et al., 2012). O esmalte dentário é caracterizado por ser um dos materiais biológicos mais duros do esqueleto humano, uma vez que o seu mineral integrante primário, a hidroxiapatite (fosfacto de cálcio inorgânico), confere uma estrutura externa dura ao dente. O cimento apresenta uma percentagem de colagénio similar à dos ossos e uma dureza superior à dentina (Swindler, 2002).

A seguir às camadas de esmalte e cimento encontra-se a primeira dentina, envolvendo a cavidade polpar. A dentina constitui a maior parte do dente e é formada na sua maioria por matéria orgânica (colagénio) e uma percentagem menor de matéria

inorgânica, o que lhe confere menos dureza respeitante ao esmalte (Swindler, 2002). A cavidade polpar é constituída por um tecido mole que contém os nervos e os vasos sanguíneos a partir dos quais o dente é nutrido em vida (Hillson, 1986; Scott, 1997; Schwartz, 2007). Quando o esmalte é desgastado ou partido a dentina é exposta, apresentando taxas de desgaste mais elevadas que o esmalte. Com o passar do tempo se o desgaste for muito severo pode chegar à cavidade polpar provocando a morte do nervo e, posteriormente, do dente. No entanto, se este desgaste for gradual, este dá tempo para o dente gerar uma segunda dentina, tão dura quanto a primeira, que prolonga a vida do mesmo (Schwartz, 2007).



**Figura 2** – Morfologia dentária de um dente humano (Retirado de Górká, 2015).

Para terminar, quanto à morfologia dos dentes, considera-se relevante apresentar uma breve descrição dos molares, com exceção dos terceiros, uma vez que são o objeto de estudo da presente investigação.

Entre todos os tipos de dentes, os molares são os que apresentam uma superfície oclusal de maior tamanho e complexidade, formada por várias cúspides e sulcos que permitem triturar e moer os alimentos (Evans, 2013). Geralmente, o primeiro molar é o maior apresentando uma ordem decrescente entre o primeiro e o terceiro. As principais diferenças entre os molares superiores e inferiores dizem respeito à superfície da coroa.

Os superiores têm uma superfície mais inclinada e uma forma de paralelogramo, enquanto os inferiores têm uma forma mais retangular por possuírem um comprimento mesio-distal maior que o buco-lingual, ao contrário dos superiores.

O primeiro molar superior é o dente que apresenta a maior estabilidade morfológica entre todos os molares (Scott e Turner II, 1988). Normalmente tem quatro cúspides, duas bucais (protocone e paracone) e duas linguais (metacone e hypocone), podendo, por vezes, apresentar uma cúspide extra – a cúspide de carabelli – localizada entre a superfície lingual do metacone. Tem, normalmente, uma forma romboide. O hypocone (cúspide disto-lingual) está geralmente bem definido. A cúspide mesio-bucal (protocone) é comumente a maior e o hypocone a mais pequena (White et al., 2012).

O segundo molar superior é geralmente mais pequeno que o primeiro e apresenta uma maior variabilidade morfológica. Apesar das quatro cúspides ser o padrão normal, este pode mostrar um hypocone reduzido ou mesmo ausente, o que lhe confere uma forma em normal oclusal de “coração”. A cúspide mesio-lingual é frequentemente a maior e a disto-lingual (hypocone), quando presente, a mais pequena (White et al., 2012).

De um modo geral a morfologia do primeiro molar inferior deriva de um padrão oclusal Y-5, com cinco cúspides em vez de quatro, três vestibulares (protoconid, paraconid e hypoconulid) e duas linguais (entoconid e hypoconid), traduzindo-se numa forma mais retangular em normal oclusal. No entanto, existe alguma variabilidade entre os seus padrões oclusais podendo ser encontrados padrões com quatro cúspides +4, com seis cúspides, *tuberculum sextum*, que é uma cúspide pequena localizada entre a cúspide distal e a disto-lingual ou ainda com sete cúspides, *tuberculum intermedium*, uma cúspide extra localizada entre as cúspides linguais. A cúspide mesio-bucal (protoconid) é a maior e a mais alta de todas e a distal (hypoconulid) a mais pequena. As cúspides bucais são oclusalmente menos proeminentes que as linguais e apresentam maiores taxas de desgaste dentário (White et al., 2012).

O segundo molar inferior é usualmente mais pequeno que o primeiro e em humanos modernos apenas possui quatro cúspides, com um padrão oclusal de 4+, apresentando uma forma oclusal mais quadrada. As cúspides mesiais são geralmente maiores que as distais. O padrão Y-5 é raro, ainda que possa ser observado em algumas populações humanas (White et al., 2012).

## **1.2 Desgaste Dentário**

Após a total erupção e desenvolvimento dos dentes na cavidade oral, a única modificação natural que estes sofrem durante o resto da vida é o seu desgaste (Schwartz, 2007).

O processo de desgaste dentário tem sido amplamente estudado pela antropologia e é comumente definido na literatura como um processo fisiológico normal que resulta na perda dos tecidos dentários devido ao normal uso dos dentes (uso mastigatório) em atividades alimentares (Hillson, 1986; Larsen, 1997; Wasterlain, 2006; Kaidonis, 2008; 2010). Este reflete o contato constante de partículas abrasivas com a superfície dos dentes, bem como o contato entre dentes adjacentes devido às forças de mastigação implicadas neste processo. Ambos os fatores atuam sobre o cimento e posteriormente sobre a dentina, levando a um desgaste gradual destes tecidos.

### **Atrito, Abrasão e Erosão**

O processo de desgaste dos dentes pode resultar de três fontes primárias: o atrito, a abrasão e a erosão, sendo que estes raramente ocorrem isoladamente, produzindo uma grande variedade de padrões de desgaste (Kaidonis, 2008).

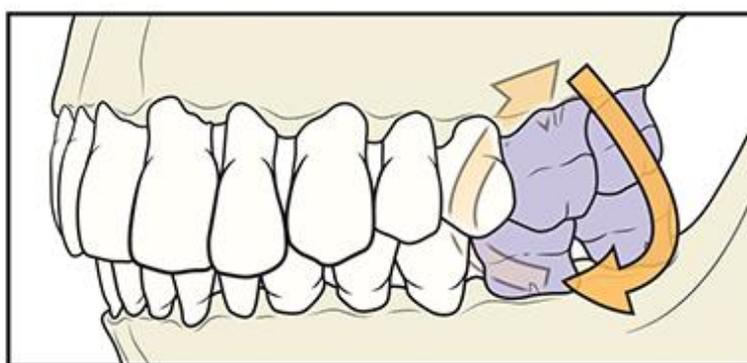
O atrito é provocado pelo contato direto entre os dentes. Quer entre dentes inferiores e superiores -atrito oclusal- (Figura 3), quer nas superfícies de contato mesial e distal de dentes adjacentes no mesmo maxilar ou mandíbula -atrito interproximal ou aproximal- (Hillson, 1986; Scott e Turner II, 1988; Larsen, 1997; Kaidonis 2010). Este é o resultado das atividades funcionais da mastigação ou também de atividades não funcionais, como por exemplo o bruxismo (ranger os dentes) (Kaidonis, 2008).

A abrasão é o tipo de desgaste que decorre da fricção e contato entre os dentes e objetos ou substâncias introduzidas na boca, como comida ou ferramentas (Hillson, 1986; Larsen, 1997; Wasterlain, 2006; Kaidonis, 2008; 2010; Ranjintkar et al., 2012). A composição da dieta tem um papel muito importante no processo de desgaste dentário, sobretudo na superfície oclusal dos dentes, ocorrendo devido às propriedades abrasivas inerentes à comida. Por exemplo, a ingestão de alimentos abrasivos ou fibrosos como carnes secas ou congeladas, sementes, tubérculos, entre outros, requer altas forças de mastigação e que esta seja prolongada, resultando num desgaste mais intenso (Molnar, 1971; Kaifu, 1999). Além disso, as partículas externas, como areia, pó ou cinzas, podem ser incorporadas no alimento durante a sua preparação ou armazenamento, contribuindo

de forma significativa para a destruição do esmalte e consequente exposição da dentina (Hillson, 1996).

O terceiro processo envolvido no desgaste dentário é a erosão. Esta é definida como um processo químico de desmineralização da estrutura dos dentes, devido a dissoluções químicas que não são as produzidas pelas bactérias orais (Hillson, 1986; Larsen, 1997; Kaidonis, 2008; 2010; Ranjintkar et al., 2012), mas por alimentos ácidos e bebidas açucaradas (Johansson et al., 2012). Este é um fenómeno relativamente recente, comum nas sociedades industrializadas (Kaidonis, 2008).

Nas sociedades tradicionais, o atrito e a abrasão provavelmente agiram em conjunto sobre a dentição como forças primárias, enquanto a suavidade da dieta moderna, caracterizada pelo consumo de alimentos processados tem moderado os efeitos da abrasão (Larsen, 1997; Kaifu, 1999). Nas atuais sociedades industrializadas é incomum ver grandes taxas de desgaste comparando com o exibido pelas sociedades tradicionais (Scott e Turner II, 1988). No entanto, a desmineralização, devido ao consumo de comidas e bebidas ácidas e açucaradas, aumentou a suscetibilidade do esmalte dos dentes ao atrito e à abrasão (Kaidonis, 2008; Johansson et al., 2012).



**Figura 3** – Desgaste por atrito oclusal envolvendo os molares em movimentos rotativos no processo de mastigação da comida (retirado de Górká, 2015 *in*: Davis, 2013).

Os dentes podem ainda sofrer outro tipo de desgaste que é produzido pelo seu uso em funções não mastigatórias. Decorrente da evolução tecnológica e da redução das forças e do tempo de mastigação devido ao aumento do consumo de alimentos processados, este tem diminuído (Larsen, 1997). Por exemplo, em grupos humanos onde o desenvolvimento tecnológico era mais incipiente, os dentes eram usados como uma “terceira mão” ou como uma “ferramenta”, permitindo libertar as mãos para outras tarefas (Clement et al., 2008). Nestas populações, o uso dos dentes em funções não

mastigatórias teve um impacto muito maior no desgaste dentário que o próprio processo de alimentação, sobretudo na dentição anterior (Rodríguez, 2004/2005).

O estudo do desgaste dentário é bastante complexo por si só. Os seus efeitos aumentam com a idade, podem diferir entre sexos (Molnar, 1971) e variar ao longo do tempo inter e intra populações (Kaifu, 1999).

### **1.3 Técnicas de Estudo da Morfologia Dentária**

São várias as técnicas que permitem estudar a morfologia dentária e os traços das coroas dos dentes. As mais comuns são as análises qualitativas, baseadas na observação e descrição de caracteres discretos dentários (ex: ASUDAS, *Arizona State University Dental Anthropology System*).

Nos últimos anos foram desenvolvidas e melhoradas técnicas quantitativas em três dimensões (3D) que permitem estudar e medir quantitativamente a morfologia dos dentes, bem como aumentar a quantidade de informação obtida quando comparadas com os métodos morfológicos tradicionais (Bernal, 2007; Adams e Otarola-Castillo, 2013). No presente trabalho foram utilizadas técnicas em 3D para a análise dentária, entre as quais a morfometria geométrica e a topografia dentária.

#### **1.3.1 Morfometria Geométrica**

A Morfometria Geométrica (MG) pode ser definida como a análise estatística da variação da forma e das suas covariações com outras variáveis (Bookstein, 1991). Esta técnica possibilita que a forma das estruturas anatómicas seja quantificada e analisada através da captação da geometria e da morfologia das estruturas, obtendo-se essa informação através de análises estatísticas (Adams et al., 2013).

Diferentemente dos dados utilizados pelos métodos tradicionais como comprimentos, larguras, ângulos ou razões (Rohlf e Marcus, 1993), a MG baseia-se em coordenadas cartesianas em duas ou três dimensões (x, y, z) chamadas *landmarks* (Rohlf, 1990; Rohlf e Marcus, 1993). O incremento de dados em 3D nos estudos de MG foi possível graças aos avanços tecnológicos de computação e de digitalização e à redução dos custos de computadores e de *scanners* de alta qualidade, necessários para produzir e processar estes dados (Pampush et al., 2016).

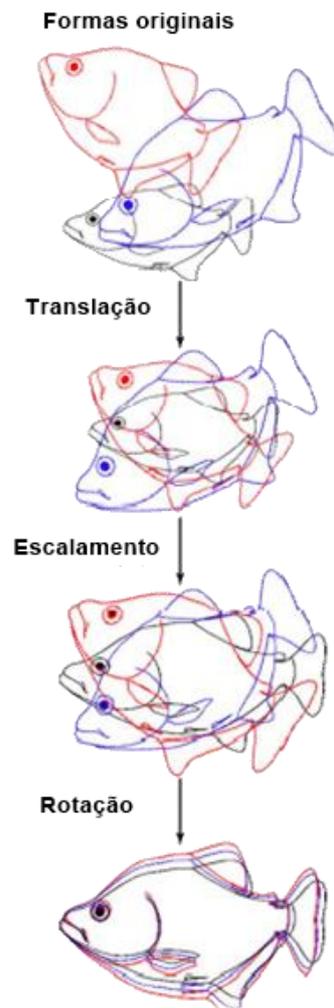
Os *landmarks* são normalmente definidos como pontos homólogos que podem ser encontrados em todos os espécimes e que representam a forma dos mesmos (Baab et al., 2012). Estes foram classificados por Bookstein (1991) em três tipologias diferentes. Os *landmarks* de tipo I representam pontos perfeitamente homólogos e facilmente identificados entre espécimes, como por exemplo a justaposição de tecidos como suturas ósseas. Os de tipo II são aqueles que estão localizados em pontos máximos e mínimos de curvatura das estruturas, também conhecidos como *landmarks* geométricos ou matemáticos. E os *landmarks* de tipo III, também considerados *semi-landmarks* ou *pseudo-landmarks*, que se definem como os extremos das estruturas ou distâncias respeitantes a outro ponto, como podem ser os pontos mais extremos do diâmetro ou concavidade de uma estrutura. Os *landmarks* de tipo I e II são considerados *landmarks* reais, porque normalmente oferecem pontos verdadeiramente homólogos entre as estruturas biológicas, ao contrário dos *landmarks* de tipo III que são pontos livres de homologia entre as estruturas analisadas.

De um ponto de vista biológico, o uso de *landmarks* homólogos pode ser insuficiente para captar a morfologia de algumas estruturas, uma vez que muitas características interessantes de analisar correspondem a curvas ou áreas onde não são reconhecidos pontos biologicamente significativos ou homólogos entre os espécimes (Adams et al., 2004). Esta limitação foi suplantada através dos novos métodos de morfometria que permitem analisar e quantificar as informações de contornos e superfícies das estruturas anatómicas (Evans, 2013). Um dos aspetos importantes desta metodologia é que os pontos se correspondam de alguma maneira nas formas estudadas (Klingenberg, 2008), independentemente de se considerarem biologicamente homólogos. Estes podem, portanto, demonstrar uma correspondência geométrica (*landmarks* matemáticos) entre as estruturas analisadas e serem tratados como *landmarks* reais em posteriores análises estatísticas, uma vez que as curvas e os contornos que descrevem são considerados homólogos (Adams et al., 2004; Pérez et al., 2006). Ao serem combinados com *landmarks* reais possibilitam uma melhor quantificação da variação da forma (Adams et al., 2013; Klingenberg, 2013). Todos os restantes pontos das superfícies das estruturas podem ser cobertos por *pseudo-landmarks*.

### *Análise da forma mediante a MG*

A análise da forma é uma parte fundamental de muitas pesquisas biológicas, já que permite responder a questões relacionadas com a variação fenotípica de uma estrutura biológica (Adams et al., 2004). O foco da teoria da MG está centrado no conceito de forma. Este foi definido por Kendall (1977) como a propriedade de um objeto geométrico que é estável, independentemente da sua posição, tamanho e orientação. Assim, duas estruturas têm a mesma forma se depois de se eliminarem os efeitos referidos não apresentarem diferenças entre si (Klingenberg, 2013). Este processo é conseguido através de uma Análise Generalizada de Procrustes (AGP) (Figura 4), a qual permite obter as coordenadas em 3D de cada estrutura analisada e sobrepô-las num sistema de coordenadas comum, obtendo a informação unicamente relacionada com a forma (Rohlf e Slice, 1990; Bookstein 1991; Adams et al., 2004; Slice, 2005; Klingenberg, 2013). A sobreposição de procrustes é um procedimento normal em qualquer análise de MG. É a partir desta análise que são obtidos os dados que podem ser comparados usando métodos estatísticos tradicionais, como a análise da variância (Anova) e multivariados como a Análise de Componentes Principais (ACP), que possibilitam a análise das diferenças entre espécies e dentro de uma mesma espécie (Adams et al., 2013) e responder a uma grande variedade de hipóteses biológicas (Adams e Otarola-Castillo, 2013). O resultado final são gráficos que permitem analisar e descrever mais facilmente os padrões de variação da forma (Adams et al., 2013).

Considerando que a variabilidade morfológica em humanos modernos é relativamente baixa, a aplicação da técnica de MG em 3D proporciona análises mais detalhadas e precisas, podendo identificar mudanças subtis nas peças dentárias (Pérez et al., 2006; Bernal, 2007).



**Figura 4** – Processo de eliminação dos efeitos de posição, tamanho e orientação das formas originais mediante AGP (Adaptado de Galbany et al., 2014).

### **1.3.2 Topografia Dentária**

A topografia dentária é um método que consente a representação das mudanças que ocorrem na superfície oclusal dos dentes usando Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Estes permitem armazenar, manipular, analisar e mostrar geograficamente a informação de uma superfície referenciada por camadas. Neste sentido, a sua aplicação ao estudo dos dentes proporciona dados relativos a superfícies de cúspides, volumes, curvas e relevos tridimensionais (Ungar e Williamson, 2000). Esta técnica foi explorada pelos autores citados num estudo em gorilas, demonstrando que o tipo de dieta tem influência na morfologia dentária e, como tal, a seleção natural tem favorecido diferentes morfologias para distintos tipos de alimentos ingeridos.

Na observação da topografia dentária utilizaram-se diferentes parâmetros, entre os quais o índice de relevo (*Relief Index* - RFI), a complexidade oclusal (*Orientation Patch Count Rotated* - OPCR) e a medição da curvatura (*Dirichlet normal energy* - DNE). A combinação de várias variáveis topográficas na mesma análise possibilita uma melhor caracterização e resultados mais efetivos que a sua utilização de forma separada (Bunn et al., 2011). Uma das vantagens destas medidas é que permitem analisar vários aspetos da superfície da coroa dentária sem necessitar de traços anatomicamente homólogos entre si ou de *landmarks* definidos pelo investigador (Pampush et al., 2016) e podem ser usadas em dentes com e sem desgaste (Ungar e Williamson, 2000), proporcionando o aumento do tamanho das amostras analisadas.

#### ***Índice de Relevo***

Um das primeiras técnicas de análise da topografia dentária em 3D a aparecer foi o índice de relevo da coroa dentária (RFI), introduzida por Ungar e Williamson (2000), como a medida do tamanho da coroa ou das cúspides. Este define-se pela relação entre o volume tridimensional da coroa dentária (3D) e a projeção da área bidimensional (2D) da superfície oclusal. O processo de desgaste dentário tem uma grande influência no RFI, uma vez que a altura das cúspides diminui com o aumento do desgaste (Evans, 2013). Assim, o desgaste deve ser tido em consideração quando se analisa o RFI.

#### ***Complexidade Oclusal***

A complexidade oclusal (*Orientation Patch Count* – OCP) é uma técnica que mede o grau de complexidade dos dentes. Um dos aspetos que determina a morfologia funcional do dente é o grau de adaptação aos diferentes tipos de alimentos ingeridos (Evans et al., 2007). Deste modo, quanto mais características dentárias ou traços

existirem na superfície oclusal dos dentes, que permitem processar uma maior quantidade de alimentos em cada mastigada, maior a complexidade dentária dos mesmos. Uma vez que, durante o processo de mastigação são formadas facetas de desgaste nas cúspides dos molares que apresentam distintas orientações, a OCP calcula-se contando o número total de áreas (*patches*) com a mesma orientação e inclinação. Esta técnica foi padronizada para *Orientation Patch Count Rotated* (OPCR) de modo a poder comparar todas os indivíduos em estudo e a evitar os efeitos de orientação do dente (Evans, 2013).

#### ***Dirichlet Normal Energy (DNE)***

A *Dirichlet normal energy* foi primeiramente usada em topografia dentária por Bunn et al. (2011) e é uma técnica que possibilita a medição da complexidade e curvatura de uma superfície, independentemente da posição, do tamanho e da orientação. De um modo geral, regista as medidas de curvatura das cúspides até às faces planas. (Evans, 2013). Esta medida está altamente correlacionada com o RFI e reflete uma mudança tanto na altura como na curvatura das cúspides ou cristas. Sendo que valores mais elevados de DNE podem ser o resultado de características dentárias mais altas (Evans, 2013).

A DNE ainda não foi aplicada ao estudo de populações humanas modernas e, portanto, a sua aplicação em amostras de dentes com e sem desgaste e em conjunto com os outros parâmetros considerados (RFI e OPCR), poderá trazer um melhor entendimento das características oclusais dos molares destas populações.

### **1.4 Objetivos do Estudo**

O presente estudo tem como objetivo principal o desenvolvimento de uma metodologia de investigação mediante o *software R* utilizando a morfometria geométrica em 3D baseada em *pseudo-landmarks*. Este faz parte de um projeto de investigação mais abrangente que procura, entre outras coisas, desenvolver um método de estimativa da idade à morte em espécimes de idade desconhecida a partir da análise da topografia dentária e do desgaste dentário mediante a técnica da MG em 3D.

Com esta metodologia pretende-se analisar o desgaste dentário e a topografia dentária em humanos modernos, ainda que se enfoquem também outros aspetos. Deste modo, foram determinados os seguintes objetivos: 1) Analisar a morfologia dos molares

através de uma análise de componentes principais; 2) Estudar a superfície oclusal dos molares através de medidas da topografia dentária, como o relevo (RFI), a complexidade (OPCR) e a curvatura (DNE); 3) Investigar o grau de correlação entre a idade e as componentes principais e/ou as medidas de topografia dentária; 4) Verificar se existem diferenças entre sexos; 5) Relacionar o processo de perda de esmalte dentário com a dieta desta população; 6) Contribuir para o aumento do tamanho das amostras em estudo futuros, incluindo na análise quer dentes com desgaste, quer categorias etárias mais jovens; 7) Aplicar a metodologia proposta a duas populações de caçadores-recolectores com climas e dietas distintos comparando os resultados entre si de forma a obter informações relacionadas com abrasividade da dieta e os processos de perda do esmalte dentário.

## CAPÍTULO 2: Material

---

### 2.1 Amostras

Para a realização do presente estudo foram selecionadas três amostras populacionais: uma de referência, através da qual foi testada a metodologia proposta, e duas de comparação onde foi possível atestar a aplicabilidade e os limites do presente procedimento. No total foram analisados 685 molares maxilares e mandibulares do lado esquerdo, com exceção dos terceiros molares, por serem um dente com grande variabilidade morfológica, e de dentes com evidências de patologia.

#### 2.1.1 Amostra de Referência

A amostra de referência provém da coleção *Trocas Internacionais* (CTI) presente no Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra que compreende um total de 1144 indivíduos, representados pelos seus crânios, devidamente identificados e relativamente bem preservados (Lopes, 2014). Esta diz respeito a uma série osteológica portuguesa, maioritariamente constituída por indivíduos que viveram e/ou morreram na cidade de Coimbra entre os anos de 1904 e 1936/1937 (Santos, 2000). A maior parte destes indivíduos foi exumada do maior cemitério da cidade de Coimbra, o Cemitério da Conchada (Wasterlain, 2006). A informação disponível inerente aos indivíduos desta coleção inclui a respetiva identificação, sexo, idade à morte, estado civil, naturalidade, entre outras (Rocha, 1995), o que permite compreender a relação entre os dados osteológicos e os dados reais dos indivíduos respeitantes ao sexo, à idade à morte, ao nível socioeconómico ou a patologias (Wasterlain, 2006). Como tal, estas coleções são espólios extremamente valiosos e indispensáveis quando se pretende estudar os restos ósseos e dentários humanos, uma vez que permitem criar e desenvolver novos métodos de análise que ajudam a responder a problemas antropológicos.

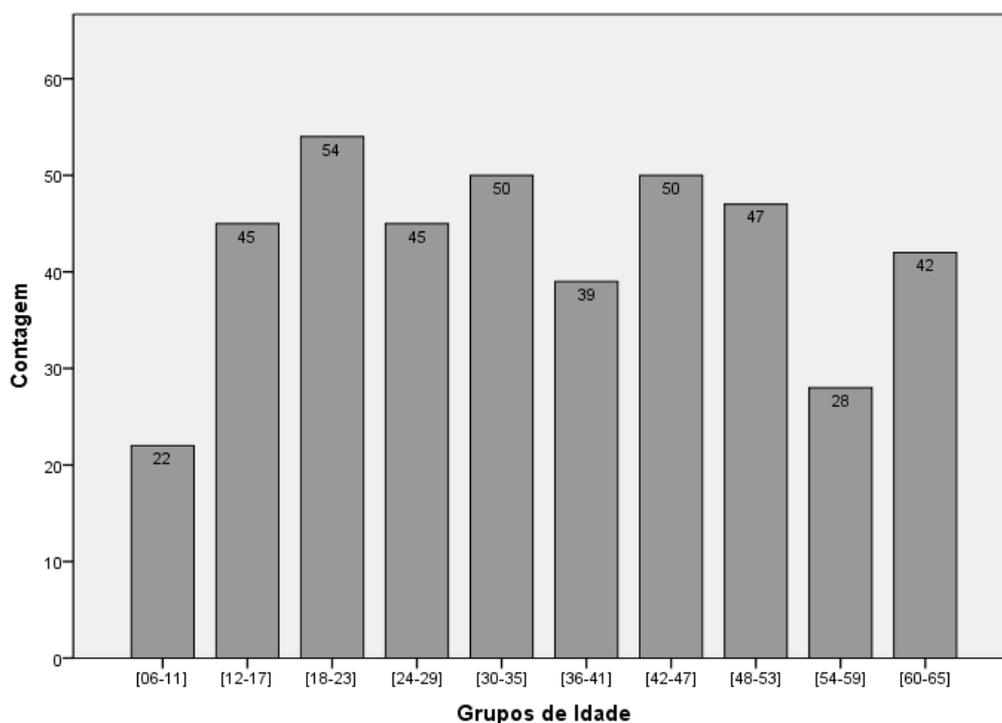
Para o presente estudo foram selecionados 143 indivíduos, 73 do sexo feminino e 70 do sexo masculino, perfazendo um total de 422 molares para análise. A seleção da amostra não foi ao acaso e procurou obedecer a critérios de homogeneidade quanto ao número de cada molar para estudo e ao número de indivíduos de cada sexo representados por cada tipo de molar (Tabela 1).

**Tabela 1** – Número total de molares analisados e sua distribuição por tipologia e por sexos.

<b>Molares</b>	<b>N</b>	<b>Sexo</b>
UM <sup>1</sup>	107	F = 53 M = 54
UM <sup>2</sup>	100	F = 50 M = 50
LM <sup>1</sup>	113	F = 57 M = 56
LM <sup>2</sup>	102	F = 52 M = 50
<b>Total</b>	<b>422</b>	<b>F = 212</b> <b>M = 210</b>

**Legenda:** UM<sup>1</sup> - Upper First Molar; UM<sup>2</sup> - Upper Second Molar; LM<sup>1</sup> - Lower First Molar; LM<sup>2</sup> - Lower Second Molar; F - Feminino; M - Masculino; N - Número total por tipo de molar.

Foram ainda selecionados indivíduos com uma idade à morte compreendida entre os 6 anos, aproximadamente quando erupciona o primeiro molar, e os 65 anos. Estes foram divididos em 10 grupos etários, com intervalos de 6 anos entre cada um, e constituídos por 6 indivíduos de cada sexo para cada um dos quatro molares analisados (Figura 5).



**Figura 5** – Gráfico com o número total de molares por cada grupo de idade.

É importante salientar que a primeira categoria etária, de 6 a 11 anos, compreende um número mais reduzido, uma vez que os indivíduos pertencentes a este grupo, na sua maioria, ainda não apresentavam o segundo molar permanente na sua dentição, quer em molares superiores, quer em inferiores. O que faz com que este grupo esteja menos representado que os restantes. Existem ainda outros grupos com menos indivíduos, o que fica a dever-se ao facto de os dentes apresentarem algum tipo de patologia dentária ou defeito que fez com que durante o tratamento de dados ou durante a aplicação dos *landmarks* estes tivessem de ser eliminados.

O objetivo inicial passava por abranger na amostra indivíduos até aos 80 anos mas por questões de tempo não foi possível alcançar esta meta.

### 2.1.2 Amostras de Comparação

As amostras de comparação provêm da coleção de *Moldes Dentários de Caçadores-Recolectores* que se encontra ao abrigo do Departamento de Biologia Animal da Universidade de Barcelona. Os moldes da respetiva coleção foram conseguidos através da realização de réplicas dentárias dos dentes originais dos indivíduos, provenientes das coleções do *American Museum of Natural History* (AMNH), em Nova Iorque, e do *Musée de l'Homme* (MH), em Paris.

Foram selecionadas duas populações de caçadores-recolectores com dietas e climas distintos com a finalidade de aplicar a metodologia proposta. A amostra de Aborígenes Australianos conta com 62 indivíduos e um total de 98 molares e a de Esquimós de Point Hope com 104 indivíduos e 165 molares para análise (Tabela 2).

**Tabela 2** – Distribuição da amostra de Caçadores-Recolectores por tipo de molar.

<b>Molar</b>	<b>Point Hope Esquimós</b>	<b>Aborígenes Australianos</b>
UM <sup>1</sup>	40	25
UM <sup>2</sup>	32	22
LM <sup>1</sup>	54	29
LM <sup>2</sup>	39	22
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>98</b>

**Legenda:** UM<sup>1</sup> - Upper First Molar; UM<sup>2</sup> - Upper Second Molar;  
LM<sup>1</sup> - Lower First Molar; LM<sup>2</sup> - Lower Second Molar.

### a. Aborígenes Australianos<sup>1</sup>

A amostra de Aborígenes Australianos advém de expedições antropológicas contemporâneas e é composta por indivíduos dos territórios de Queensland, New South Wales e de Austrália Ocidental (rio Murchison) na Austrália (Figura 6). Apesar da distância geográfica entre os indivíduos da amostra considerou-se um grupo homogêneo, uma vez que o seu modo de subsistência é o de caçadores-recolectores, independentemente do lugar de procedência.

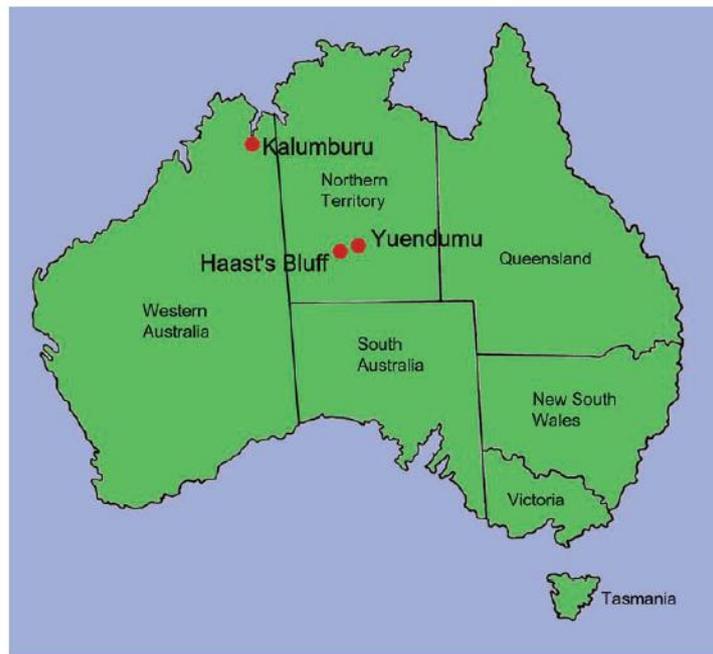


Figura 6 – Mapa de Austrália (retirado de Clement et al., 2008).

Estes habitam num clima seco e quente e, como a maioria dos grupos de caçadores-recolectores, vivem exclusivamente da caça e da recolção, sendo considerados omnívoros - todos os animais são potenciais fontes de alimento (Clement et al., 2008). Os dois sexos contribuem equitativamente para a subsistência do grupo, ainda que em diferentes atividades. Os homens caçam, geralmente mamíferos de grande porte, como cangurus, e pescam enquanto as mulheres se dedicam à recolção de plantas, sementes, mel e ovos. A dieta tradicional varia consideravelmente entre regiões mas, de uma maneira geral, inclui leite, partes de plantas como raízes, tubérculos, bulbos, caules, folhas, frutas e cereais, alimentos marinhos, carne, mel, insetos e ovos (Clement et al.,

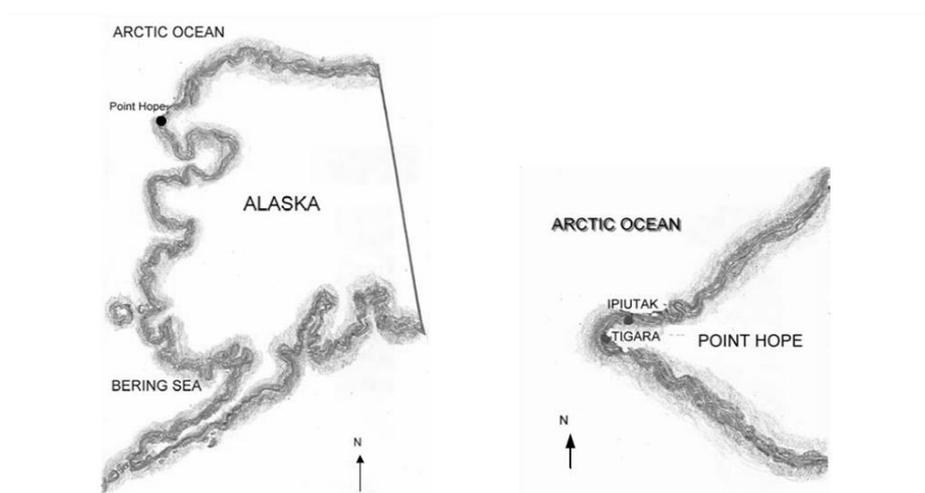
---

<sup>1</sup> O primeiro sentido da palavra aborígine aparece em Inglaterra, no século XVII, (*aboriginal*) e significa “desde a origem” (*ab-origine*) derivado do latim. Define os habitantes nativos de qualquer país, ainda que este termo se aplique normalmente aos habitantes nativos da Austrália. No entanto, o uso *aboriginal* como nome adquiriu conotações negativas devido às associações históricas feitas pelo colonialismo. O termo mais aceite para se referir a

2008). Quer em grupos atuais quer em grupos extintos, os Aborígenes Australianos têm demonstrado altas taxas de desgaste dentário, associadas à abrasividade da sua dieta, bem como ao uso dos dentes anteriores em atividades extra-mastigatórias, tais como a manipulação de ferramentas e utensílios (Clement et al., 2008).

### **b. Esquimós de Point Hope<sup>2</sup>**

A amostra de Inuit provém da população de Tiagara, na península de Point Hope, no Alasca e diz respeito a uma amostra arqueológica. A região situa-se a 200 km acima do Círculo Polar Norte (Figura 7). A área é habitada por cerca de 300 espécies diferentes, incluindo mamíferos marinhos e terrestres, peixes, aves e invertebrados (Larsen e Rainey, 1948).



**Figura 7** – (esquerda) Mapa do Alasca assinalando a Península de Point Hope. (direita) Mapa da Península de Point Hope mostrando o local da população de Tiagara (Retirado de Madimenos, 2005).

Como tal, vivem num clima Ártico e são caracterizados por terem uma estrutura social fortemente marcada pela divisão sexual do trabalho (Madimenos, 2005). Ainda que esta não se centre sobre a estratégia de subsistência, ao contrário de outras sociedades de caçadores-recolectores. As condições climáticas adversas limitaram significativamente a disponibilidade de alimentos vegetais. Portanto, as mulheres não participam na busca de alimentos sendo esta responsabilidade exclusivamente dos

---

<sup>2</sup> Para os Inuit e os Yupik, que vivem no Canadá, Gronelândia e Sibéria, o nome Esquimó é considerado depreciativo uma vez que foi introduzido por pessoas externas à sua comunidade. No entanto, o nome Esquimó é amplamente aceite pelos habitantes do Alasca (Kaplan, 2011). Como tal é referido no presente trabalho o nome Esquimó sem qualquer sentido pejorativo.

homens. Às mulheres cabe todas as atividades domésticas possíveis, como a educação e cuidado das crianças, a preparação de roupas, a limpeza de peles, entre outras. Os homens geralmente ocupam o seu tempo a pescar ou a caçar baleias e outros animais marinhos. Entre as espécies que constituem parte da dieta dos Esquimós encontra-se a baleia, a foca, o caribu, diferentes tipos de peixes, o urso polar e algumas aves. Em alguma época sazonal podem ser comidos tubérculos. Assim, a sua dieta, é composta por 95% de proteína animal e gordura (Larsen e Rainey, 1948).

Apesar de a carne não ser tão abrasiva quando comparada com alimentos de origem vegetal, os Esquimós apresentam graus pronunciados de desgaste devido a uma dieta “congelada” ou dura. Esta requer uma mastigação intensa e prolongada e músculos de mastigação fortes que faz com que o contato entre os dentes (atrído), os contaminantes arenosos da comida e o uso dos dentes como uma ferramenta leve a um acentuado desgaste nestas populações (Scott e Turner II, 1988).

### 3.1 Obtenção da Amostra de Referência

Com vista à obtenção dos molares para estudo, foram elaborados, no Departamento de Ciências da Vida da Universidade de Coimbra, moldes dentários dos indivíduos selecionados. O estudo da dentição a partir de réplicas dentárias tem-se revelado uma técnica bastante comum entre os investigadores, permitindo obter informação detalhada sobre a função e o desgaste dos dentes sem danificar ou deteriorar o material dentário original (Fiorenza et al., 2009; Galbany et al., 2004).

O procedimento começou com a limpeza das coroas dos dentes com acetona pura e, posteriormente, com a realização dos moldes dentários (Figura 8) com silicone Affinis



**Figura 8** – Realização de moldes dentários (Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra). Foto própria.

(Coltène®), utilizando uma pistola de ponta fina para tentar reduzir a possibilidade de se formarem bolhas na zona de superfície de esmalte. Após secos, os moldes foram retirados com cuidado e guardados em bolsas de plástico devidamente identificadas.

As réplicas dentárias realizaram-se no Departamento de Biologia Animal da Universidade de Barcelona. Utilizou-se resina Feropur PR-55 (Feroxa SL) e uma pipeta Pasteur para o preenchimento dos moldes dentários e uma centrifugação a 1000rpm durante 1 minuto. A centrifugação é recomendada por eliminar as bolhas de ar da superfície dos negativos (Galbany et al., 2004). Por fim, as réplicas dentárias foram devidamente identificadas e guardadas em caixas ao abrigo do Departamento de Biologia Animal da Universidade de Barcelona (Figura 9). Foi também elaborada uma base de dados, de modo que as réplicas podem ser consultadas e utilizadas em futuros estudos.



**Figura 9** – Réplica dentária do indivíduo 1142 da coleção *Trocas Internacionais* e respectivas caixas onde foram guardadas e identificadas.

Foto própria.

### 3.2 Tratamento de Dados

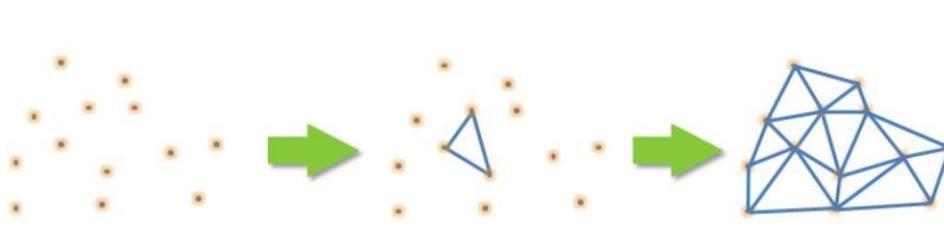
Todas as réplicas dentárias foram digitalizadas através do Scanner *DAVID SLS-2 Structured-light*, com máxima resolução (Figura 10). Estas foram colocadas sobre uma base giratória e captadas em 10 rotações, para uma calibração de 30 cm. A câmara foi posicionada a uma distância que permitia enquadrar todo o fundo de calibração e num ângulo de aproximadamente 30°.

O resultado de cada digitalização foi um modelo composto por várias camadas. Mediante o *software* do Scanner foi possível unir estas camadas, gerando um modelo em três dimensões (3D) que foi guardado em formato .ply. A digitalização dos dados em 3D gera uma nuvem de pontos a partir da qual se origina uma malha (*mesh*). Esta malha representa a superfície de um objeto devido a um processo conhecido como triangulação ou *meshing*, que, por sucessivos triângulos conectados, permite construir superfícies (Figura 11).



**Figura 10** – Scanner *DAVID SLS-2*.

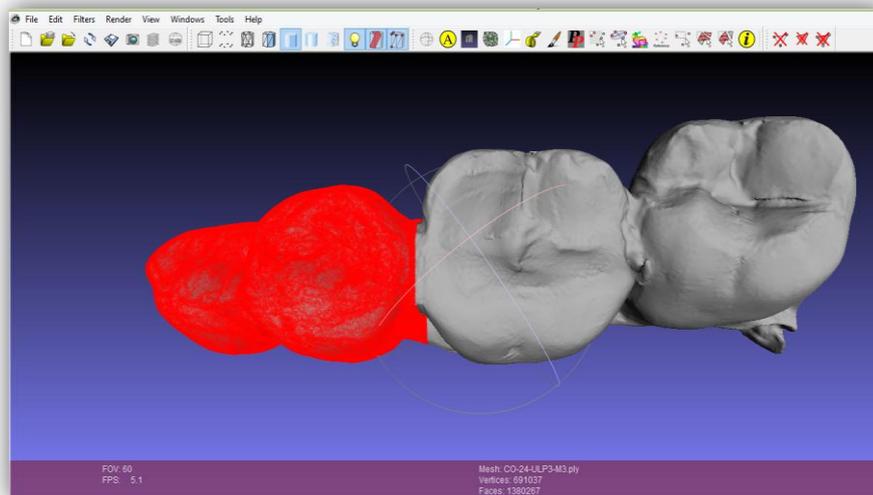
Foto própria.



**Figura 11** – Exemplo da criação de superfícies a partir da triangulação (retirado do Geomagic User Guide, 2013).

Os ficheiros obtidos foram importados para o *software Geomagic Wrap 2014* (3D Systems, Rock Hill, SC, USA), onde se gerou uma malha de triângulos regulares e se melhorou a qualidade da superfície dos modelos tridimensionais. Por exemplo, na digitalização de objetos muito pequenos, como dentes, pode haver luz refletida, originando uma zona irregular na superfície da malha. Através do *Geomagic* esta pode ser reduzida proporcionando uma otimização das estruturas analisadas. No entanto, é necessário ser prudente pois demasiada suavidade pode mudar as características da malha (Geomagic User Guide, 2013) e, portanto, desvirtuar os resultados obtidos. Este procedimento seguiu uma metodologia definida previamente (ver apêndice A). Após tratados, os modelos tridimensionais foram guardados. Nos casos em que não existiam molares esquerdos ou em que estes se encontravam deformados ou danificados foram utilizados os molares do lado direito, convertidos em esquerdos, através de *mirror-imaged*, pelo mesmo programa.

Por fim, os ficheiros foram importados para o *Software MeshLab v.1.3.3.*, onde se eliminaram das réplicas dentárias os dentes dispensáveis à análise, como pré-molares ou terceiros molares (Figura 12). Procedeu-se ainda a um último tratamento da amostra final de molares, eliminando possíveis pontos soltos. Os dados foram gravados em formato *.ply* -não binário.



**Figura 12** – Eliminação de pré-molares (vermelho) mediante o programa MeshLab.

Após o tratamento de todos os molares, os ficheiros obtidos foram importados para *Geomorph* (Adams e Otárola-Castillo, 2013), um pacote disponível gratuitamente no programa estatístico *RStudio* (RStudio, Inc., Boston, MA), onde foi possível colocar os *landmarks* definidos para caracterizar a morfologia dentária e proceder-se à análise da morfometria geométrica. Por outro lado utilizou-se o *Software MorphoTester* (Winchester, 2016) para caracterizar a superfície oclusal dos dentes mediante as análises do RFI, da OPCR e da DNE.

### 3.3 Morfometria Geométrica

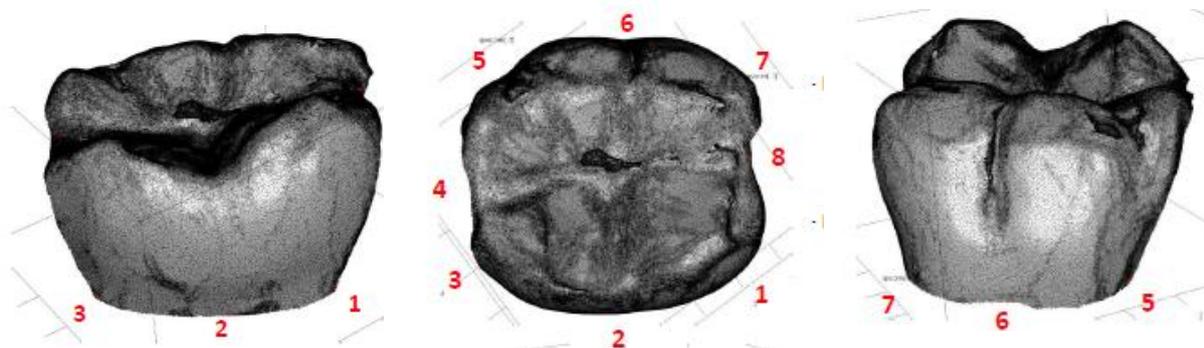
A análise da forma dos dentes foi estudada mediante a morfometria geométrica (MG) em 3D, uma técnica que permite tratar estatisticamente a informação recolhida por configurações de *landmarks* em três dimensões (coordenadas x, y, z). Por representarem a forma dos objetos analisados, os *landmarks* devem ser escolhidos de forma cuidadosa, possibilitando responder às questões elaboradas *a priori*. Como tal, esta etapa constituiu uma parte bastante importante do trabalho.

Para o respetivo estudo foram selecionados 8 *landmarks* fáceis de identificar nas estruturas analisadas (Tabela 3). Como a análise da MG requer que todos os indivíduos tenham a mesma configuração de *landmarks*, os molares incompletos, danificados ou com patologias foram eliminados da análise.

**Tabela 3** – Descrição dos *landmarks* selecionados para os molares em estudo.

	Descrição dos landmarks
<b>Landmark 1</b>	Tangente de 45°C entre a altura da coroa e a JCE. Face lingual-proximal.
<b>Landmark 2</b>	Ponto médio entre os <i>landmarks</i> 1 e 3 na linha de JCE. Face lingual-central.
<b>Landmark 3</b>	Tangente de 45°C entre a altura da coroa e JCE. Face lingual-distal.
<b>Landmark 4</b>	Ponto médio entre os <i>landmarks</i> 3 e 5 na face oclusal-distal.
<b>Landmark 5</b>	Tangente de 45°C entre a altura da coroa e JCE. Face vestibular-distal.
<b>Landmark 6</b>	Ponto médio entre os <i>landmarks</i> 5 e 7 na linha de JCE. Face vestibular-central.
<b>Landmark 7</b>	Tangente de 45°C entre a altura da coroa e JCE. Face vestibular-proximal.
<b>Landmark 8</b>	Ponto médio entre os <i>landmarks</i> 1 e 7 na face oclusal-proximal.

A metodologia utilizada é nova e, portanto, foi desenhada desde o zero mediante a elaboração de um protocolo de *landmarks*. Este inclui a configuração de 8 *landmarks* que definem o relevo e a curvatura da coroa do dente desde a Junção Cimento-Esmalte (JCE) até à superfície oclusal (Figura 13). O método é simples e tem a vantagem de poder ser aplicado em dentes com desgaste, que até então eram excluídos das análises. Com esta configuração de *landmarks* é possível realizar análises independentemente do tipo de molar em estudo, do grau de desgaste dentário em cada dente, da exposição de dentina ou da altura da coroa.



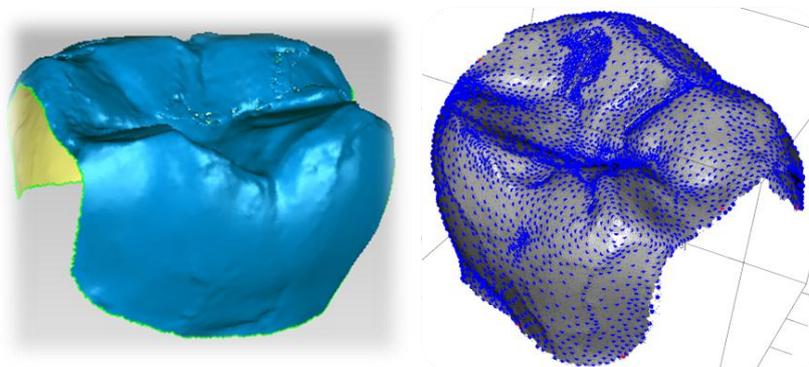
**Figura 13** – Protocolo para os 8 *landmarks* (primeiro molar inferior esquerdo da amostra de referência).

L1: JCE lingual-proximal; L2: JCE lingual-central; L3: JCE lingual-distal; L4: oclusal-distal; L5: JCE vestibular-distal; L6: JCE vestibular-central; L7: JCE vestibular-proximal; L8: oclusal-proximal.

Com exceção dos *landmarks* que se encontram localizados na superfície oclusal dos dentes, os restantes são considerados *landmarks* de tipo II, pois estão localizados em pontos máximos e mínimos de curvatura e representam pontos homólogos e fáceis de detetar em todos os objetos analisados (Bookstein, 1991). Os *landmarks* 4 e 8 são considerados móveis (*pseudo-landmarks*), uma vez que são pontos que podem variar nas estruturas biológicas, devido, por exemplo, ao desgaste dentário.

A partir da configuração dos 8 *landmarks* foram construídos dois modelos (*templates*) em *Rstudio*, um para molares superiores e outro para inferiores, com 4800 *pseudo-landmarks* cada um. Estes serviram de modelo de comparação entre os molares da amostra (Figura 14). A escolha dos 4800 *pseudo-landmarks* para o respetivo trabalho foi feita com base em provas preliminares com diferentes números de pontos (600, 1200, 2400 e 4800), numa amostra de 10 molares seleccionados da coleção de referência e repetidas por quatro investigadores. Concluiu-se que quanto maior o número de *pseudo-landmarks*, melhor a representação da superfície oclusal dos molares (ver apêndice B). Por outro lado, este número de pontos permitiu obter uma malha de aproximadamente 10 mil triângulos, sendo a requerida para as análises da topografia dentária no programa *MorphoTester* (Pampush et al., 2016).

O modelo foi construído e recortado pela linha da JCE, no programa *Geomagic*, de modo a que, ao sobrepor-se aos molares analisados, permitisse uma projeção dos 4800 pontos sobre a superfície dos mesmos. Os *pseudo-landmarks* ocupam assim pontos equivalentes em todos os molares e foram distribuídos entre si de forma equidistante, através do programa *Geomorph* em *RStudio*. Após digitalizados os *landmarks* em todos os molares da amostra, foi gerado um ficheiro *.nts*, para cada um, que possibilitou as análises da MG.



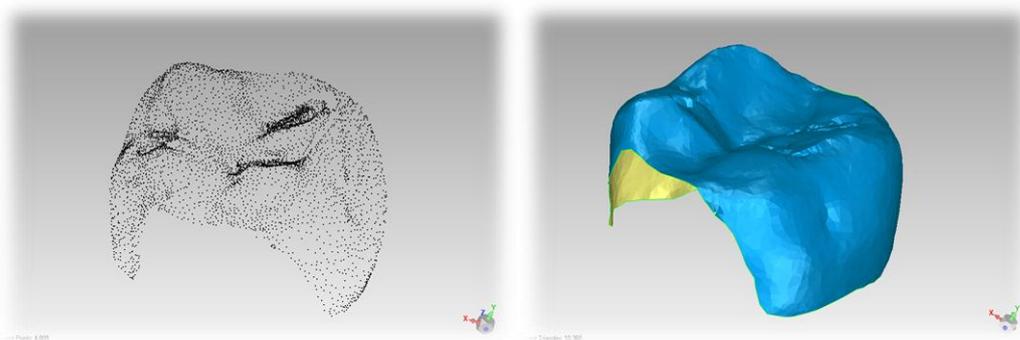
**Figura 14** – Construção e recorte do *template* do molar inferior mediante o programa *Geomagic* (à esquerda) e distribuição dos 4800 *pseudo-landmarks* a partir do programa *Geomorph* em *RStudio* (à direita).

### 3.3.1 Cálculo do erro intra e inter-observadores

O resultado de uma análise morfométrica está sujeito *à priori*, não só a um erro de medição inerente como também à variabilidade morfológica presente em cada indivíduo. Dependendo tanto das características da amostra como do método a aplicar (Rubio, 2009-10). Para testar a eficácia da metodologia proposta foram calculados os erros de medição intra e inter-observadores. A medição destes erros constitui uma parte muito importante em qualquer trabalho de investigação, pois permite que o investigador prossiga com o seu trabalho ou reformule a metodologia a utilizar. O procedimento para o cálculo dos erros foi realizado por quatro observadores e consistiu de uma amostra de 10 molares seleccionados da coleção de referência onde se procedeu à colocação dos 8 *landmarks* pela ordem previamente definida no protocolo de *landmarks*. A análise foi repetida por cinco vezes para a mesma amostra e com um intervalo de dois dias entre cada uma. No total foram executadas 50 análises por cada observador, perfazendo um total de 200 observações entre os quatro investigadores.

### 3.4 Topografia Dentária

Para as análises da topografia dentária, o ficheiro. nts, gerado em *RStudio* com as coordenadas em 3D de cada molar, foi primeiramente aberto no programa *Geomagic*, onde se converteram as malhas de pontos em superfícies (Figura 15). Posteriormente, os molares foram orientados no programa *MeshLab* de modo a obter-se uma visão ortogonal da face oclusal, necessária para as análises de topografia dentária. O ficheiro final foi guardado em formato .ply -não binário de modo a poder ser lido pelo *Software MorphoTester* (Winchester, 2016).



**Figura 15** – Malha de pontos equidistantes proveniente da digitalização dos landmarks pelo programa *Geomorph* em *R* e a sua conversão numa superfície em *Geomagic*.

Com este programa foram analisados três parâmetros: o *Relief Index* (RFI) para quantificar a superfície de relevo, a *Orientation Patch Count Rotated* (OPCR) para medir a complexidade oclusal e a *Dirichlet Normal Energy* (DNE) para quantificar a superfície da curvatura (Winchester, 2016). Para o cálculo da OPCR a superfície oclusal foi dividida em diferentes áreas que agrupam pontos adjacentes com a mesma inclinação e orientação. O número mínimo escolhido de pontos adjacentes com a mesma orientação e inclinação para corresponder a uma área foi de 5. A OPCR calcula-se somando o número total de áreas tendo em conta a orientação e inclinação. Para evitar os efeitos de orientação do dente, esta é feita para 8 ângulos diferentes, sendo a média de todos que corresponde ao valor da OPCR (Evans et al., 2007).

Os resultados provenientes de *MorphoTester* foram exportados em formato .txt e abertos no programa *Microsoft Excel*, onde se guardaram em formato .csv.

### **3.5 Análise Estatística**

A análise da MG foi feita em *RStudio* através de uma Análise Generalizada de Procrustes (AGP), usada para sobrepor todos os elementos analisados num sistema de coordenadas comum, e eliminar os efeitos da posição, tamanho e orientação das estruturas (Rohlf e Slice, 1990). O resultado obtido a partir da AGP permitiu realizar uma análise de componentes principais (ACP). Com esta análise foi possível verificar quais são as principais componentes que atuam sobre a forma dos dentes e qual é a variância explicada por cada uma. Estas são obtidas em ordem decrescente de importância.

Os dados obtidos da ACP em *RStudio* e das medidas de topografia dentária em *MorphoTester* (RFI, OPCR e DNE) foram introduzidos e guardados numa folha de cálculo do Microsoft Office Excel (2010), gerando uma base de dados com toda a informação para análise. A partir desta base de dados procederam-se às respetivas análises estatísticas no programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0. Para explorar as relações entre variáveis foram utilizadas correlações, a partir do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas que varia entre os valores -1 e 1. O valor 0 (zero) significa que não há relação linear; o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita, mas inversa, ou seja, quando uma das variáveis aumenta, a outra diminui. Quanto mais próximo ( $r$ ) estiver de 1 ou -1, mais forte é

a associação linear entre as duas variáveis e regressões lineares para ver o grau de dependência entre duas variáveis.

Para comparação de médias entre grupos, utilizou-se a análise da variância (Anova), para verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre os sexos quanto à MG e à topografia dentária.

### **3.5.1 Erro Inter e Intra-observador**

A precisão das observações para cada componente principal (CP) derivada da análise de MG em *RStudio* foi calculada através do erro padrão da média das cinco repetições dos 10 dentes e comparada entre os observadores. Verificou-se também o coeficiente de variação do erro padrão com o objetivo de determinar em que proporções flutuavam as medidas repetidas. As variáveis de relevo da coroa (RFI), complexidade da coroa (OPCR) e curvaturas (DNE), foram calculadas em percentagem, através do cálculo do coeficiente de variação do erro de medição em respeito ao valor médio de cada variável. Por último, com a finalidade de determinar se existiam diferenças significativas entre as medições de cada observador, realizaram-se comparações para todas as variáveis mediante uma análise da variância (Anova) e o respetivo *post-hoc* de Bonferroni para verificar entre que observadores se dão essas diferenças.

## CAPÍTULO 4: Resultados

### 4.1 Erro Inter e Intra-observador

No que concerne às componentes principais (CPs), verificou-se que o erro padrão obtido pelos quatro observadores variou entre os 0,0024 e os 0,0075 (Tabela 4). Com um erro médio a oscilar entre os 3,42% para a CP2 e os 5,20% para a CP4. Na totalidade o erro médio dos observadores rondou os 4,28%. Contudo, nalguns casos, como para a CP3, observador PAN, o erro médio superou os 6% (Tabela 5).

**Tabela 4** – Erro padrão médio obtido para cada CP e para cada observador.

	<b>ALE</b>	<b>DAN</b>	<b>ELI</b>	<b>PAN</b>	<b>Todos</b>
<b>CP1</b>	0.0085	0.0080	0.0078	0.0057	0.0075
<b>CP2</b>	0.0035	0.0031	0.0043	0.0038	0.0037
<b>CP3</b>	0.0032	0.0032	0.0027	0.0049	0.0035
<b>CP4</b>	0.0034	0.0032	0.0040	0.0035	0.0035
<b>CP5</b>	0.0034	0.0032	0.0038	0.0029	0.0033
<b>CP6</b>	0.0030	0.0023	0.0026	0.0027	0.0026
<b>CP7</b>	0.0021	0.0027	0.0022	0.0024	0.0024

**Tabela 5** – Coeficiente de variação do erro padrão para cada CP e para cada observador.

	<b>ALE</b>	<b>DAN</b>	<b>ELI</b>	<b>PAN</b>	<b>Todos</b>
<b>CP1</b>	5.01	4.74	4.60	3.38	4.43
<b>CP2</b>	3.26	2.90	4.00	3.53	3.42
<b>CP3</b>	4.09	4.06	3.41	6.12	4.42
<b>CP4</b>	5.06	4.72	5.92	5.11	5.20
<b>CP5</b>	3.96	3.70	4.48	3.42	3.89
<b>CP6</b>	4.92	3.74	4.25	4.36	4.32
<b>CP7</b>	3.78	4.88	3.95	4.41	4.25
<b>Total</b>	<b>4.30</b>	<b>4.11</b>	<b>4.37</b>	<b>4.33</b>	<b>4.28</b>

No que diz respeito ao erro intra-observador este variou entre os 2,9% para a CP2 e os 4,88% para a CP7. O erro médio das cinco repetições para os 10 casos foi de 4,11%, sendo inferior à média total de todos os investigadores, 4,28% (Tabela 5).

Quanto às percentagens obtidas para as variáveis da topografia dentária constatou-se que o erro médio entre os observadores apresentou valores foram inferiores a 5%. A variável RFI mostrou o valor de medição mais baixo (1,33%) e a DNE o mais alto (4,12%). Os valores das restantes variáveis flutuaram entre os 1,55 e os 2,28%. No que

respeita aos observadores, os erros de medição mostraram valores homogêneos e variaram entre os 2,10 e os 2,44% (Tabela 6).

**Tabela 6** – Percentagens de variação obtidas para cada variável de topografia dentária por observador.

	<b>ALE</b>	<b>DAN</b>	<b>ELI</b>	<b>PAN</b>	<b>Todos</b>
<b>DNE</b>	4.17	4.50	4.00	3.81	4.12
<b>RFI</b>	0.94	1.04	1.12	2.21	1.33
<b>A3D</b>	1.88	2.17	2.19	1.89	2.03
<b>A2D</b>	1.39	1.58	1.45	1.76	1.55
<b>OPCR</b>	2.13	2.28	2.15	2.54	2.28
<b>Total</b>	<b>2.10</b>	<b>2.31</b>	<b>2.18</b>	<b>2.44</b>	<b>2.26</b>

**Legenda:** A3D - Área em três dimensões; A2D - Área em duas dimensões.

Os valores do erro intra-observador variaram entre o 1,04% para a variável RFI e os 4,5% para o DNE, com um valor médio de 2,31%, encontrando-se acima da média total dos observadores, 2,26%.

Apesar dos erros não variarem muito entre os observadores, realizou-se uma análise comparada (Anova) para verificar se existem diferenças significativas entre as médias obtidas de cada observador e um teste *post-hoc* para especificar entre que observadores se encontram essas diferenças, recorrendo-se ao de Bonferroni.

**Tabela 7** – Nível de significância (p) para todas as variáveis analisadas mediante o teste ANOVA.

<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>	<b>CP5</b>	<b>CP6</b>	<b>CP7</b>	<b>RFI</b>	<b>DNE</b>	<b>OPCR</b>
<b>p= 0,040</b>	<b>p= 0,000</b>	<b>p= 0,000</b>	<b>p= 0,044</b>	p= 0,758	p= 0,371	p= 0,288	<b>p= 0,044</b>	p= 0,668	p= 0,433

**Tabela 8** – Comparação das variáveis com valores significativos entre os observadores a partir dos resultados do teste de Bonferroni.

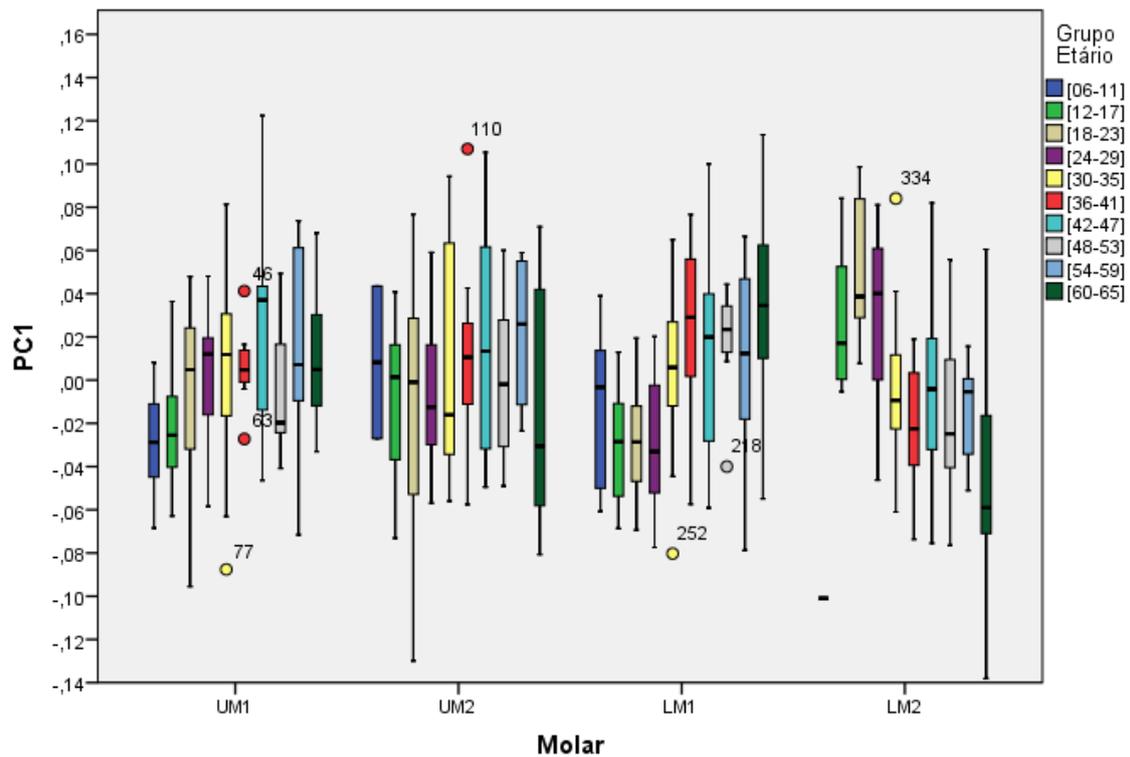
	<b>ALE</b>	<b>DAN</b>	<b>ELI</b>
<b>DAN</b>	CP2 p= 0,004 CP3 p= 0,001		
<b>ELI</b>	CP2 p= 0,000 RFI p= 0,018	CP2 p= 0,000 CP3 p= 0,000 RFI p= 0,000	
<b>PAN</b>	-	CP2 p= 0,015 CP3 p= 0,001	CP2 p= 0,000 RFI p= 0,002

Segundo a Anova verificou-se que as primeiras quatro componentes principais apresentaram diferenças significativas entre os observadores, enquanto as últimas três não mostraram diferenças. Relativamente à topografia dentária, o RFI é a única das três variáveis que dá resultados significativos (Tabela 7). O teste de Bonferroni mostrou 11 comparações significativas (Tabela 8) de um total de 60 realizadas, o que representa 18,3% de todas as comparações entre os observadores.

## **4.2 Amostra de Referência**

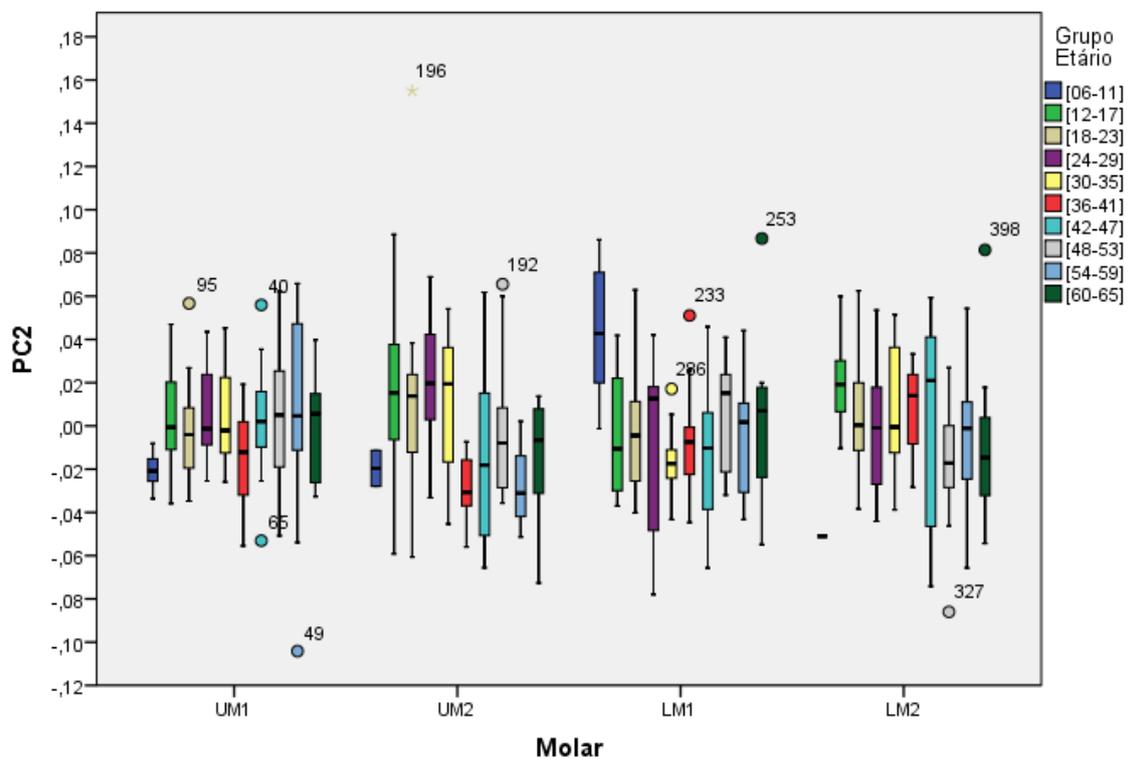
### **4.2.1 Estatística Descritiva**

Quanto à morfometria geométrica, os diagramas de caixas que se seguem demonstram as medianas com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis de cada componente principal considerada para o respetivo estudo, distribuídos por molar e grupos etários quanto à amostra de Coimbra (Figuras 16 a 19). De uma forma geral, verificou-se um aumento destes valores em primeiros molares superiores e inferiores para a CP1, em segundos molares inferiores este comportamento é inverso. Nos segundos molares superiores estes valores foram instáveis. A segunda componente revelou uma diminuição dos valores medianos com o aumento da idade para os segundos molares. Os primeiros molares parecem manter valores estáveis. A CP3 parece demonstrar um ligeiro aumento destes valores em primeiros molares inferiores com o incremento da idade verificando-se uma situação inversa em segundos molares superiores. Os valores para os restantes molares parecem manter-se de uma forma geral com pouca variação entre si. Por fim, a última componente mostra valores inconstantes para todos os grupos etários em molares superiores e relativamente parecidos entre si em molares inferiores.



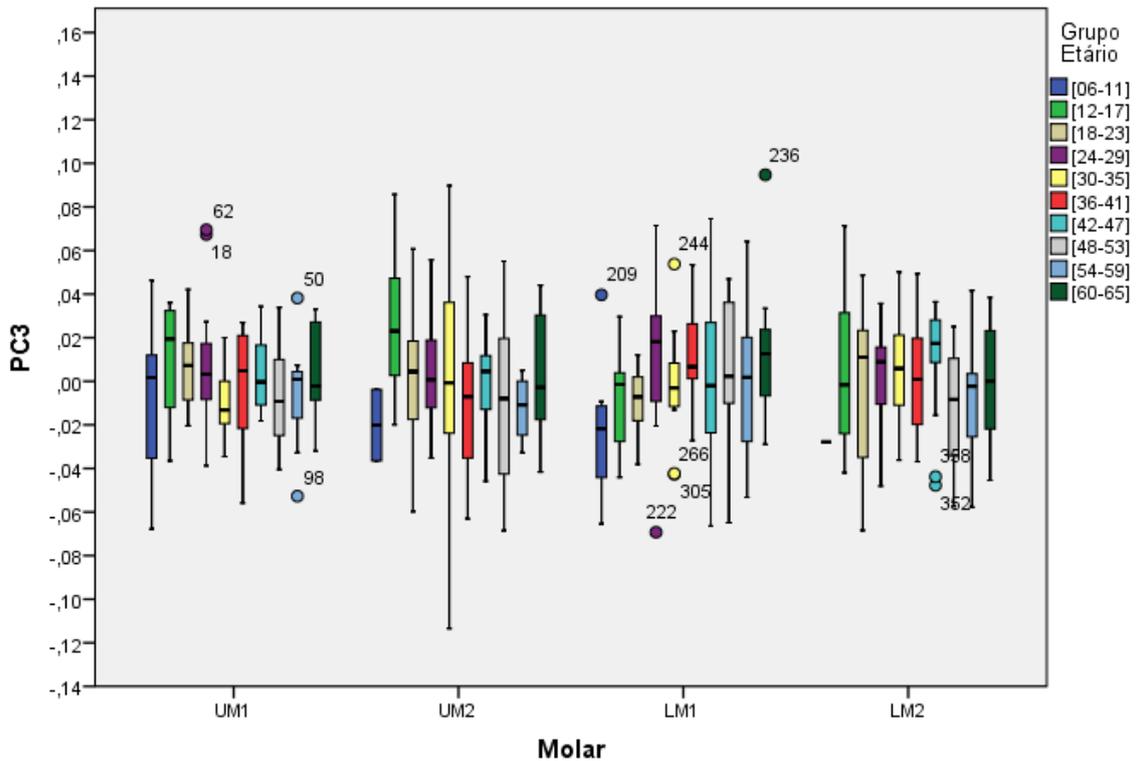
**Figura 16** – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da primeira componente distribuídos por molar e por grupos etários.

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior.



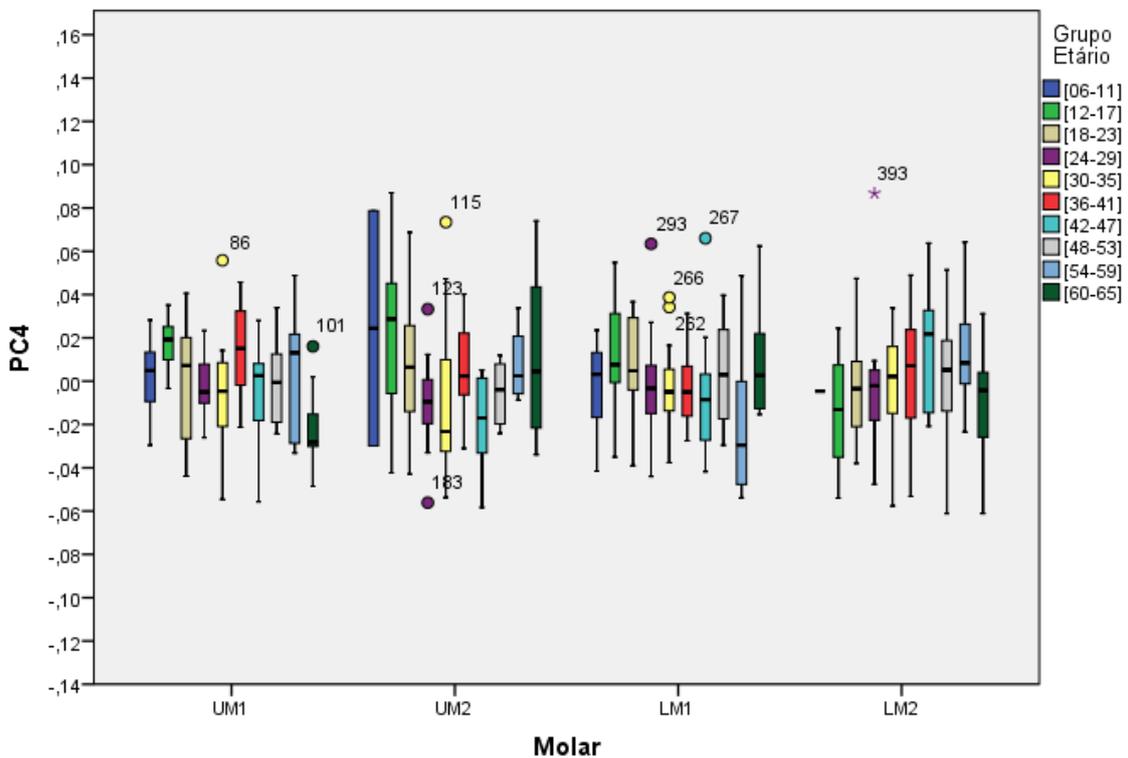
**Figura 17** – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da segunda componente distribuídos por molar e por grupos etários.

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior.



**Figura 18** – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da terceira componente distribuídos por molar e por grupos etários.

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior.



**Figura 19** – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da quarta componente distribuídos por molar e por grupos etários.

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior.

Nas tabelas que se seguem (Tabelas 9 a 11) encontram-se representados os valores médios e respetivo desvio padrão de cada variável da topografia dentária considerada por molar, sexo e grupo etário. De um modo geral verificou-se que a DNE e a OPCR apresentam valores médios mais elevados em primeiros molares superiores e inferiores enquanto a RFI apresenta os valores médios mais elevados em molares inferiores. Quando analisada a amostra em conjunto, entre sexos constatam-se valores mais elevados no sexo masculino para as três variáveis ainda que as diferenças entre médias sejam muito pequenas. Também para a amostra em conjunto, quando analisado por grupos de idade verificam-se os valores médios mais elevados de DNE e OPCR em categorias mais jovens, ainda que a partir de categorias mais avançadas, sobretudo da 6<sup>a</sup> e da 7<sup>a</sup>, estes valores se demonstrem mais inconstantes. As médias da RFI mantêm-se de uma forma geral estáveis em todas as categorias de idade, ainda que as duas últimas categorias apresentem os valores médios mais baixos.

**Tabela 9** – Caracterização da amostra de Coimbra quanto às variáveis de topografia dentária para cada tipo de molar com respetivas médias e desvio padrão.

Molar	N	DNE		RFI		OPCR	
		$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
UM1	107	153,649477	45,7528620	1,794879	,1156718	85,21846	14,750301
LM1	113	157,600398	62,1296733	1,936080	,1608950	91,01889	15,586751
UM2	100	136,358010	36,2283794	1,807680	,1220543	71,43580	13,436454
LM2	102	150,673245	46,1501212	1,916343	,1632598	79,62255	16,314770
<b>Total</b>	<b>422</b>	<b>149,8877</b>	<b>49,3698</b>	<b>1,9538</b>	<b>,1099</b>	<b>82,229</b>	<b>16,675</b>

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior; N= Número total;  $\bar{x}$  = Média;  $\sigma$  = Desvio Padrão.

**Tabela 10** – Caracterização da amostra de Coimbra quanto às variáveis de topografia dentária para cada sexo com respetivas médias e desvio padrão.

Sexo	DNE			RFI		OPCR	
	N	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
F	209	148,9632	45,5393	1,9529	,1169	81,799	14,962
M	213	150,7948	52,9519	1,9546	,1029	82,651	18,226
<b>Total</b>	<b>422</b>	<b>149,8877</b>	<b>49,3698</b>	<b>1,9538</b>	<b>,1099</b>	<b>82,229</b>	<b>16,675</b>

**Legenda:** F= Feminino; M= Masculino; N= Número total;  $\bar{x}$  = Média;  $\sigma$  = Desvio Padrão.

**Tabela 11** – Caracterização da amostra de Coimbra da quanto às variáveis de topografia dentária para cada grupo etário com respetivas médias e desvio padrão.

Grupos Etários	DNE			RFI		OPCR	
	N	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
[06-11]	22	232,0657	77,5276	1,9695	,0992	95,057	15,754
[12-17]	45	170,2177	53,1300	1,9784	,0789	79,575	14,733
[18-23]	54	160,9815	40,3948	1,9638	,0789	83,597	13,137
[24-29]	45	159,1103	31,8351	1,9638	,0759	88,428	15,886
[30-35]	50	136,0025	32,3918	1,9602	,0907	76,395	13,537
[36-41]	39	128,7623	28,7566	1,9347	,1262	78,000	15,393
[42-47]	50	128,7935	28,7284	1,9351	,1244	83,873	19,121
[48-53]	47	135,0940	31,4284	1,9515	,1059	79,894	16,088
[54-59]	28	139,0063	48,6994	1,9191	,2136	81,281	15,805
[60-65]	42	145,9825	64,5269	1,9535	,0986	82,113	21,478
<b>Total</b>	<b>422</b>	<b>149,8877</b>	<b>49,3698</b>	<b>1,9538</b>	<b>,1099</b>	<b>82,229</b>	<b>16,675</b>

**Legenda:** N= Número total;  $\bar{x}$  = Média;  $\sigma$  = Desvio Padrão.

#### 4.2.2 Estatística Inferencial

Os resultados da análise da variância (Anova) não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos ( $p > 0,05$ ) para as variáveis de topografia dentária, no entanto para MG foram detetadas diferenças ao nível do primeiro molar superior com a CP2 ( $F= 4,805$ ;  $p= 0,031$ ); do segundo molar superior com a CP1 ( $F= 4,193$ ;  $p= 0,043$ ) e do primeiro molar inferior com a CP3 ( $F= 6,351$ ;  $p= 0,013$ ). Apesar destes resultados, as análises seguintes para a MG realizaram-se com os dois sexos em conjuntos.

A análise de componentes principais demonstrou que a variância explicada para cada molar se reparte por um grande número de componentes, sendo necessário chegar à CP17 para encontrar 85% da variabilidade explicada em cada molar. Para o presente estudo foram escolhidas as quatro primeiras componentes (CP1, CP2, CP3 e CP4) que explicam aproximadamente 50% da variabilidade morfológica de cada molar (Tabela 12). Não foram escolhidas mais componentes pois a partir da CP5 a percentagem de variação explicada é inferior a 7%, sendo já uma percentagem bastante baixa.

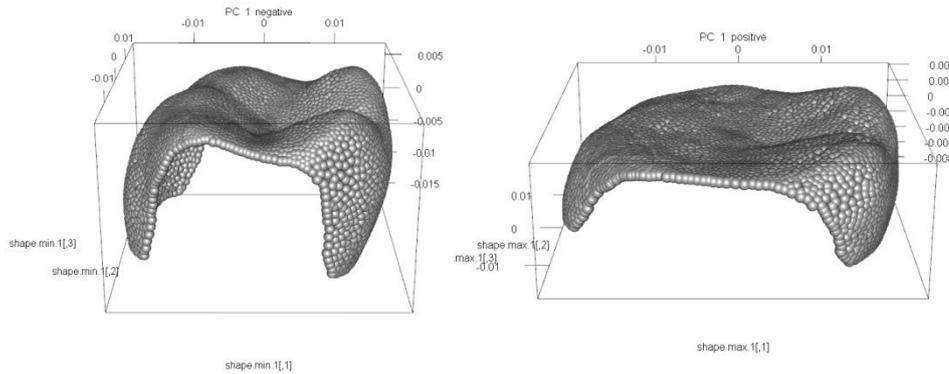
**Tabela 12** – Variância explicada pelas quatro componentes principais para cada molar.

		<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>	<b>Total</b>
<b>UM1</b>	Desvio Padrão	0,03941	0,0287	0,02516	0,02416	
	% da variância	21,3%	11,3%	8,6%	8,0%	<b>49,2%</b>
<b>UM2</b>	Desvio Padrão	0,04671	0,03803	0,03449	0,03099	
	% da variância	20,9%	13,9%	11,4%	9,2%	<b>55,4%</b>
<b>LM1</b>	Desvio Padrão	0,04287	0,03396	0,03104	0,02528	
	% da variância	21,4%	13,4%	11,2%	7,4%	<b>53,4%</b>
<b>LM2</b>	Desvio Padrão	0,04708	0,03379	0,03045	0,02923	
	% da variância	25,1%	12,9%	10,5%	9,7%	<b>58,2%</b>

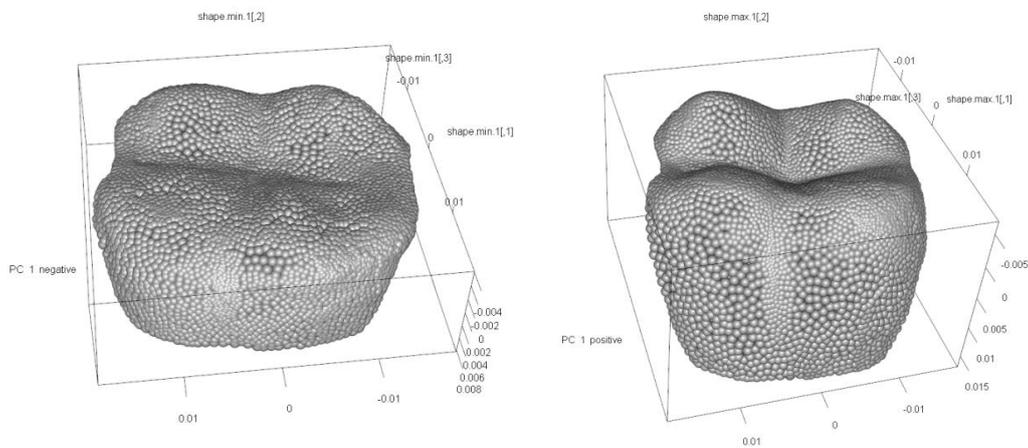
**Legenda:** **UM1**= Primeiro molar superior; **UM2**= Segundo molar superior; **LM1**= Primeiro molar inferior; **LM2**= Segundo molar inferior. **CP**= Componente Principal.

A CP1 é a componente que mais explica a variabilidade dentária, estando à volta dos 21 e os 25% (Tabela 12). As imagens geradas da análise de componentes principais para a CP1 captaram o desgaste dentário em todos os molares com exceção do segundo

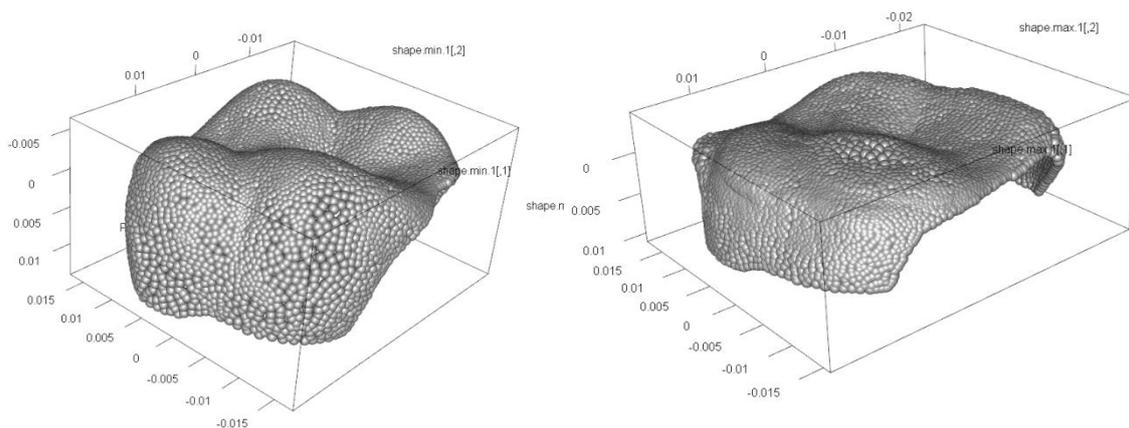
molar superior (Figuras 20 a 23). Neste dente parece que a primeira componente discriminou o padrão de cúspides. Com a perda ou diminuição da cúspide hypocone em humanos modernos, os segundos molares superiores passam de 4 a 3 cúspides. Esta característica parece ter mais peso que o desgaste e, como tal, foi detetada pela primeira componente neste dente.



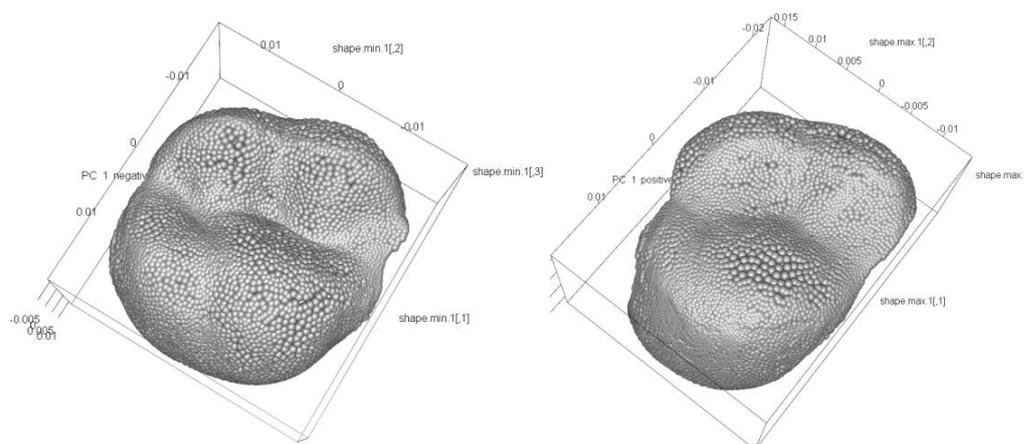
**Figura 20** – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em primeiros molares inferiores.



**Figura 21** – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em segundos molares inferiores.



**Figura 22** – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em primeiros molares superiores.



**Figura 23** - Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP1 em segundos molares superiores.

De modo a perceber se alguma das variáveis quer da MG, quer da topografia dentária têm potencial para ajudar na estimativa da idade à morte foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) para cada um dos molares (Tabelas 13 e 14).

Os resultados entre as componentes principais e a idade demonstraram que a CP1 é a componente que apresenta uma melhor correlação com a idade, sendo esta mais elevada em molares inferiores que em superiores, apesar de não ser uma correlação forte. No segundo molar superior verificou-se que não existe correlação significativa para a CP1 mas para a CP2. O primeiro molar inferior apresenta ainda correlações significativas com a CP2 e CP3 apesar de serem fracas. Assim como o segundo molar inferior com a

CP2. A CP4 apenas demonstrou uma correlação significativa entre as componentes e a idade que se verificou em primeiros molares superiores

Quanto à topografia dentária, de uma forma geral as correlações entre estas variáveis e a idade são relativamente baixas. A RFI é a variável que apresenta correlações mais altas com a idade, sendo estas mais significativas em molares mandibulares que em molares maxilares. Ao contrário da DNE que apresenta correlações mais altas em molares superiores, ainda que os valores sejam muito parecidos. Em ambos os casos as correlações são inversas ou negativas, ou seja, quando a idade aumenta os valores destas variáveis diminuem. Não se verificaram correlações entre a variável OPCR e a idade para nenhum dos molares.

**Tabela 13** – Correlação de Pearson (r) entre a idade, as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM1 (n=113) e UM1 (n=107).

		Idade	DNE	RFI	OPCR	CP1	CP2	CP3	CP4
<b>Idade</b>	<b>R</b>		<b>-,436**</b>	<b>-,320**</b>	,059	<b>,262**</b>	,093	-,063	-,220*
	<b>P</b>		<b>,000</b>	<b>,001</b>	,548	<b>,007</b>	,341	,520	<b>,023</b>
<b>DNE</b>	<b>R</b>	<b>-,309**</b>		,240*	-,113	-,225*	<b>-,426**</b>	-,003	,059
	<b>P</b>	<b>,001</b>		<b>,013</b>	,245	<b>,020</b>	<b>,000</b>	,973	,543
<b>RFI</b>	<b>R</b>	<b>-,482**</b>	<b>,411**</b>		,003	<b>-,721**</b>	<b>,259**</b>	<b>,371**</b>	-,019
	<b>P</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>		,976	<b>,000</b>	<b>,007</b>	<b>,000</b>	,846
<b>OPCR</b>	<b>R</b>	-,074	-,095	,042		,043	-,021	,242*	-,024
	<b>P</b>	,436	,319	,661		,657	,827	<b>,012</b>	,806
<b>CP1</b>	<b>R</b>	<b>,443**</b>	-,210*	<b>-,931**</b>	-,075				
	<b>P</b>	<b>,000</b>	<b>,026</b>	<b>,000</b>	,429				
<b>CP2</b>	<b>R</b>	-,201*	<b>,263**</b>	,091	-,106				
	<b>P</b>	<b>,032</b>	<b>,005</b>	,337	,264				
<b>CP3</b>	<b>R</b>	<b>,248**</b>	-,131	-,033	,021				
	<b>P</b>	<b>,008</b>	,167	,725	,825				
<b>CP4</b>	<b>R</b>	-,080	-,020	,097	-,105				
	<b>P</b>	,400	,831	,306	,269				

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

**Tabela 14** – Correlação de Pearson (r) entre a idade, as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM2 (n=102) e UM2 (n=100).

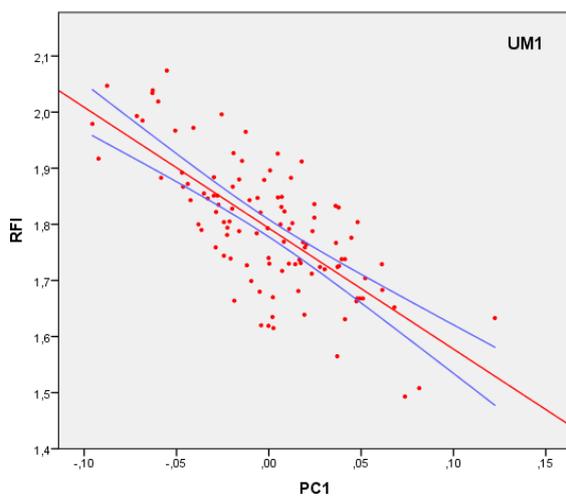
		<b>Idade</b>	<b>DNE</b>	<b>RFI</b>	<b>OPCR</b>	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>
<b>Idade</b>	<b>r</b>		<b>-,471**</b>	<b>-,354**</b>	,013	,081	<b>-,288**</b>	-,157	-,125
	<b>P</b>		<b>,000</b>	<b>,000</b>	,896	,422	<b>,004</b>	,118	,214
<b>DNE</b>	<b>r</b>	<b>-,225*</b>		<b>,368**</b>	,077	<b>-,300**</b>	,238*	,024	,146
	<b>P</b>	<b>,023</b>		<b>,000</b>	,448	<b>,002</b>	<b>,017</b>	,816	,149
<b>RFI</b>	<b>r</b>	<b>-,429**</b>	,096		,028	<b>-,306**</b>	<b>,613**</b>	<b>,560**</b>	,130
	<b>P</b>	<b>,000</b>	,339		,785	<b>,002</b>	<b>,000</b>	<b>,000</b>	,196
<b>OPCR</b>	<b>r</b>	-,022	-,025	-,027		-,072	,050	-,129	,038
	<b>P</b>	,826	,803	,790		,479	,619	,200	,706
<b>CP1</b>	<b>r</b>	<b>-,477**</b>	-,018	<b>,906**</b>	-,067				
	<b>P</b>	<b>,000</b>	,861	<b>,000</b>	,505				
<b>CP2</b>	<b>r</b>	<b>-,201*</b>	,001	<b>-,266**</b>	,017				
	<b>P</b>	<b>,043</b>	,990	<b>,007</b>	,862				
<b>CP3</b>	<b>r</b>	-,044	-,146	-,111	-,008				
	<b>P</b>	,662	,142	,265	,938				
<b>CP4</b>	<b>r</b>	,125	,042	-,041	-,077				
	<b>P</b>	,212	,676	,684	,445				

\*\* A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

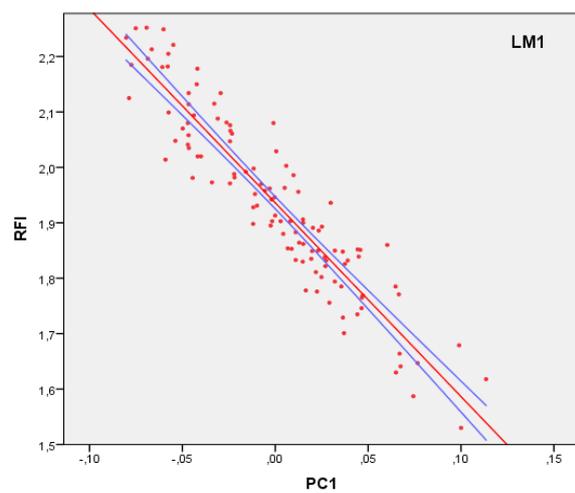
\* A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Foram também analisadas correlações entre as variáveis de topografia dentária e as componentes principais. Ao observar as tabelas 13 e 14 constataram-se correlações altas entre a RFI e a CP1 em molares inferiores, com valores de  $r = -0,93$  para o primeiro,  $r = 0,90$  para o segundo. E correlações fortes entre estas variáveis no primeiro molar superior,  $r = -0,72$ . Em segundos molares superiores a correlação é fraca  $r = -0,30$ , tal como já referido, o resultado da ACP, demonstrou que a CP1 neste dente assinalava a perda do hypocone e não o desgaste dentário. Os resultados são ilustrados pelos gráficos de correlação abaixo representados (Figuras 24 a 27). Em segundos molares inferiores a correlação é positiva, o que quer dizer que ao aumentar a CP1 aumenta também o RFI,

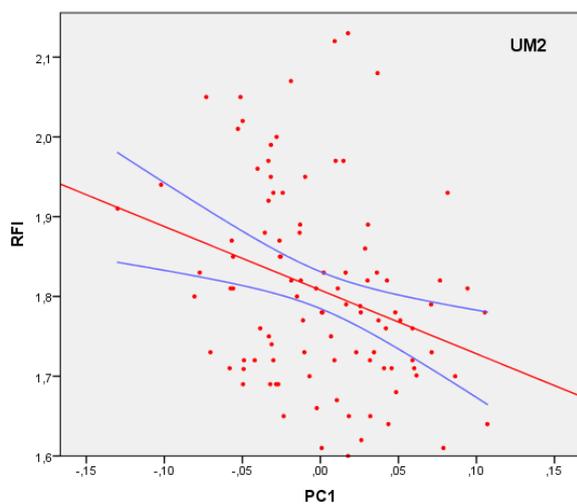
ao contrário das correlações apresentadas pelos restantes molares. Isto acontece porque o resultado da ACP apresenta o valor mínimo do dente, o que seria um dente desgastado, à esquerda e o valor máximo, o que seria um dente sem desgastar, à direita (ver figura 21). Este resultado também é visível no diagrama de caixas (figura 16 da estatística inferencial), ao contrário dos resultados obtidos para os outros molares onde o valor mínimo aparece à direita. Como tal, apesar de se apresentarem graficamente ao contrário a leitura dos resultados é a mesma. Portanto, ao aumentar a CP1 que captou o desgaste dentário, os valores do índice de relevo da coroa (RFI) diminuem.



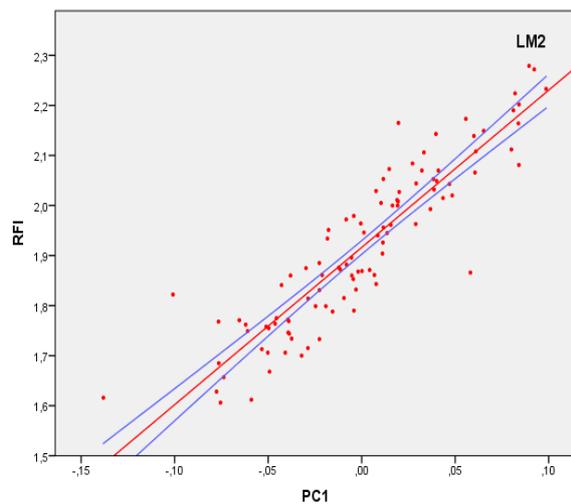
**Figura 24** – Correlação entre a CP1 e a RFI em primeiros molares superiores.



**Figura 25** – Correlação entre a CP1 e a RFI em primeiros molares inferiores.



**Figura 26** – Correlação entre a CP1 e a RFI em segundos molares superiores.

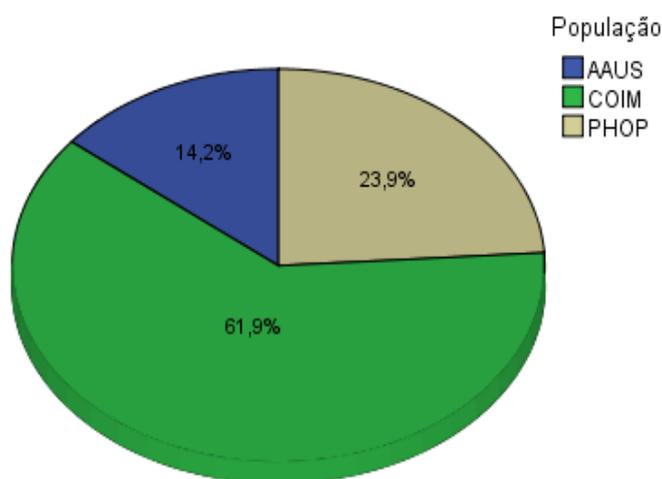


**Figura 27** – Correlação entre a CP1 e a RFI em segundos molares inferiores.

## 4.3 Amostra de Caçadores-Recolectores

### 4.3.1 Estatística Descritiva

Quanto à caracterização das amostras das populações de caçadores-recolectores podemos destacar que estas apresentam um tamanho reduzido em relação à amostra de Coimbra que representa mais de metade do tamanho total da amostra 61,9% (422/685). Os Aborígenes Australianos apenas correspondem a 14% (98/685) da amostra total e os Esquimós de Point Hope a 23,9% (165/685) (Figura 28).

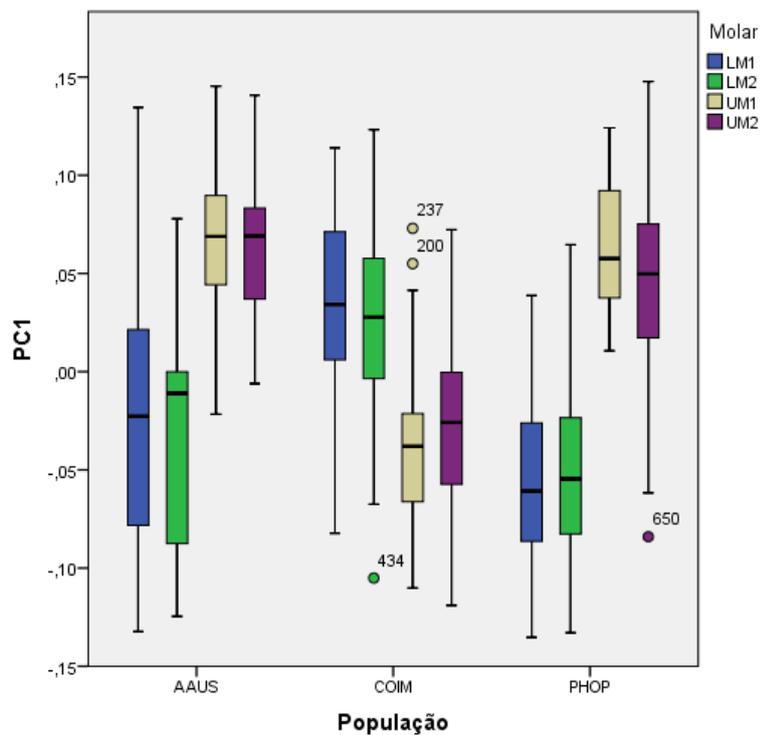


**Figura 28** – Gráfico com percentagens do número total de molares por população.

**Legenda:** AAUS= Aborígenes Australianos; COIM= Coimbra; PHOP= Point Hope.

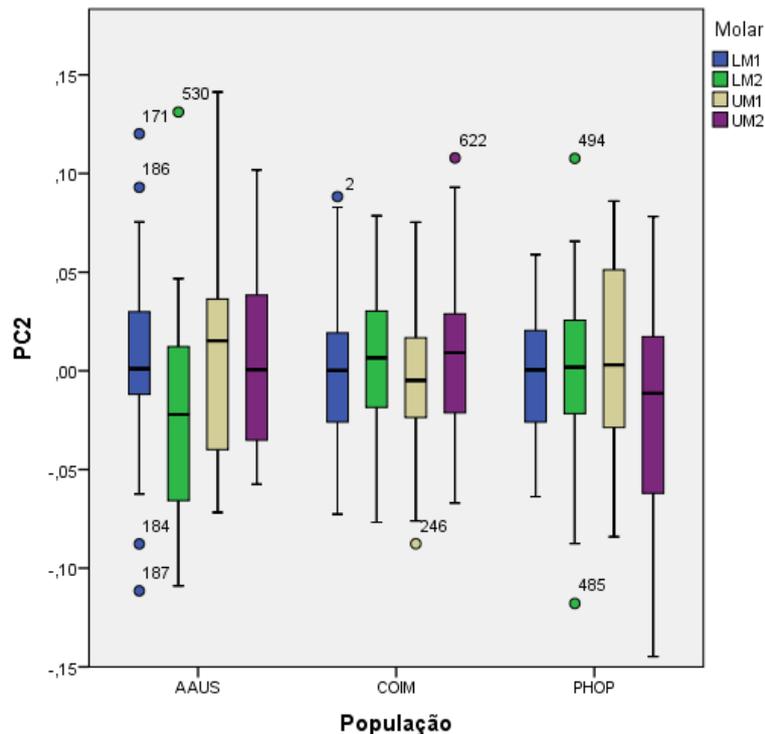
Nos diagramas de caixas que se seguem são demonstradas as medianas com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis de cada componente principal da MG considerada para o estudo comparativo entre a população de Coimbra e a amostra de caçadores-recolectores separados por tipo de molar (Figuras 29 e 30). De uma forma geral, verificou-se que os valores das medianas da CP1 apresentam um comportamento semelhante nas populações de caçadores-recolectores, verificando-se valores mais baixos em molares inferiores e valores mais altos em molares superiores. A população de Coimbra demonstra o contrário sendo que os valores mais elevados da CP1 são

registados para molares inferiores e os mais baixos em molares superiores. Também se verifica que as populações de caçadores-recolectores apresentam quer os valores máximos, quer os mínimos, mais acentuados quando comparados com a população de Coimbra. Quanto à CP2 os valores das medianas para as três populações são muito similares entre si. Destacando-se apenas valores mais baixos em segundos molares inferiores e mais altos em primeiros molares superiores na população de Aborígenes Australianos e mais baixos em segundos molares superiores em Point Hope.



**Figura 29** – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da quarta componente distribuídos por populações e molares.

**Legenda:** AAUS= Aborígenes Australianos; COIM= Coimbra; PHOP= Point Hope; LM1= Primeiro molar inferior; UM1= Primeiro molar superior; LM2= Segundo molar inferior; UM2= Segundo molar superior.



**Figura 30** – Diagrama de caixas da mediana com valores máximos e mínimos e primeiro e terceiro quartis da quarta componente distribuídos por populações e molares.

**Legenda:** AAUS= Aborígenes Australianos; COIM= Coimbra; PHOP= Point Hope; LM1= Primeiro molar inferior; UM1= Primeiro molar superior; LM2= Segundo molar inferior; UM2= Segundo molar superior

Na tabela que se segue (Tabela 15) são demonstrados os valores médios e o desvio padrão de cada variável da topografia dentária para cada população e para cada tipo de molar. Verifica-se que a população de Coimbra apresenta em geral para cada dente um valor médio de OPCR mais baixo que as populações de caçadores-recolectores. Constata-se também que para a DNE os valores médios são em geral mais baixos para Coimbra, apesar de que em primeiros molares superiores estes se apresentem mais baixos em Aborígenes Australianos. Por outro lado, as médias dos valores de RFI são mais elevadas na população de Coimbra, ainda que em segundos molares inferiores estes valores sejam ligeiramente mais elevados em Point Hope.

Verificou-se também que Point Hope apresenta valores muito elevados de DNE em molares superiores, de 275,59 para os primeiros molares e de 236,20 para os segundos. O valor elevado da média de DNE em molares superiores por esta população é encontrado devido à presença de alguns indivíduos com valores acima da média esperada, sendo possíveis outliers. Como tal, os valores médios de DNE de Point Hope em molares superiores são os mais elevados de toda a amostra para esta variável.

**Tabela 15** – Caracterização da amostra quanto às variáveis de topografia dentária e primeira e segunda componentes principais para cada molar e população com respectivas médias e desvio padrão.

		<b>Molar</b>							
		<b>LM1</b>		<b>LM2</b>		<b>UM1</b>		<b>UM2</b>	
		$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<b>AAUS</b>	<b>DNE</b>	169,4686	60,9957	173,2351	60,8411	140,7952	69,5894	147,8779	82,7474
	<b>RFI</b>	1,7694	,2068	1,7665	,1884	1,7505	,1539	1,7700	,1489
	<b>OPCR</b>	112,302	27,776	101,790	19,145	104,849	30,860	90,949	29,269
<b>COIM</b>	<b>DNE</b>	157,6004	62,1297	150,6732	46,1501	153,6495	45,7529	136,9065	35,4791
	<b>RFI</b>	1,9361	,1609	1,9163	,1633	1,7949	,1157	1,8082	,1215
	<b>OPCR</b>	91,799	16,278	78,952	15,030	85,484	14,503	71,182	13,259
<b>PHOP</b>	<b>DNE</b>	168,5811	90,2019	186,5833	110,6193	275,5979	108,9966	236,2044	65,6109
	<b>RFI</b>	1,5963	,1462	1,6155	,2033	1,7849	,1571	1,8643	,1614
	<b>OPCR</b>	126,250	59,265	112,346	48,977	152,157	39,387	138,508	32,418

**Legenda:** AAUS= Aborígenes Australianos; COIM= Coimbra; PHOP= Point Hope; LM1= Primeiro molar inferior; UM1= Primeiro molar superior; LM2= Segundo molar inferior; UM2= Segundo molar superior;  $\bar{x}$  = Média;  $\sigma$  = Desvio Padrão.

### 4.3.2 Estatística Inferencial

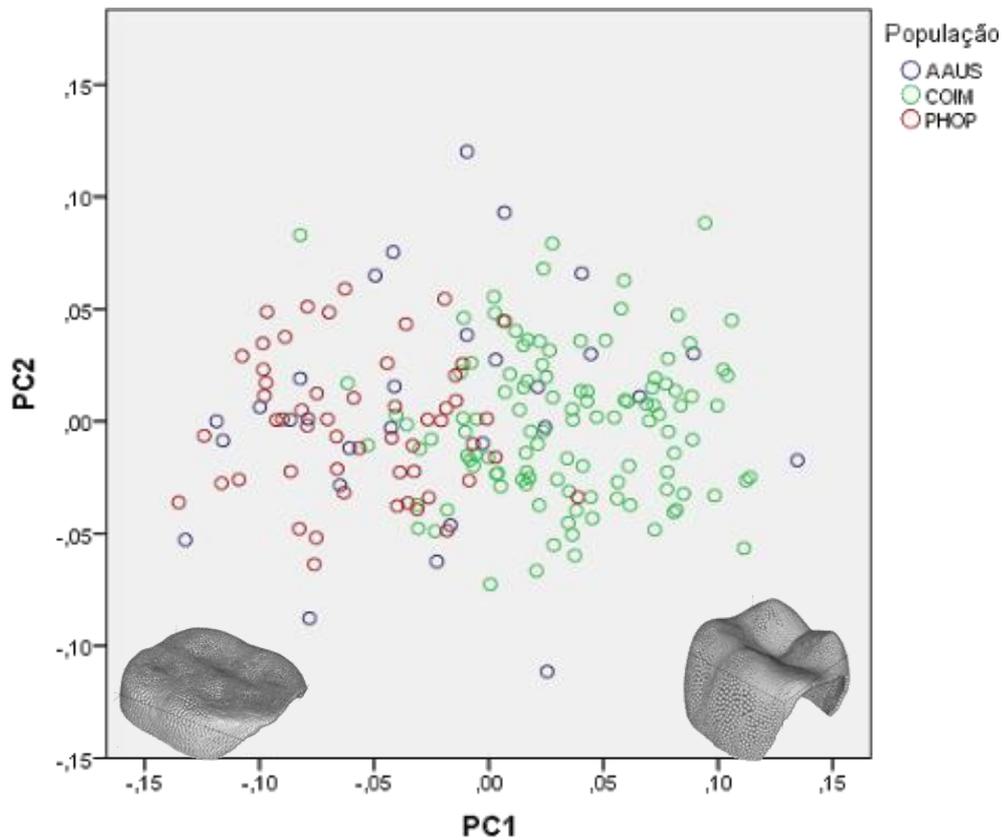
Os resultados da análise de componentes principais das três populações em conjunto, a população de Coimbra e as populações de caçadores-recolectores: Aborígenes Australianos e Esquimós de Point Hope demonstraram uma percentagem da variância explicada nas duas primeiras componentes para cada molar, de aproximadamente 41%, com exceção do segundo molar superior onde a variância observada é de 35% (Tabela 16). Para este estudo prévio optou-se por analisar apenas os resultados relativos à CP1 e à CP2.

**Tabela 16** – Variância explicada das quatro componentes principais para cada molar.

		<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>Total</b>
<b>UM1</b>	Desvio Padrão	0,06094	0,0387	
	% da variância	29,5%	11,9%	<b>41,4%</b>
<b>UM2</b>	Desvio Padrão	0,0583	0,04316	
	% da variância	22,9%	12,5%	<b>35,4%</b>
<b>LM1</b>	Desvio Padrão	0,06079	0,10465	
	% da variância	30,6%	10,4%	<b>41%</b>
<b>LM2</b>	Desvio Padrão	0,05967	0,03954	
	% da variância	28,7%	12,6%	<b>41,3%</b>

**Legenda:** **UM1**= Primeiro molar superior; **UM2**= Segundo molar superior;  
**LM1**= Primeiro molar inferior; **LM2**= Segundo molar inferior.

As imagens geradas da ACP destrinçaram aspetos contrários entre molares superiores e molares inferiores. Em molares inferiores a CP1 diferencia o desgaste dentário e a CP2 aspetos anatómicos relacionados com a forma e tamanho dos dentes. Enquanto em molares superiores o desgaste dentário é diferenciado pela CP2 e o aspeto anatómico pela CP1. Na figura abaixo (Figura 31) é possível ver a como se distribuem as três populações segundo a CP1 e a CP2, demonstrando claramente a separação destas quanto ao nível de desgaste dentário. A populações de caçadores-recolectores, sobretudo os Esquimós de Point Hope apresentam os valores CP1 mais baixos, o que reflete o maior desgaste nesta população, o contraste é essencialmente marcado com a população de Coimbra.



**Figura 31** – Distribuição das três populações tendo em conta a CP1 e a CP2 em primeiros molares inferiores e respetivas imagens geradas pela ACP com os valores máximos e mínimos de cada dente.

**Legenda:** AAUS= Aborígenes Australianos; PHOP= Point Hope; COIM= Coimbra;

Os resultados das correlações calculados a partir do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) demonstraram uma correlação forte nas variáveis de topografia dentária, entre a DNE e a OPCR em molares superiores, com valores de  $r=0,71$  para os primeiros e  $r=0,76$  para os segundos. Em molares inferiores os valores das correlações são ligeiramente mais baixos, sendo para os primeiros molares de  $r=0,63$  e para os segundos de  $r=0,65$  (Tabelas 17 e 18).

Entre as CPs e a topografia dentária é visível uma correlação alta entre a CP1e o índice de relevo (RFI) para molares inferiores, com valores de  $r=0,92$  para os primeiros e de  $r=0,90$  para os segundos. E entre a CP2 e o RFI em molares superiores com valores de  $r=0,86$  para os primeiros e de  $r= -0,81$  em segundos.

**Tabela 17** – Correlação de Pearson (r) entre as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM1 (n=198) e UM1 (n=173).

		DNE	RFI	OPCR	CP1	CP2
DNE	R		.080	.709**	.329**	-.012
	P		.299	.000	.000	.872
RFI	R	.206**		-.061	-.233**	.867**
	P	.004		.426	.002	.000
OPCR	R	.636**	-.152*		.588**	.007
	P	.000	.034		.000	.928
CP1	R	.009	.927**	-.262**		
	P	.902	.000	.000		
CP2	R	.184**	.045	.096		
	P	.010	.532	.179		

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

**Tabela 18** – Correlação de Pearson (r) entre as componentes principais e as variáveis de topografia dentária em LM2 (n=168) e UM2 (n=155).

		DNE	RFI	OPCR	CP1	CP2
DNE	R		.257**	.768**	.224**	-.207**
	P		.001	.000	.005	.0010
RFI	R	.064		.168*	.119	-.819**
	P	.414		.037	.142	.000
OPCR	R	.657**	-.144		.382**	-.232**
	P	.000	.066		.000	.004
CP1	R	-.064*	.907**	-.328**		
	P	.419	.000	.000		
CP2	R	.084	-.204**	-.064		
	P	.288	.009	.416		

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

## CAPÍTULO 5: Discussão

---

O presente estudo analisou o desgaste e a topografia dentária de 685 molares, à exceção dos terceiros, de três amostras populacionais, uma portuguesa de inícios do século XX (n= 422) e duas de caçadores-recolectores, os Aborígenes Australianos (n= 98) e os Esquimós de Point Hope (n=165) com o uso de uma nova metodologia investigação de MG em 3D baseada em *pseudo-landmarks*. Este método foi aplicado à amostra portuguesa, que pertence à coleção osteológica identificada *Trocas Internacionais* de Coimbra, de modo a perceber como é que as mudanças que ocorrem na coroa dos molares são afetadas pelo desgaste dentário em diferentes grupos etários. Idealmente seria de esperar que alguma das variáveis em análise apresentasse uma correlação forte com a idade, ou seja, um coeficiente de Pearson (r) maior que 0,70. Posteriormente, a metodologia foi utilizada em duas séries de caçadores-recolectores com climas e dietas distintos de forma a tirar ilações acerca da abrasividade da dieta destas populações quando comparadas com populações modernas ocidentais com uma dieta baseada em alimentos processados (Larsen, 1997).

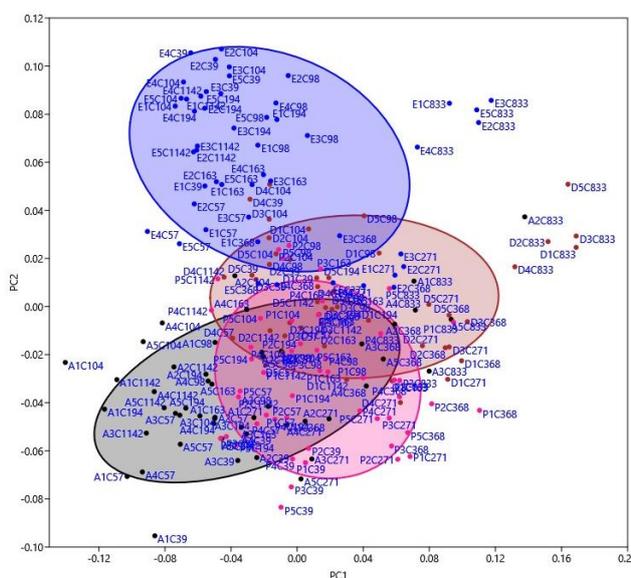
### 5.1 Erros Inter e Intra-observador

A partir do cálculo dos erros inter e intra-observadores é possível verificar a fiabilidade do método, o que permite seguir com a investigação ou reformular a metodologia a utilizar se os erros de medição obtidos apresentarem valores elevados.

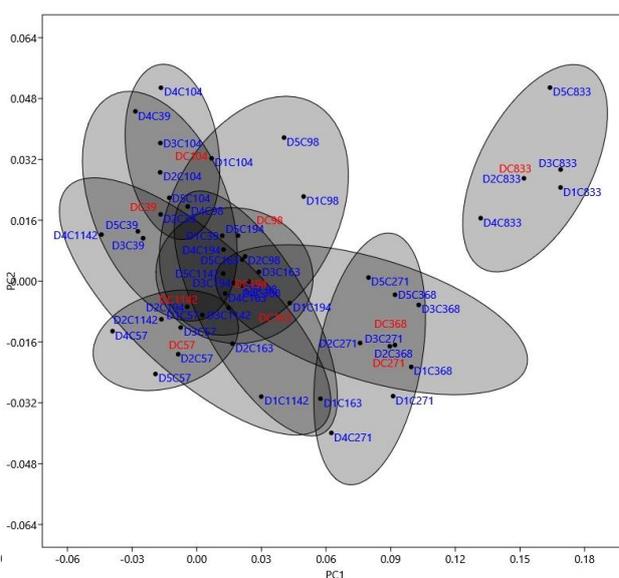
Os resultados obtidos demonstraram que a variação das medições repetidas para a amostra de 10 molares se manteve abaixo dos 5% para as componentes consideradas para a MG e abaixo dos 3% para as variáveis da topografia dentária, tanto entre os observadores como nas repetições entre o mesmo observador. Este resultado indicou que a metodologia proposta é segura e poderá ser usada em posteriores análises. Para valores superiores a 5% o método seria considerado inseguro e como tal, seria necessário reformular a metodologia proposta (Weinberg et al., 2005).

Nos gráficos de dispersão que se seguem estão representadas as médias das cinco 5 repetições realizadas por cada observador (Figura 32) e as repetições realizadas por um só observador (Figura 33) para a amostra de 10 molares considerada. A partir da sua análise verifica-se que os valores das médias entre os observadores apresentam valores de medição próximos, uma vez que as elipses se interseam bastante, o mesmo se

verificando nas repetições feitas por um só observador. Em ambos os gráficos pode-se constatar que existe um indivíduo (833) que se encontra sempre mais do lado direito que os restantes. Este aspeto não está relacionado com um erro de medição mas com o facto do indivíduo 833 (indivíduo do sexo masculino com 46 anos) apresentar taxas de desgaste mais elevadas que são registadas pela CP1 e, como tal, surge mais à direita dos gráficos.



**Figura 32** – Gráfico de dispersão com elipses de cada observador demonstrando a média das cinco repetições para os 10 molares.



**Figura 33** – Gráfico de dispersão com elipses demonstrando a média das cinco repetições para os 10 molares de um só observador.

## 5.2 Amostra de Referência

Após verificado que o método proposto é seguro, seguiram-se com as análises da MG e da topografia dentária quanto à amostra da coleção osteológica *Trocas Internacionais*.

Segundo o resultado do teste Anova não foram encontradas diferenças quanto aos sexos no que diz respeito às medidas da topografia dentária demonstrando que as mudanças que ocorrem na superfície oclusal apresentam um comportamento semelhante em ambos. Enquanto à MG foram encontradas diferenças entre os sexos, ainda que com valores perto de 0,05 em molares superiores. Em molares inferiores apenas o primeiro mostra um valor significativo ( $F= 6,351$ ;  $p= 0,013$ ) que se dá com a CP3. A terceira componente correlaciona-se com a idade em primeiros molares inferiores e detetou um

aspecto morfológico relacionado com desgaste dentário nas cúspides bucais, constatando-se também que este é maior em indivíduos do sexo masculino. Estes dados corroboram os resultados obtidos por Wasterlain (2006), que analisou o desgaste dentário em três coleções identificadas de Coimbra, incluindo a amostra estudada no presente trabalho, e verificou desgaste oclusal diferencial entre sexos, verificando que os homens exibem graus de desgaste mais elevados comparativamente às mulheres, tanto no maxilar como na mandíbula. Ainda que as análises sejam distintas, Wasterlain utilizou a escala ordinal de Smith (1984) e no presente estudo recorreu-se a um método quantitativo, os resultados obtidos foram o mesmo. O que permite validar esta metodologia no que respeita à análise do desgaste em primeiros molares inferiores.

Apesar de se verificarem diferenças entre os sexos ao nível do desgaste das cúspides bucais, optou-se por realizar as restantes análises com os dois sexos em conjunto, pois fragmentar as amostras por sexos levava a uma perda de casos em cada categoria e, consequentemente, a resultados menos fiáveis.

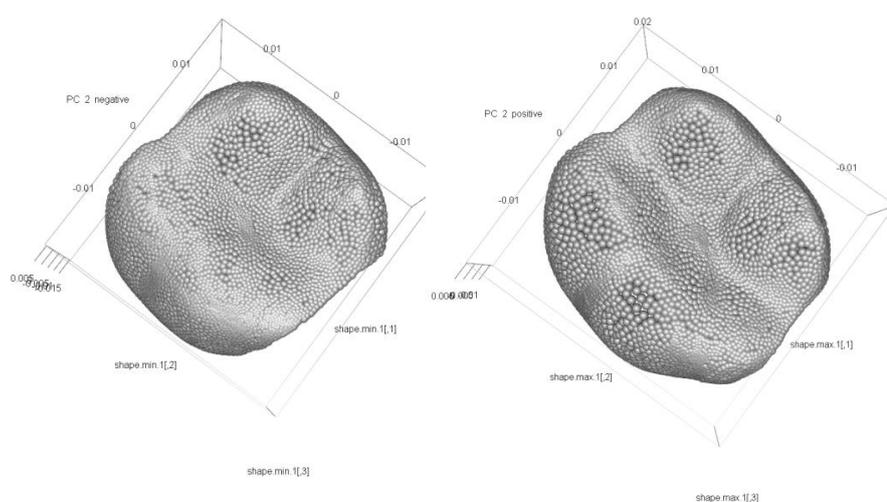
No que concerne à análise da MG, o resultado da análise de componentes principais mostra que existem vários aspetos morfológicos que contribuem para explicar a variabilidade dentária em populações humanas modernas, sendo necessário chegar à CP17 para encontrar 85% da variância total explicada em cada um dos molares apreciados. Entre as 4 primeiras componentes consideradas para este estudo obteve-se cerca de 50% da variância total explicada. A CP1 foi entendida como desgaste dentário, o que possibilita dizer que o processo de perda de esmalte dentário e de diminuição da altura das cúspides constituem o principal fator da variabilidade morfológica adquirida dos molares nesta população.

Outro resultado que merece destaque diz respeito ao segundo molar superior. Neste dente, a mudança anatómica relacionada com perda ou diminuição da cúspide disto-lingual (hypocone) tem mais peso na sua morfologia do que o processo de desgaste dentário. Nas sociedades modernas é normal existir uma variação nos padrões de cúspides dos segundos molares superiores, que podem reter o padrão de 4 cúspides (4+), normalmente encontrado no primeiro molar superior, ou terem apenas 3 cúspides, devido à diminuição ou ausência do hypocone. O que faz com que este dente seja geralmente mais pequeno que o primeiro molar superior e apresente mais variabilidade morfológica (White et al., 2012). Apesar de neste trabalho não se estar a medir a expressão ou a frequência deste carácter morfológico, constata-se que 20% da

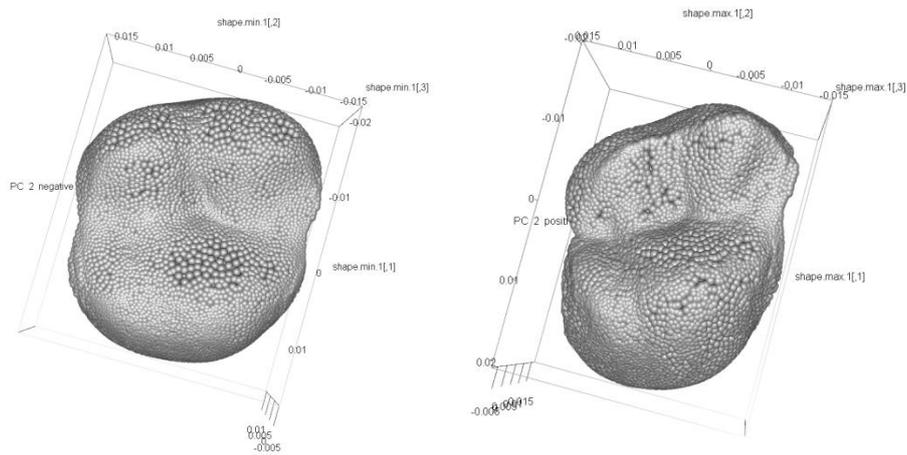
variabilidade encontrada neste dente é devido à sua presença (e aos diferentes graus em que se expressa) ou ausência.

A CP2 discriminou mudanças nos molares associadas ao tamanho e à forma. Em primeiros molares inferiores estas estão relacionadas com os padrões de cúspides (Figura 34), onde se observa um dente em que a expressão máxima diz respeito a um molar com uma forma mais retangular, devido ao maior comprimento mesio-distal, e a expressão mínima a uma forma mais quadrada. Uma das tendências que tem vindo a ser observada na evolução dos homínídeos é a redução das cúspides dos molares inferiores, envolvendo a perda da cúspide buco-distal ou *hypoconulid* (C5), levando a molares com 4 cúspides (Silva, 2007). Apesar de no homem ser comum primeiros molares com 5 cúspides e mais frequentemente segundos molares com 4 cúspides (White et al., 2012). Uma possível interpretação é que alguns indivíduos desta amostra podem ter perdido ou apresentarem uma diminuição na cúspide buco-distal no primeiro molar inferior, refletindo um padrão 4+ típico do segundo molar inferior. Em segundos molares inferiores, a CP2 encontrou uma mudança associada ao tamanho, diferenciando entre indivíduos com segundos molares mais pequenos e indivíduos com um maior tamanho deste dente.

Em molares superiores, os resultados da ACP mostraram um dente com uma forma mais romboide, apresentando um maior comprimento entre a cúspide hypocone e a cúspide mesio-bucal (protocone) e outro com uma forma mais quadrada (Figura 35). O que pode refletir a diminuição do hypocone, acima mencionada.



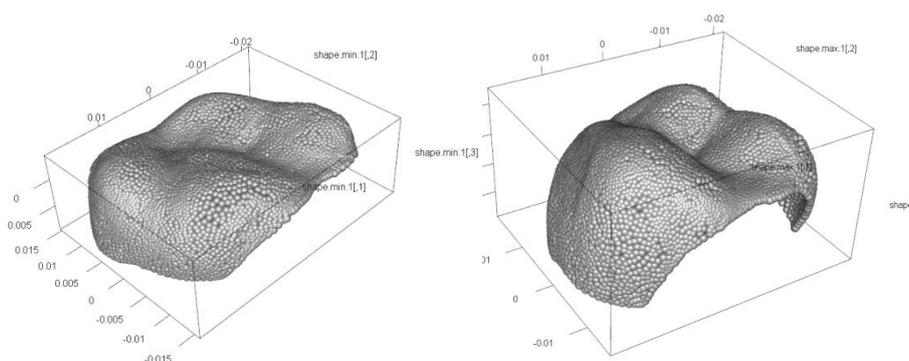
**Figura 32** – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP2 em primeiros molares inferiores.



**Figura 33** – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP2 em segundos molares superiores.

Relativamente à terceira e à quarta componentes, que explicam uma menor percentagem da variância total observada em cada um dos molares (inferior a 11%), verificou-se que a CP3 diferenciou novamente desgaste dentário. No entanto, associado às cúspides bucais em primeiros molares inferiores, onde foram encontradas as já mencionadas diferenças entre os sexos, e às cúspides linguais em molares superiores. Em segundos molares inferiores o desgaste das cúspides bucais é apenas detetado na CP4. Este aspeto atesta que, em molares inferiores, as cúspides bucais se desgastam mais rápido que as linguais e em molares superiores são as cúspides linguais que se desgastam primeiro em relação às bucais (White et al., 2012). Por outro lado, o desgaste das cúspides bucais é primeiro detetado em primeiros molares inferiores e só depois em segundos, o que poderá refletir que os indivíduos desta população apresentavam um desgaste mais marcado nos primeiros molares inferiores que nos segundos. Esta perda diferencial das cúspides bucais entre primeiros e segundos molares inferiores pode acontecer devido aos diferentes períodos de erupção dos dentes e consequente tempo de uso dos mesmos. No entanto, Mays (2002), ao estudar uma coleção osteológica identificada holandesa de finais do século XIX, medindo o nível de desgaste dentário através de métodos métricos e de escalas ordinais e contínuas, não verificou qualquer tipo de relação no desgaste diferencial entre primeiro, segundos molares e terceiros molares.

Em segundos molares superiores a perda ou diminuição do hypocone mostrou ter um peso grande na variabilidade morfológica deste dente, sendo diferenciado pelas duas primeiras componentes, que explicam cerca de 34% da variabilidade total. O processo de desgaste oclusal apenas foi detectado na terceira componente para este dente (Figura 36).



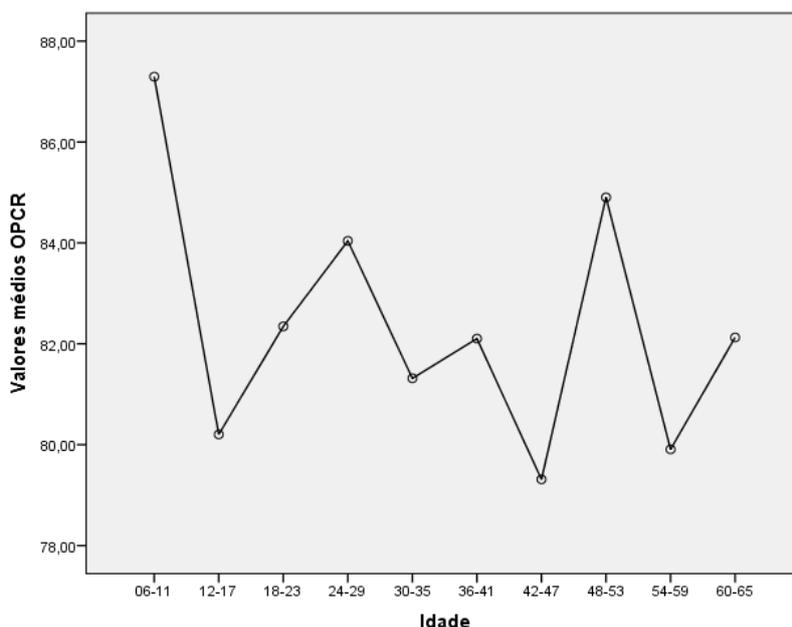
**Figura 34** – Análise de componentes principais demonstrando a forma máxima e mínima da CP3 em segundos molares superiores.

A restante variabilidade morfológica, implicada na CP3 e CP4, está relacionada com mudanças mais subtis na morfologia dos dentes. A escassez de tempo não possibilitou uma análise aprofundada destas componentes, a qual permanece em aberto para futuros estudos.

Quanto à análise das características e mudanças que ocorrem na superfície oclusal dos molares, como os volumes, as curvas, as alturas das cúspides ou os relevos tridimensionais, estas foram quantificadas a partir do índice de relevo da coroa (RFI), da complexidade da superfície oclusal (OPCR) e da medição da curvatura das superfícies e das cúspides (DNE). É importante salientar que ao analisar estas características se deve ter em conta a influência do processo de desgaste oclusal, uma vez que com o seu aumento com o avançar da idade, a altura das cúspides diminui (Evans, 2013), influenciando a quantificação da superfície oclusal pelas medidas acima referidas.

Constatou-se que os valores médios de RFI e DNE são mais elevados nos grupos etários mais jovens demonstrando uma diminuição com o avançar da idade. Ainda que em idades mais avançadas estes valores comecem a mostrar oscilações, sobretudo a partir do grupo etário dos 42-47 anos até ao último grupo, 60-65 anos (tabelas 13 e 14

da estatística inferencial). Quanto aos valores médios da OPCR estes demonstram-se instáveis em todos os grupos de idade (Figura 37).



**Figura 35** – Valores médios de OPCR por grupo etário.

Os resultados relativos ao RFI e à DNE, ao medirem aspetos da superfície oclusal relacionados com alturas, curvas e relevos (superfícies em 3D), foram os esperados ao apresentarem os valores médios mais elevados em grupos etários mais jovens onde o desgaste é mais baixo ou mesmo inexistente, como pode ser o caso do grupo dos 6 aos 11 anos e dos 12 aos 17 anos. No entanto, chegando a idades mais avançadas estes valores são mais instáveis, não apresentando necessariamente uma diminuição com o avançar da idade. O que corrobora o padrão de subsistência das populações ocidentais com uma dieta suave baseada em alimentos processados e consequentes taxas de desgaste menos acentuadas (Molnar, 1972; Larsen, 1997; Kaifu, 1999; Mays, 2002). Wasterlain (2006) já tinha documentado um desgaste dentário baixo em 3 coleções portuguesas de inícios do século XX, verificando um desgaste igual ou menor a 3 na escala ordinal de Smith (1984) em cerca de 79,5% da sua amostra. Também Mays (2002) verificou que apenas 14% da sua amostra, que inclui indivíduos dos 8 aos 89 anos, atinge níveis de desgaste de 4 e 5 na escala de Brothwell. Ambos verificaram que o desgaste é mais baixo em grupos etários mais jovens apresentando uma variabilidade cada vez maior nos graus de desgaste exibidos com o avançar da idade. O que confirma o comportamento das variáveis RFI e DNE, sendo medidas mais fiáveis quando o

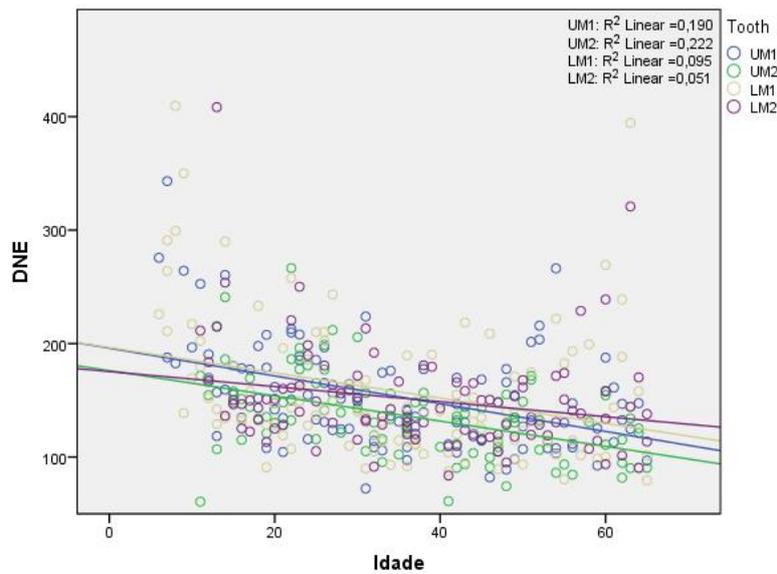
desgaste é menor, neste caso nos grupos etários mais jovens, apresentando mais flutuações nos seus valores, sobretudo a partir do grupo etário dos 42-47 anos.

Para verificar este comportamento foram realizadas correlações entre as medidas de topografia dentária e as CPs com a idade à morte dos indivíduos da coleção *Trocas Internacionais*. As séries osteológicas identificadas têm um valor ímpar no que concerne ao entendimento dos processos biológicos e culturais das populações humanas, uma vez que permitem comparar os dados obtidos das medidas métricas e observações morfológicas com os dados reais dos indivíduos. Neste caso procurou-se entender se a morfologia dentária, influenciada pelo processo de desgaste, se correlaciona com a idade dos indivíduos. O que contribuiria para a criação de um método de estimativa da idade à morte e para ajudar a apurar o intervalo de idade à morte em indivíduos de cuja esta variável não se tem informação.

Os resultados destas correlações apresentaram os valores mais elevados entre a CP1, que diz respeito ao desgaste dentário, e os molares inferiores, com um valor de correlação de  $r= 0,44$  para o primeiro molar e  $r= -0,47$  para o segundo. Apesar de serem valores baixos estes são significativos, o que uma vez mais comprova que o desgaste dentário aumenta com a idade (Molnar, 1971). O facto de a correlação ser mais alta em molares inferiores, respeitante aos superiores corrobora os dados obtidos por alguns autores que verificaram taxas de desgaste maiores em molares mandibulares quando comparados com os molares maxilares (Mays, 2002; Wasterlain, 2006). Confirmando uma vez mais os dados obtidos por Wasterlain (2006) na amostra portuguesa.

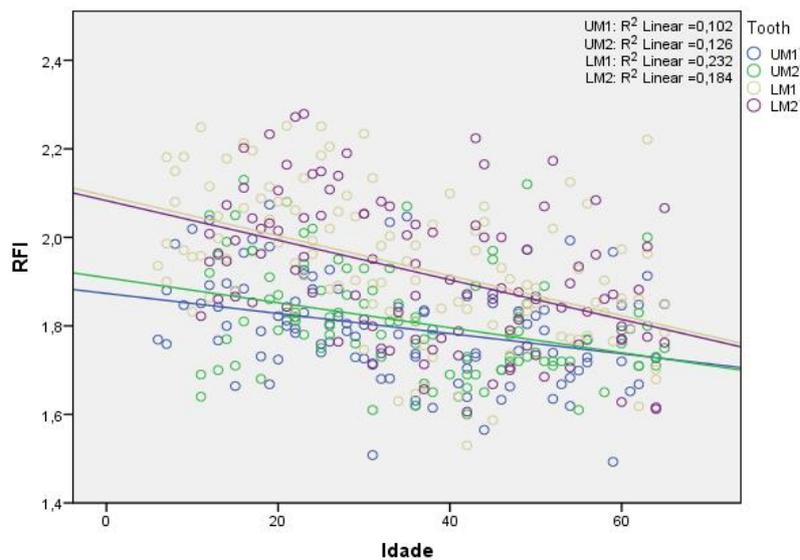
Quanto aos parâmetros da topografia dentária verificou-se que o RFI apresenta uma correlação mais alta com os molares inferiores com valores de  $r= -0,48$  em primeiros molares, e de  $r= -0,42$  em segundos (Figura 38). E a DNE mostra uma correlação mais alta com os molares superiores,  $r= -0,43$  em primeiros e  $r= -0,47$  em segundos (Figura 39). Igualmente, apesar de serem correlações baixas estas são significativas. As correlações são inversas, o que quer dizer que ao aumentar a idade os valores destas variáveis diminuem. Este resultado é expectável pois com o aumento da idade as taxas de desgaste dentário são maiores e, conseqüentemente, os valores destas variáveis mais baixos, devido à influência deste na superfície oclusal dos molares.

Apesar de em estudos feitos em primatas não humanos se constatar que a DNE e da RFI são duas variáveis altamente correlacionadas (Bunn et al., 2011; Evans, 2013), na presente investigação não se demonstraram correlações altas entre estas duas variáveis, sendo o valor mais elevado encontrado em primeiros molares inferiores ( $r=0,41$ ).



**Figura 38** – Regressão linear do valor de RFI com a idade em cada molar.

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior.

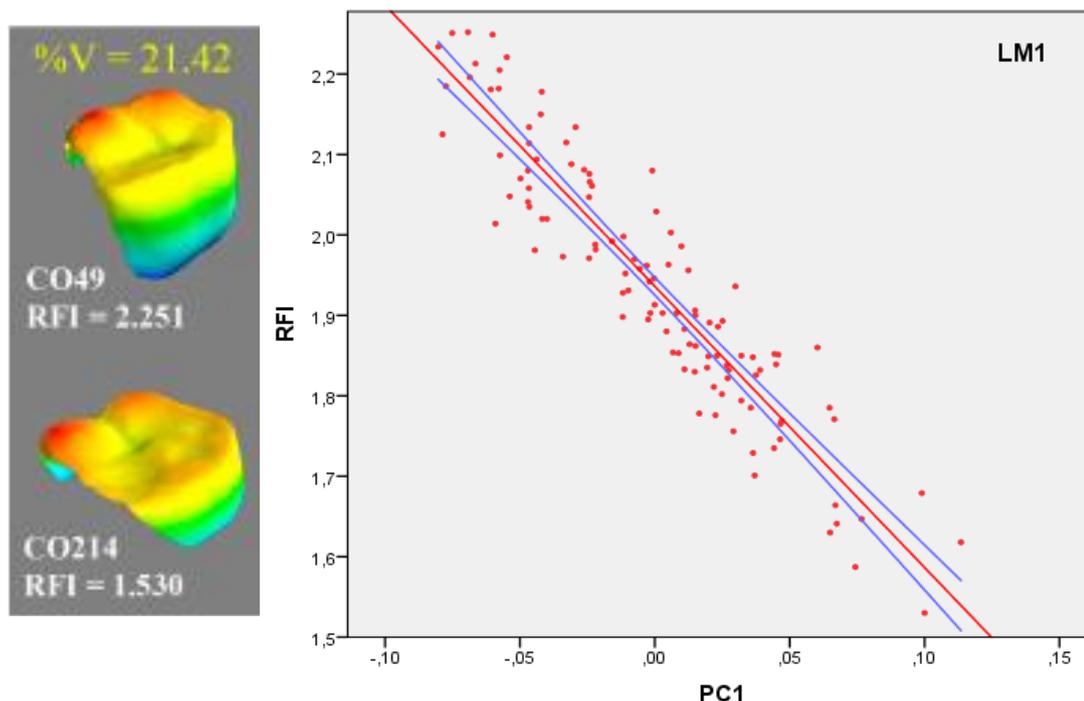


**Figura 39** – Regressão linear do valor de DNE com a idade em cada molar.

**Legenda:** UM1= Primeiro molar superior; UM2= Segundo molar superior; LM1= Primeiro molar inferior; LM2= Segundo molar inferior.

Já a OPCR não mostrou nenhuma correlação com a idade. Em estudos realizados em primatas não humanos, constatou-se que esta é uma boa medida para inferir acerca da dieta das espécies (Ungar e Williamson, 2000; Evans, 2007), no entanto, no que concerne à sua associação com a idade parece não aportar muitas informações.

Com os resultados chegados, pode-se inferir que o RFI pode constituir uma variável capaz de fornecer pistas acerca da idade à morte em molares inferiores e a DNE em molares superiores, contribuindo para ajudar a apurar o intervalo de idade à morte. O RFI revelou-se melhor para apurar a idade em molares mandibulares devido à sua correlação com o desgaste dentário (CP1), que também é mais acentuado em molares inferiores relativamente aos superiores. Estas duas variáveis apresentam uma correlação muito alta,  $r = -0,93$  em primeiros molares e em  $r = -0,90$  em segundos, o que indica a diminuição do valor de RFI com o aumento do desgaste. Em primeiros molares superiores a correlação foi também forte  $r = -0,72$ , ainda que mais baixa. O segundo molar superior apresenta uma correlação fraca  $r = -0,30$ , devido à já mencionada perda ou diminuição da cúspide hypocone que tem um maior peso sobre a morfologia deste dente que o processo de desgaste dentário. A figura que se segue (Figura 40) denota exatamente a dependência entre estas duas variáveis em primeiros molares inferiores ( $R^2 = 0,868$ ), representando um indivíduo (CO49) com 25 anos com valores elevados de RFI (2,251), e portanto, cúspides mais altas quando comparado com um indivíduo (CO214) de 42 anos, com valores de RFI mais baixos (1,530), onde é visível a diminuição da altura das cúspides com a presença de desgaste dentário.



**Figura 40** – Gráfico de correlação entre a CP1 e a RFI em primeiros molares inferiores. E valores de RFI demonstrando um indivíduo com valores elevados (CO49) e um indivíduo com valores baixos (CO214).

O cruzamento destas duas variáveis em análises dentárias é uma mais-valia pois permite um entendimento mais profundo do processo de desgaste dentário e da sua relação com a morfologia e função dos dentes. Por outro lado, contribui para inferir acerca dos padrões de abrasividade da dieta em populações humanas.

Também é de referir que apesar de não existirem estudos que descrevam os molares superiores como mais precisos para a estimativa da idade à morte dos indivíduos, sendo os molares inferiores os que geralmente apresentam mais correlações com a idade (Mays, 2002), no presente estudo verifica-se que a DNE pode ser uma boa medida para inferir acerca da idade a partir de molares superiores, sobretudo do segundo. Tal constitui um contributo ímpar na área da antropologia dentária, permitindo um melhor entendimento nos processos de perda de esmalte dentário e de diminuição da altura das cúspides em molares maxilares. No entanto, este é um estudo pioneiro e, como tal, novas análises devem ser feitas de modo a confirmar os resultados aqui chegados. Sugerindo-se uma amostra mais ampla, incluindo grupos etários com mais de 65 anos, o que possibilitaria melhores correlações destas variáveis com a idade. Pois como constata Mays (2002) o desgaste dentário ao aumentar gradualmente em todos os molares faz com que seja um método eficaz na estimativa da idade à morte, todavia, o seu êxito depende de uma dieta uniforme entre todos os indivíduos e de uma amostra ampla que permita entender como se produz esse desgaste numa população.

### **5.5 Aplicação ao Estudo dos Caçadores-Recolectores**

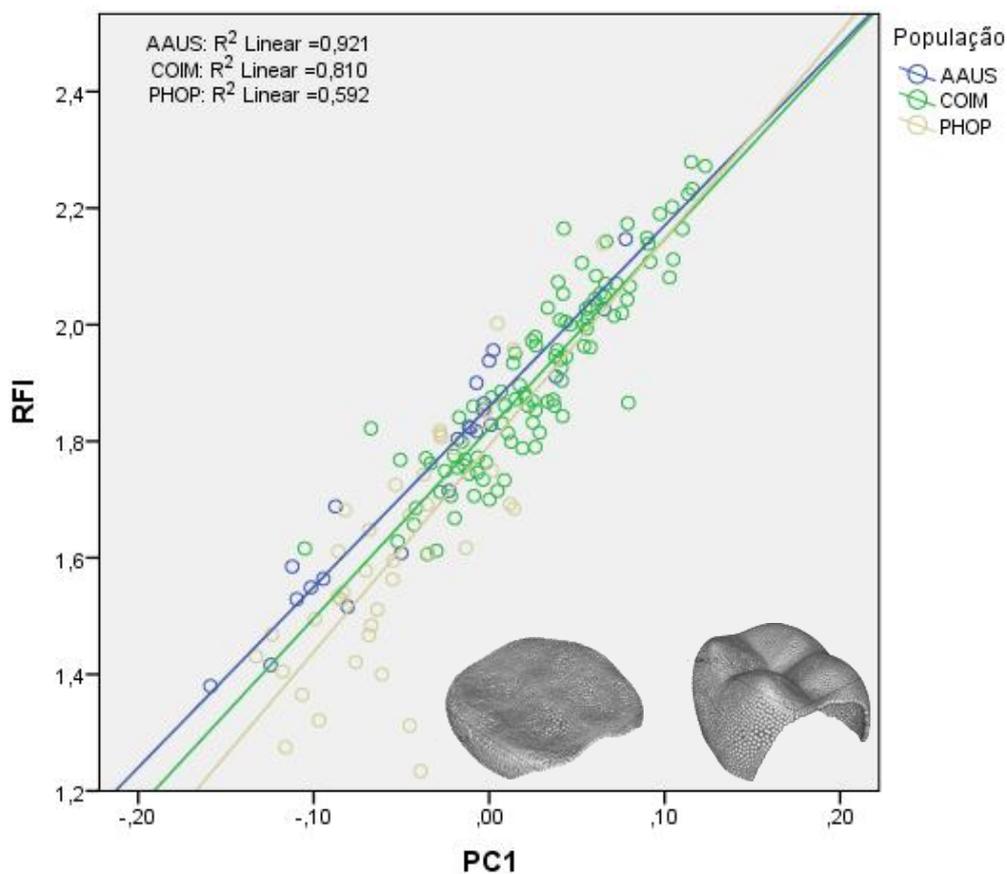
Uma vez que durante quase toda a nossa história evolutiva fomos caçadores-recolectores, estudar estas populações mediante técnicas em 3 dimensões oferece uma oportunidade única no entendimento dos comportamentos humanos, dos modos de vida e da ecologia nutricional dos nossos antepassados (Górka, 2011).

Antes de interpretar os resultados obtidos é importante referir que existe uma desproporção no tamanho das amostras, sendo a de caçadores-recolectores bastante mais reduzida em relação à de Coimbra, sobretudo a de Aborígenes Australianos (ver figura 28 dos resultados), o que pode de alguma forma enviesar os resultados obtidos.

Na análise comparativa entre as três populações constatou-se uma clara separação dos grupos de caçadores-recolectores em relação à amostra de Coimbra, quer na análise da MG, quer na análise da topografia dentária.

Os resultados obtidos relativos às medidas da topografia dentária mostraram que o valor da OPCR é mais baixo em Coimbra para todos os molares. Entre os grupos de caçadores-recolectores são os Esquimós que mostram os valores médios mais elevados da OPCR. Em similitude, os valores médios de DNE são mais elevados em Esquimós, seguidos por Aborígenes Australianos e, por fim, por Coimbra. Unicamente se verifica uma média mais elevada deste valor na população de Coimbra em comparação com o primeiro molar superior de Aborígenes Australianos, que pode ser fruto das assimetrias nas dimensões das amostras. Por fim, o RFI apresenta um comportamento inverso a estas duas variáveis, sendo em Coimbra onde os valores médios são mais elevados com exceção do segundo molar superior que apresenta médias ligeiramente mais altas em Point Hope (ver tabela 15 da estatística inferencial).

Os dados das CPs mostraram um desgaste diferenciado entre as populações de caçadores-recolectores e a população de Coimbra, sobretudo em molares inferiores. Os indivíduos de Coimbra apresentam maiores valores de RFI e menores níveis de desgaste dentário ao contrário do verificado nas duas populações de caçadores-recolectores (ver imagem 31 dos resultados), onde os níveis de desgaste são bastante acentuados e os valores de RFI mais baixos, em todos os molares. Estes dados corroboram os resultados obtidos na análise de Coimbra em que a CP1 e o RFI estão altamente correlacionados. O resultado da regressão demonstrou-se significativo para todos os molares, o que comprova o nível de dependência destas duas variáveis (Figura 41). Além disso, é possível verificar que os indivíduos com mais desgaste e, conseqüentemente, com valores de RFI mais baixos correspondem em grande parte aos da população de Esquimós de Point Hope. A população de Coimbra surge mais acima e à direita no gráfico correspondendo a dentes menos desgastados e com valores de RFI mais elevados. Os Aborígenes Australianos possuem valores intermédios, ainda que sejam o grupo a apresentar uma associação mais forte entre estas duas variáveis.



**Figura 41** – Regressão linear do valor de RFI com a CP1 em segundos molares inferiores e respectivas imagens geradas pela ACP com os valores máximos e mínimos de cada dente.

Ao comparar-se as populações de caçadores-recolectores entre si, observam-se valores de RFI mais elevados nos molares inferiores e mais baixos em molares superiores em Aborígenes Australianos em relação à população de Esquimós. Quando analisadas as regressões verifica-se que existe um nível de dependência muito grande entre o RFI e a CP1 em Aborígenes Australianos nos molares inferiores ( $R^2= 0,73$  em primeiros molares e  $R^2= 0,92$  em segundos). Uma vez que a CP1 se refere ao desgaste dentário pode dizer-se que os Aborígenes Australianos apresentam um maior desgaste na mandíbula em relação ao maxilar, enquanto os Esquimós de Point Hope apresentam mais desgaste no maxilar do que na mandíbula ( $R^2= 0,88$  para primeiros molares  $R^2= 0,60$  para segundos). Estes resultados sugerem que a análise em conjunto do RFI e da CP1 permite inferir acerca da abrasividade das dietas possibilitando analisar as mudanças que ocorrem na coroa dentária em relação com o desgaste. A composição da dieta é um fator muito importante no processo de desgaste dentário, sobretudo na superfície oclusal dos dentes. Tendo em conta que na sua maioria a dieta de Aborígenes

Australianos é essencialmente constituída por alimentos de origem vegetal, enquanto os Esquimós, devido ao clima ártico, raramente consomem plantas ou raízes, os resultados parecem sugerir que os alimentos duros, associados às carnes congeladas, e os alimentos abrasivos associados às dietas vegetais podem diferir quanto ao desgaste oclusal entre a maxila e a mandíbula.

Quanto aos valores da OPCR estes indicam uma maior complexidade oclusal nas populações de caçadores-recolectores relativamente à de Coimbra. A OPCR é uma medida do grau de complexidade de um dente e está sobretudo relacionada com a adaptação dos dentes aos diferentes tipos de alimentos ingeridos, os quais determinam a morfologia e a função dos mesmos (Evans, 2007). Durante o processo de mastigação são formadas facetas de desgaste nas cúspides dos molares com distintas orientações e inclinações, que podem ser agrupadas em áreas. A soma total destas áreas é quantificada pela OPCR. De acordo com Evans et al. (2007), esta é a única medida capaz de captar a complexidade oclusal associada às dietas, demonstrando ser um indicador do grau de resistência dos alimentos incluídos na dieta, permitindo distinguir os diferentes grupos de mamíferos segundo o seu regime alimentar. O resultado aqui obtido parece concluir o mesmo de Evans (2007) quanto ao grau de dureza das dietas, uma vez que separa claramente os grupos de caçadores-recolectores, com valores de OPCR mais elevados, da população de Coimbra. Comparados com as populações modernas pré-industriais, baseadas em alimentos processadas e dietas mais suaves, os caçadores-recolectores geralmente apresentam dietas mais duras e maiores taxas de desgaste dentário (Larsen, 1997). Os resultados deste estudo permitem destacar a OPCR como uma variável capaz de distinguir o grau de dureza das dietas entre populações.

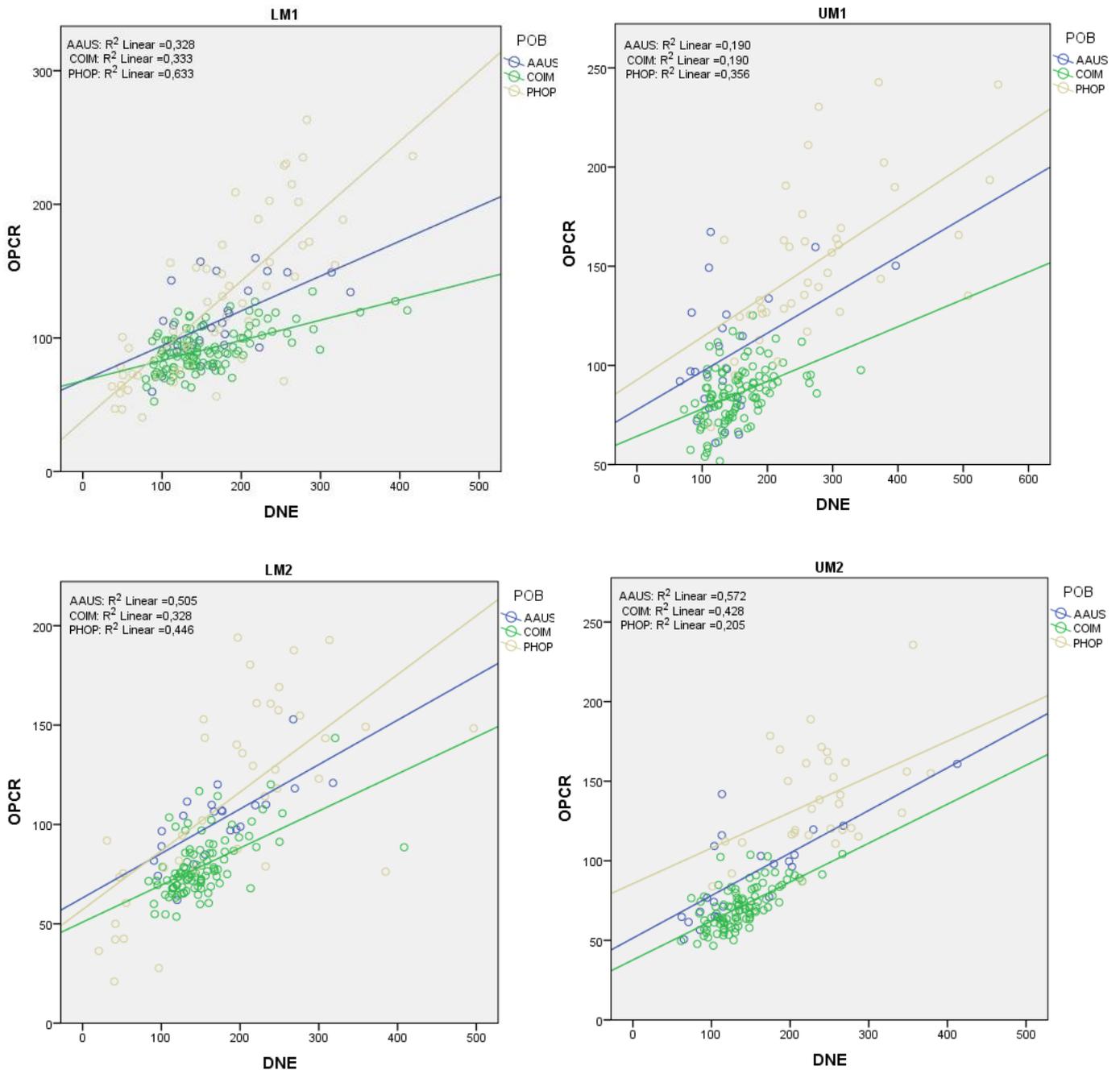
Nos grupos de caçadores-recolectores os valores são semelhantes, ainda que Point Hope apresente valores mais elevados de OPCR. Apesar de a carne não ser tão abrasiva quando comparada com alimentos de origem vegetal, os Esquimós apresentam graus pronunciados de desgaste devido a uma dieta “congelada” ou dura que requer uma mastigação intensa e prolongada, levando a um maior desgaste por atrito (Scott e Turner II, 1988). O que permite inferir a OPCR como medida do grau de dureza da dieta. Segundo Gilmore e Grote (2012) as populações de caçadores-recolectores com maiores taxas de desgaste oclusal encontram-se em climas mais secos a temperados, incluindo a população de Aborígenes Australianos, em comparação com as de climas frios ou de elevadas latitudes, como a de Esquimós de Point Hope. Pode-se concluir que apesar de terem uma dieta mais “dura”, esta pode não chegar a ser tão abrasiva quanto a dos

Aborígenes Australianos. Deste modo, são encontradas taxas de desgaste maiores em Aborígenes Australianos.

Por fim, a variável DNE, que permite medir a complexidade e a curvatura de uma superfície e refletir mudanças quer na altura, quer na curvatura das cúspides, apresentou um comportamento semelhante ao da OPCR. Verificando-se valores mais elevados em Esquimós, seguida por Aborígenes Australianos e, por fim, por Coimbra. Esta medida foi aplicada em primatas não humanos e permitiu diferir entre espécies com diferentes tipos de dietas (Bunn et al., 2011). Segundo alguns estudos (Evans et al., 2007; Bunn et al., 2011), a DNE apresenta uma correlação forte com o RFI e mais fraca com a OPCR. Sugerindo que a DNE capta mais aspetos relacionados com o relevo e a altura das cúspides, associada a dietas mais insectívoras e folíveras do que com dietas mais frugívoras associadas a uma maior complexidade oclusal (Bunn et al., 2011). Assim, valores mais elevados de DNE podem ser o resultado de características dentárias mais altas e maiores relevos (Evans, 2013), o que permite inferir que os valores de DNE refletem a dieta das espécies. No presente estudo os resultados parecem ser diferentes dos obtidos pelos autores mencionados em estudos de primatas não humanos. Aqui é demonstrada uma correlação alta desta variável com a OPCR e baixa com o RFI. Os valores da regressão entre a DNE e a OPCR mostraram-se significativos para todos os molares, comprovando-se a existência de uma dependência entre estas duas variáveis, apresentando valores mais fortes em Aborígenes Australianos em segundo molares, quer superiores, quer inferiores, com uma dependência de cerca de 50% e em Esquimós, no primeiro molar inferior, mostrando um valor de dependência destas duas variáveis de 63% (Figura 42). Nos molares superiores os seus valores diminuem, o que pode refletir valores médios de DNE mais elevados que o esperado e, por conseguinte, a existência de outliers e desvirtuar os resultados chegados (ver tabela 15 da estatística inferencial).

Não se chegou a uma conclusão quanto aos resultados obtidos pela DNE. Sendo que esta mede aspetos ligados curvaturas de superfícies, não era expectável observar valores mais elevados desta variável em caçadores-recolectores em comparação com Coimbra, uma vez que em Coimbra o desgaste é menor. Também não eram esperadas associações entre a DNE e a OPCR, uma vez que a OPCR está associada a dietas mais duras com cúspides mais baixas e arredondadas (Evans, 2007). A DNE é uma medida que requer uma malha de triângulos semelhante em todos os molares analisados, para que os seus valores sejam corretamente medidos e comparados (Winchester, 2016). No presente trabalho não foi possível confirmar nem obter malhas de triângulos exatamente iguais

em todos os molares deste estudo, o que pode justificar estes resultados. É a primeira vez que se realiza um estudo de topografia dentária em humanos modernos baseada numa metodologia em 3D usando *pseudo-landmarks* e, portanto, deve ter-se cautela na interpretação dos resultados. Por outro lado, o tamanho desigual das amostras poderá também ter algum peso na hora de extrapolar os resultados.



**Figura 42** – Regressão linear do valor de DNE com o valor de OPCR em cada população e para cada molar.

**Legenda:** AAUS= Aborígenes Australianos; PHOP= Point Hope; COIM= Coimbra; LM1= Primeiro molar inferior; UM1= Primeiro molar superior; LM2= Segundo molar inferior; UM2= Segundo molar superior.

## CAPÍTULO 6: Conclusão

---

As principais conclusões a retirar do presente trabalho são:

- a metodologia de investigação desenvolvida mediante o *software R* utilizando a morfometria geométrica em 3D baseada em *pseudo-landmarks* mostrou-se apta a ser utilizada em futuros estudos;
- a sua aplicação em conjunto com o uso das técnicas da topografia dentária oferece um contributo importante na análise dentária em humanos modernos;
- o método permite alargar as amostras em estudo a todas as categorias etárias, utilizando uma só metodologia.

Quanto à análise da coleção *Troca Internacionais* de Coimbra é de salientar que:

- são vários os aspetos morfológicos que contribuem para a variabilidade dentária em populações humanas modernas;
- a primeira componente principal refletiu o desgaste dentário em todos os molares, à exceção do segundo molar superior. O que permite inferir que o processo de desgaste dentário constitui o principal fator da variabilidade morfológica encontrada;
- em segundos molares superiores a perda ou a diminuição da cúspide disto-lingual (hypocone) tem uma força maior na morfologia deste dente;
- a segunda componente detetou variabilidade associada à forma e ao tamanho dos molares;
- o sexo não teve um peso significativo nas mudanças que ocorrem na superfície oclusal dos molares, apesar de se verificarem diferenças quanto ao desgaste nas cúspides bucais em primeiros molares inferiores;
- os molares mandibulares apresentam mais desgaste que os molares maxilares;
- nos molares inferiores as cúspides bucais são as que normalmente apresentam mais desgaste e em molares superiores são as cúspides linguais que se desgastam primeiro;
- os valores médios de RFI e DNE são mais elevados em grupos etários mais jovens, ainda que com o avançar da idade estes valores se tornem inconstantes;
- as mudanças nos hábitos alimentares e tipos de alimentos consumidos pelas populações modernas ocidentais, baseadas em alimentos processados, dificultam o desenvolvimento de um método que permita apurar a idade a partir do desgaste dentário, apesar de este se ter correlacionado com a idade dos indivíduos;

- em molares inferiores as correlações mais elevadas observam-se com o desgaste dentário e a RFI;
- em molares superiores as correlações mais elevadas observam-se com a DNE;
- a OPCR não mostrou nenhuma correlação com a idade, não se demonstrando como uma variável da topografia dentária relevante para a estimativa da idade à morte;
- o desgaste e índice de relevo (RFI) apresentarem uma correlação inversa muito alta, sobretudo em molares inferiores ( $r= 0,93$ ). Sendo que à medida que o desgaste oclusal aumenta a sua área em 3D diminui.

Quanto à análise da amostra de Caçadores-recolectores importa referir que:

- a análise dentária mediante as técnicas em 3D permitiu separar a amostra de Coimbra da amostra de caçadores-recolectores quanto ao desgaste dentário e à abrasividade e dureza da dieta;
- o índice de relevo (RFI) e o desgaste dentário (CP1) apresentam uma correlação muito forte permitindo inferir acerca da abrasividade da dieta das populações;
- a OPCR é uma variável capaz de distinguir o grau de dureza das dietas. E, portanto, permitiu separar a amostra de Coimbra da amostra de caçadores-recolectores;
- a OPCR e a DNE encontram-se correlacionadas, não se chegando a uma conclusão quanto a esta correlação.

Num futuro próximo procurar-se-á englobar análises dentárias de espécies fósseis com técnicas de MG em 3D, o que poderá ajudar a recriar os paleoambientes e as paleodietas destas espécies (Ungar e Williamson, 2000).

Por outro lado, ao longo deste trabalho foram detetadas algumas limitações que esperamos brevemente colmatar, nomeadamente:

- voltar a correlacionar a idade com a MG e a topografia dentária, aumentando o número de indivíduos por classes etárias e incluindo indivíduos com idades mais avançadas, o que não foi possível neste estudo devido a questões relacionadas com o tempo;
- aumentar o número de indivíduos de cada sexo da amostra de modo a perceber se as diferenças encontradas entre estes permitem inferir acerca dos processos biológicos ou culturais de perda de esmalte dentário;

- analisar em detalhe as restantes componentes principais, o que permitiria retirar mais informações acerca da morfologia dentária;
- aplicar a metodologia a uma amostra maior e a mais populações humanas, com diferentes padrões de subsistência e climas, de modo a conseguir um entendimento mais profundo no que concerne ao processo de desgaste dentário e à sua relação com a morfologia dentária e a função dos dentes;
- obter uma amostra de caçadores-recolectores mais homogénea.

Apesar de ser um estudo preliminar devem-se seguir novas abordagens e indagações no que concerne à análise dentária em humanos modernos utilizando técnicas em 3 dimensões baseadas em *pseudo-landmarks*, de modo a reconstituir a história e diversidade das populações humanas.

## Referência Bibliográfica

---

Alt, K.W.; Rösing, F.W.; Teschler-Nicola, M. 1998. *Dental Anthropology. Fundamentals, Limits and Prospects*. New York, Springer Verlag Wien.

Adams, D.C.; Rohlf, F.J.; Slice, D.E. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution”. *Italian Journal of Zoology*, 71(1): 5-16. DOI: 10.1080/11250000409356545.

Adams, D. C.; Otarola-Castillo, E. 2013. Geomorph: an R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods in Ecology and Evolution*, 4: 393-399. DOI: 10.1111/2041-210X.12035.

Adams, D. C.; Rohlf, F. J.; Slice, D. E. 2013. A field comes of age: Geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix*, 24(1): 7-14. DOI:10.4404/hystrix-24.1-6283.

Baab, K. L.; McNulty, K. P.; Rohlf, F. J. 2012. The shape of human evolution: A geometric morphometrics perspective. *Evolutionary Anthropology*, 21(4): 151-165. DOI:10.1002/evan.21320.

Bernal, V. 2007. Size and shape analysis of human molars: comparing traditional and geometric morphometrics techniques. *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 58: 279-296.

Bookstein, F. L. 1991. *Morphometric tools for landmarks data: Geometry and Biology*. Cambridge, Cambridge University Press.

Bookstein, F. L., 1997. Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Medical Image Analysis*. 1(3): 225-243.

Bunn, J. M.; Boyer, D. M.; Lipman, Y.; St Clair, E. M.; Jernvall, J.; Daubechies, I. 2011. Comparing Dirichlet normal surface energy of tooth crowns, a new technique of molar shape quantification for dietary inference, with previous methods in isolation and in combination. *American Journal of Physical Anthropology*, 145: 247-261. DOI 10.1002/ajpa.21489.

Clement, A.; Hillson, S.; de la Torre, I.; Townsend, G. 2008. Tooth use in Aboriginal Australia. *Archaeology International*, 11: 37-40. DOI:10.5334/ai.1111.

Evans, A.R. 2013. Shape descriptors as ecometrics in dental ecology. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1): 133-140. DOI:10.4404/hystrix-24.1-6363.

Evans, A. R.; Wilson, G. P.; Fortelius, M.; Jernvall, J. 2007. High-level similarity of dentitions in carnivorans and rodents. *Nature*, 445: 78-81. DOI:10.1038/nature05433.

Fiorenza, L.; Benazzi, S.; Kullmer, O. 2009. Morphology, wear and 3D digital surface models: materials and techniques to create high-resolution replicas of teeth. *Journal of Anthropological Sciences*, 87: 211-218.

- Galbany, J.; Martínez, L. M.; Pérez-Pérez, A. 2004. Tooth replication techniques, SEM imaging and microwear analysis in primates: methodological obstacles. *Anthropologie*, 42(1): 5-12.
- Galbany, J.; Gamarra, B.; Estebaranz, F.; Martínez, L. M.; Romero, A.; Delgado, M. N.; Mayo-Alesón, M.; Górkka, K.; Pérez-Pérez, A. 2014. Morfología y Ecología Dental en Primates y Homininos. *Estudis d'evolució i cognició en primats*, 11-26.
- Geomagic User Guide*. 2013. 3D system, Inc. [www.geomagic.com](http://www.geomagic.com).
- Gilmore, C. C.; Grote, M. N. 2012. Estimating Age From Adult Occlusal Wear: A Modification of the Miles Method. *American Journal of Physical Anthropology*, 149: 181-192. DOI: 10.1002/ajpa.22106.
- Górkka, K. 2015. *Dental morphology and dental wear as dietary and ecological indicators: sexual and inter-group differences in traditional modern human populations*. Tese de doutoramento, Universidade de Alicante.
- Guigliani, M. A.; Bessone, G. C.; Juárez, R. P. 2014. La morfología dental en contextos clínicos, antropológicos y forenses. *Revista Estomatologica Herediana*, 24 (3): 194-198.
- Hillson, S. 1986. *Teeth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillson, S. 1996. *Dental Anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillson, S. 2005. *Teeth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johansson, A-K.; Omar, R.; Carlsson, G. E.; Johansson, A. 2012. Dental Erosion and Its Growing Importance in Clinical Practice: From Past to Present. *International Journal of Dentistry*, 2012 (632907). DOI: 10.1155/2012/632907.
- Kaidonis, J.A., 2008. Tooth wear: the view of the anthropologist. *Clinical Oral Investigation*, 12(1): 21-26.
- Kaidonis, J.A., 2010. Erosion and tooth wear: and anthropological perspective. *GABA International*.
- Kaifu, Y. 1999. Changes in the pattern of tooth wear from prehistoric to recent periods in Japan. *American Journal of Physical Anthropology*, 109(4): 485-499.
- Kaplan, L. 2011. Comparative Yupik and Inuit. University of Alaska Fairbanks. [Consultado em 07-06-2016]. Disponível em: <https://www.uaf.edu/anlc/resources/yupik-inuit/>
- Kendall, D., 1977. The diffusion of shape. *Advances in Applied Probability*, 9(3): 428-430.
- Klingenberg, C. P. 2008. Novelty and “Homology-free” Morphometrics: What’s in a Name?. *Evolutionary Biology*, 35(3): 186-190. DOI: 10.1007/s11692-008-9029-4.

- Klingenberg, C.P. 2013. Visualizations in geometric morphometrics: how to read and how to make graphs showing shape changes. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1): 15-24. DOI:10.4404/hystrix-24.1-7691.
- Larsen, C. S. 1997. Mastigatory and nonmastigatory functions: craniofacial adaptations. In: Larsen, C.S. (ed.). *Bioarchaeology: Interpreting behavior from the human skeleton*. Cambridge: Cambridge University Press: 226-268.
- Larsen, H.E.; Rainey, F.G. 1948. Ipiutak and the arctic whale hunting culture. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*, 42.
- Lopes, C. C. R. 2014. *As mil varas de uma doença - sífilis na sociedade Coimbrã no início do século XX. Evidências históricas e paleopatológicas nas Coleções Identificadas de Coimbra*. Tese de doutoramento em Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra.
- Mays, S. 2002. The relationship between molar wear and age in a Early 19<sup>th</sup> Century AD archaeological human skeletal series of documented age at death. *Journal of Archaeological Science*, 29: 861-871.
- Madimenos, F. 2005. *Dental Evidence for Division of Labour among the Prehistoric Ipiutak and Tigara of Point Hope, Alaska*. Tese de mestrado, University of New York.
- Molnar, S. 1971. Sex, age and tooth position as factors in the production of tooth wear. *American Antiquity*, 36(2): 182-188.
- Molnar, S., 1972. Tooth wear and culture: a survey of tooth functions among some prehistoric populations. *Current Anthropology*, 13(5): 511-526.
- Pampush, J. D.; Winchester, J. M.; Morse, P. E.; Vining, A. Q.; Boyer, D. M.; Kay, R. F. 2016. Introducing molaR: a New R Package for Quantitative Topographic Analysis of Teeth (and Other Topographic Surfaces). *Journal of Mammalian Evolution*: 1-16. DOI 10.1007/s10914-016-9326-0.
- Perez, S. I.; Bernal, V.; Gonzalez, P. N. 2006. Differences between sliding semi-landmark methods in geometric morphometrics, with an application to human craniofacial and dental variation. *Journal of Anatomy*, 208(6): 769-784.
- Pérez-Pérez, A. M.; Galbany, J.; Romero, A.; Martínez, L. M.; Estebananz, F.; Pinilla, B.; Gamarra, B. 2010. Origen y evolución de los dientes: de los cordados primitivos a los humanos modernos. *Revista Española de Antropología Física*, 31: 167–192.
- Ranjintkar, S.; Kaidonis, J.; Hall, C.; Marino, V.; Richards, L.; Townsend, G. 2012. Emerging techniques for the analysis of tooth wear. In: Townsend, G.; Kanazawa, E.; Takayama, H. (eds.). *New Directions in Dental Anthropology*. Australia: University of Adelaide Press.

- Rocha, M. A. 1995. Les Collections Ostéologiques Humaines Identifiées du Musée Anthropologique de l'Université de Coimbra. *Antropologia Portuguesa*, 13: 7-38.
- Rodríguez, C. D. 2004/2005. La Antropología Dental y Su Importancia En El Estudio De Los Grupos Humanos. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 16(1 e 2): 52-59.
- Rohlf, F. J. 1990. Morphometrics. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, 21: 299-316.
- Rohlf, F. J.; Slice, D. 1990. Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Biology*, 39(1): 40-59. DOI: 10.2307/2992207.
- Rohlf, F. J.; Marcus, L. F. 1993. A revolution in morphometrics. *Tree*, 8(4): 129-132.
- Rubio, B. G. 2009/2010. Implicacions filogenètiques i adaptatives de la variabilitat morfològica de la dentició dels primats Catarrhini actuals i fòssils. Tese de doutoramento em Biodiversidade, Departamento de Biologia Animal, Universidade de Barcelona.
- Santos, A.L. 2000. *A skeletal picture of tuberculosis: macroscopic, radiological, biomolecular, and historical evidence from the Coimbra Identified Skeletal Collection*. Tese de doutoramento em Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra.
- Schwartz, J. H. 2007. *Skeleton Keys: An Introduction to Human Skeletal Morphology, Development and Analysis*. 2nd edition. Oxford: Oxford University Press.
- Scott, G. R.; Turner II, C. G. 1988. Dental Anthropology. *Annual Review of Anthropology*, 17: 99-126.
- Scott, G. R. 1997. Dental Anthropology. 2nd edition. *Encyclopaedia of Human Biology*, 3: 175-190.
- Silva, A M. 2007. *Morfologia dentária e da mandíbula: guia para a análise de caracteres discretos de pré-molares e molares inferiores e mandíbula*. Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra.
- Slice, D.E. 2005. Modern Morphometrics. In: Slice, D.E. (ed.) *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers: 1-45.
- Swindler, D. R. 2002. *Primate Dentition. An Introduction to the Teeth of Non-Human Primates*. New York, Cambridge University Press: 1-20.
- Ungar, P.; Williamson, M. 2000. Exploring the effects of tooth wear on functional morphology: a preliminary study using dental topographic analysis. *Paleontologia Electronica*, 3(1): 1-18.
- Wasterlain, S. 2006. “Males” da Boca: Estudo da Patologia Oral numa Amostra das Coleções Osteológicas Identificadas do Museu Antropológico da Universidade de Coimbra (finais do séc. XIX/inícios do séc. XX). Tese de Doutoramento em Antropologia Biológica, Departamento de Antropologia, Universidade de Coimbra.

Weinberg, S.; Scott, N.; Neiswanger, K.; Marazita, M.. 2005. Intraobserver error associated with measurements of the hand. *American Journal of Physical Anthropology*, 17: 368-371. DOI:10.1002/ajhb.20129.

White, T.D.; Black, M. T.; Folkens, P. A. 2012. *Human Osteology*. 3rd Edition. Amsterdam, Elsevier Academic Press

Winchester, J. M. 2016. MorphoTester: An Open Source Application for Morphological Topographic Analysis. *PLoS ONE* 11(2): e0147649. DOI:10.1371/journal.pone.0147649.

## Apêndices

### A. Protocolo *Dental Wear* - © Alejandro Pérez-Pérez (UB)

#### DAVID 3D Scan

Export scan to *ply* format

DAVID 3D mesh is closed

#### Geomagic Wrap

##### 1. Import *ply* into Geomagic Wrap

> Do not apply *Mesh Doctor*

1,567,928 faces - 1,010,025 dots

##### 2. Select unnecessary dots and delete

> select through, del (repeat)

1,208,048 faces - 677,592 dots

##### 3. Transform mesh to point cloud

> points / select /

> disconnected components

> separation: low

> size: 5

> ok, del

##### 4. Select outliers

> sensitivity: 85.00, apply

> ok, del

673,080 faces

##### 5. Wrap

> noise reduction: none

> keep original data

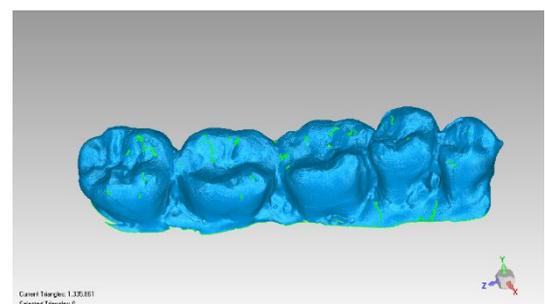
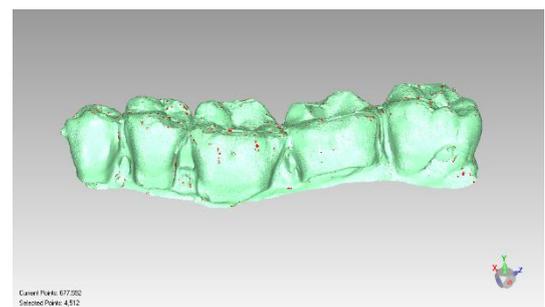
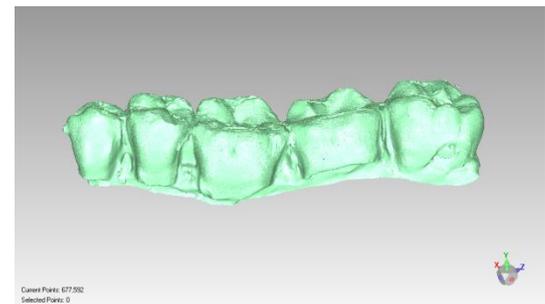
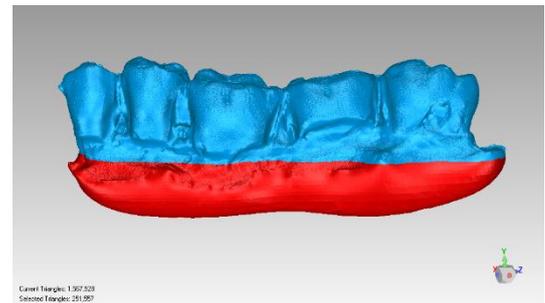
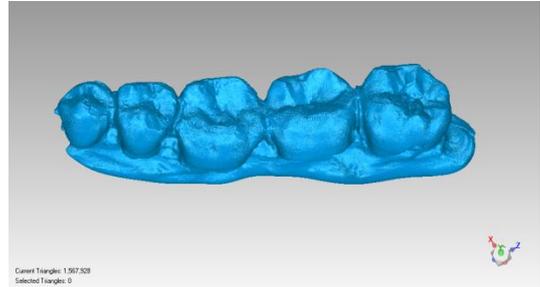
> ok

##### 6. Delete small components

> maximum triangles 2,500,000

> performance: max. quality

> ok



## 7. Fill holes

- > all (unselect the base)
- > no additional options
- > accept

1,345,885 faces

## 8. Reduce noise

- > prismatic shape (conservative)
- > noise (from 0 to 4): 2
- > iterations: 1
- > accept

## 9. Rewrap

- > create new vertices
- > optimize for evenly spaced
- > select all
- > apply, ok

2,977,399 faces

## 10. Decimate

- > triangle count
- > reduce to percentage: 40%
- > ok
- > save as ply (binary)

744,348 faces

## 11. Save as new file ply (binary)

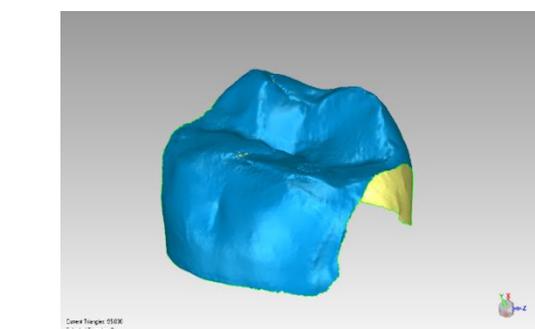
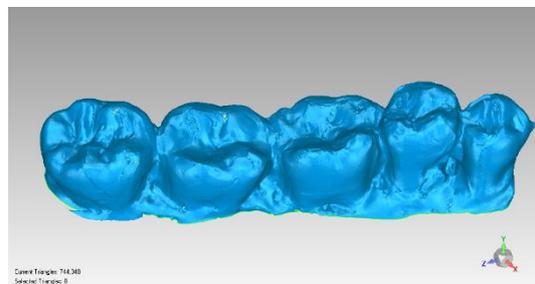
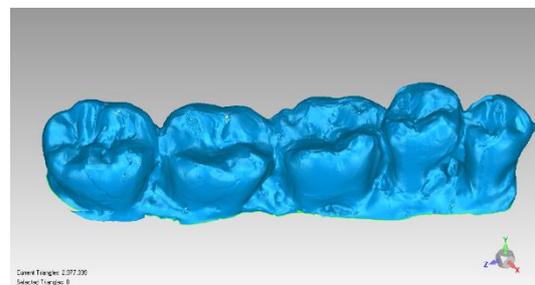
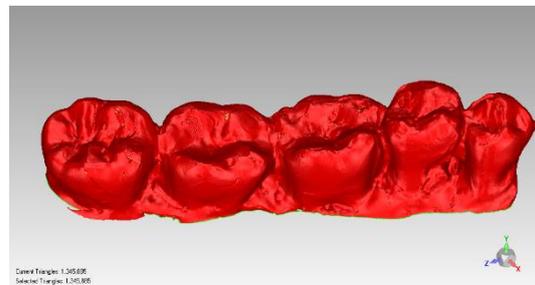
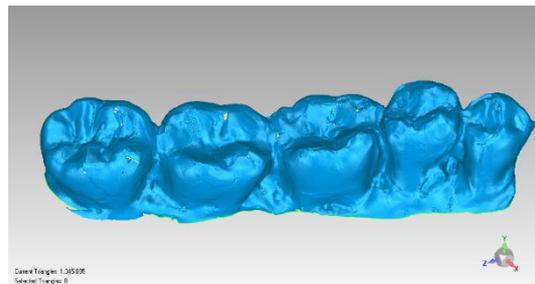
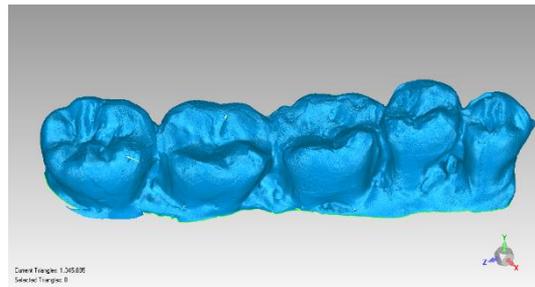
## 12. Prepare mesh as a template for R

- > crop a single tooth

## Meshlab

13. Delete non-desired points. Some points deleted in Geomagic are not fully erased and appear in Meshlab

- > open in Meshlab
- > select hidden points
- > erase button in Geomagic



(hidden point will show in R)  
> export mesh as non-binary *ply*

## Geomorph package in R

Non-binary *ply* files can be used

### 14. Open Rstudio

```
> library(geomorph)
> setwd("C:/Documents/workdir")
```

### 15. Build Template

```
> template <- read.ply("Template.ply", ShowSpecimen = FALSE, addNormal = FALSE)
```

```
> buildtemplate(template, 8, 4800, ptsize = 2)
# 4,800 pseudo-landmarks are generated
```

### 16. Process images

```
> d1 <- read.ply("D1.ply", ShowSpecimen = FALSE, addNormal = FALSE)
> digitSurface(d1, 8, ptsize = 2, center = TRUE)
```

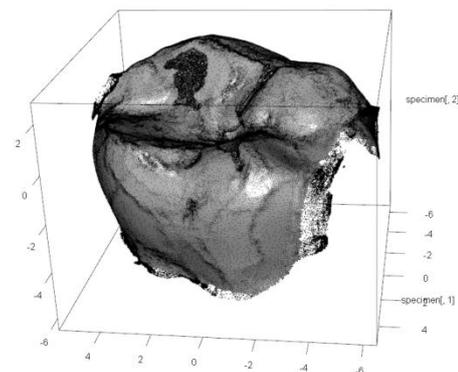
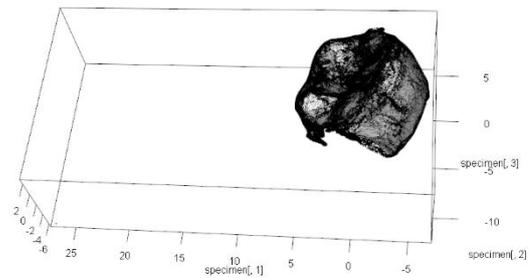
### 17. Select 8 landmarks:

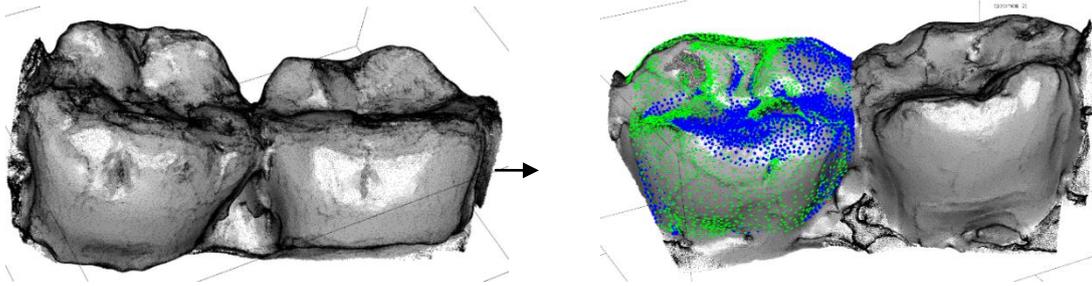
#### Upper molars

- Ldmrk 1: cej vestibular-proximal
- Ldmrk 2: cej vestibular-central
- Ldmrk 3: cej vestibular-distal
- Ldmrk 4: occlusal-distal (hypocone)
- Ldmrk 5: cej lingual-distal
- Ldmrk 6: cej lingual-central
- Ldmrk 7: cej lingual-proximal
- Ldmrk 8: occlusal-proximal

#### Lower molars

- Ldmrk 1: cej lingual-proximal
- Ldmrk 2: cej lingual-central
- Ldmrk 3: cej lingual-distal
- Ldmrk 4: occlusal-distal
- Ldmrk 5: cej vestibular-distal
- Ldmrk 6: cej vestibular -central
- Ldmrk 7: cej vestibular -proximal
- Ldmrk 8: occlusal-proximal

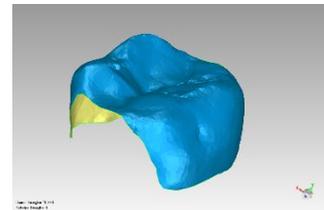




18. We obtain an *nts* file that we open in Geomagic

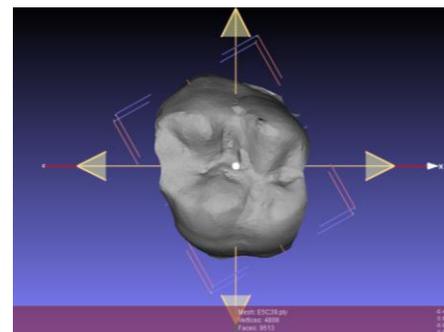
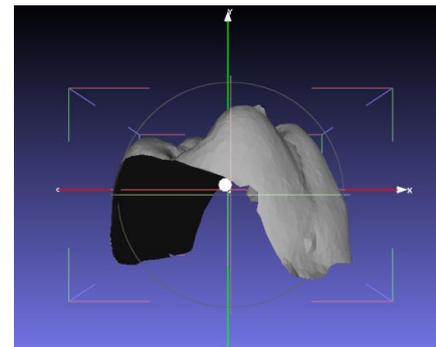
Wrap

- > Wrap
  - > File holes
  - > Save as a *ply* file (binary)
- 10,360 faces



19. We orientate the samples into an orthogonal plane in Meshlab:

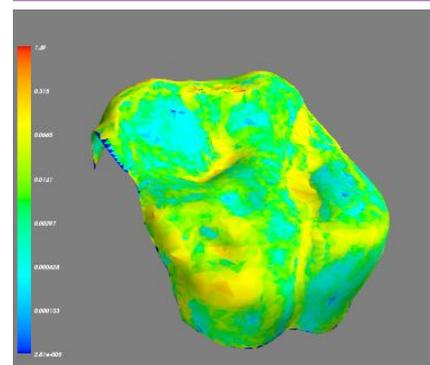
- > Render --> Show Axis
- > Manipulation Tools (*Bounding Box* open)
- > Esc; shift + mouse wheel; Esc
- > R to rotate (+ X/Y to select an axis)
- > T to translate
- > Return to apply
- > Filter --> Mesh Layer --> Freeze Current
- > Save as a *ply* file (non-binary)



### MorphoTester

20. Open File

- > Outlier removal
- > Energy x Area
- > Implicit fair smooth: NO
- > Visualize, relative scale



· DNE (curvature)

DNE = 154.771

· RFI (*Relief Index*)

RFI: 1.87

Surface area: 219.032 mm<sup>2</sup>

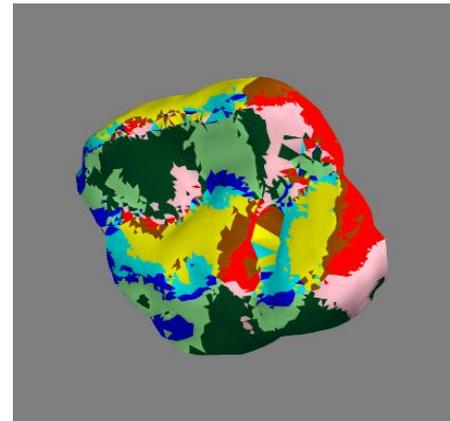
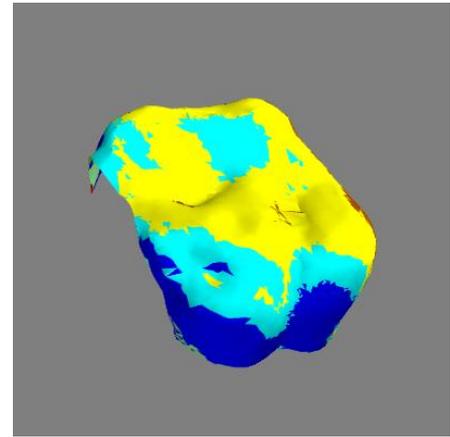
Outline area: 50.009 mm<sup>2</sup>

> OPCR (*patch count*)

> Minimum patch count: 5

> Visualize

OPCR: 98.0



**B. Resultado da análise com diferentes números de pseudo-landmarks, desde 600 a 4800.**

