



CATÓLICA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

---

LISBOA · PORTO · VISEU

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE ÁREA DE  
CONTACTO OCLUSAL E EFICIÊNCIA  
MASTIGATÓRIA

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Por:

António Jorge Monteiro Pereira Coelho

Viseu, 2018





CATÓLICA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

---

LISBOA · PORTO · VISEU

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE ÁREA DE  
CONTACTO OCLUSAL E EFICIÊNCIA  
MASTIGATÓRIA

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Por:

António Jorge Monteiro Pereira Coelho

Orientador: Prof. Doutor Helder José Martins Esteves

Coorientador: Eng. Ricardo Ferreira da Silva

Viseu, 2018



# Agradecimentos

Um especial agradecimento ao Orientador Prof. Doutor Helder José Martins Esteves e ao Coorientador Eng. Ricardo Ferreira da Silva.

O agradecimento maior para minha família que sempre me apoiou em todos os momentos.

Aos meus amigos Eduarda Coelho, Yasser Abu-Hazima, Andreia Ribeiro, Madalena Prata, obrigado pela amizade.

Aos professores da Universidade Católica pelo conhecimento partilhado.

Por fim ao meu binómio Ricardo Figueiredo que está a neste momento a fazer as nossas consultas para eu acabar esta monografia.



## Resumo

Introdução: A melhoria da eficiência mastigatória é um dos principais objetivos da reabilitação protética. Há evidências que relacionam a fraca eficiência mastigatória com problemas de saúde graves. Por ser difícil a execução e a quantificação, para a sua determinação na prática clínica com métodos que incluem a mastigação de alimentos padronizados, desenvolveram-se métodos de determinação da área de contato oclusal. Os que existem continuam a ser demorados e pouco práticos, por isso foi criado um software de leitura digital para tornar este procedimento uma rotina na prática clínica.

Objetivos: Criação e validação de um programa de leitura digital para análise da área de contato oclusal. Estudo da eficiência mastigatória e da área de contato oclusal de uma população.

Métodos: Numa amostra de conveniência, composta por 20 participantes com média de idades de  $22,0 \pm 1,2$  anos, foram colhidos os restos da mastigação de uma amêndoa de 1,5 gr, e os registos oclusais da mordida de uma cera ALUWAX®. Os resíduos foram secos, espalhados, fotografados e analisados com o *ImageJ*. Os registos oclusais foram digitalizados e analisados com o *ImageJ* e o programa *BiteArea*. Efetuou-se o tratamento estatísticos dos dados com uma significância de 0,05 de erro.

Resultados: As áreas do registo oclusal dos participantes medidas pelo *BiteArea* são praticamente colineares com as medidas pelo *ImageJ* com  $\rho=0,999$  e  $\alpha < 0,05$ . Não existem diferenças significativas entre os valores obtidos por ambos os programas. Observou-se uma correlação típica com  $\rho=0,512$  e  $\alpha < 0,05$  entre as áreas oclusais medidas pelo programa e as áreas do particulado resultante da mastigação. Foi correlacionada a eficiência mastigatória e a área de contacto oclusal, determinada tanto pelo *ImageJ* como pelo programa desenvolvido.

Conclusões: O programa foi validado e torna-se um instrumento de fácil utilização na prática clínica. Encontraram-se valores preocupantes de áreas de contato e de eficiência mastigatória de uma amêndoa na população que merecem ser estudadas futuramente.

Palavras Chave: Mastigação, Oclusão dentária, Eficiência mastigatória, Área de contacto oclusal

## Abstract

Introduction: Improving masticatory efficiency is one of the main objectives of prosthetic rehabilitation. There is evidence linking poor masticatory efficacy to severe health problems. Because it is difficult to perform and quantify its determination in clinical practice with methods that include the chewing of standardized foods, have been developed methods of determining the area of occlusal contact. The ones that exist still time consuming and impractical, so a digital reading software was created to make this a routine in clinical practice.

Objectives: Creation and validation of a digital reading program for occlusal contact area analysis. Study of masticatory efficiency and occlusal contact area in a population.

Methods: In a convenience sample of 20 participants with a mean age of  $22.0 \pm 1.2$  years, the chewing particles of an almond (1.5 g) were collected and the occlusal bite records of an ALUWAX® wax . The residues were dried, scattered, scanned and analyzed with *ImageJ*. The occlusal records were photographed and analyzed with *ImageJ* and *BiteArea* program. The statistical treatment of the data was performed with a significance of 0.05 error.

Results: The areas of the participants occlusal registration measured by *BiteArea* are practically collinear with those measured by *ImageJ* with  $\rho = 0.999$  and  $\alpha < 0.05$ . There are no significant differences between the values obtained by both programs. A typical correlation with  $\rho = 0.512$  and  $\alpha < 0.05$  was observed between the occlusal areas measured by the program and the areas of the particulates resulting from the chewing of the almond. It was correlated the masticatory efficiency and the area of occlusal contact, determined both by *ImageJ* and the developed program.

Conclusions: The program was validated and became an easy to use instrument in clinical practice. There were alarming values of areas of contact and masticatory efficiency of an almond in the population that deserve to be studied in the future.

Key words: Mastication, Dental occlusion, Masticatory efficiency, Occlusal contact area



# Índice de cabeçalhos

Resumo.....	VII
Abstract.....	IX
Introdução .....	1
1.1 Oclusão e contactos dentários .....	3
1.2 - Relações Oclusais frequentes dos dentes posteriores.....	5
1.3 - Biomecânica da oclusão .....	6
1.3.1 - Os músculos da mastigação .....	6
1.3.2 - Complexo côndilo - disco .....	6
1.3.3 - Movimentos Mastigatórios.....	7
1.3.4 - Forças da mastigação .....	7
1.4 Métodos descritos para determinação da eficiência mastigatória e sua importância.....	8
1.4.1 - Método das peneiras.....	10
1.4.2 - Método da pastilha elástica .....	10
1.4.3 - Método colorimétrico .....	10
1.4.4 - Método de obtenção da opinião do paciente .....	11
1.4.5 - Análise de imagens.....	11
1.4.6 - Método da gelatina com Beta-caroteno.....	11
1.5 Métodos descritos para determinar a área de contacto.....	12
1.5.1 - Análise da área pela passagem de luz por placas de cera ou registos de silicone.....	12
1.5.2 - Dental Prescale .....	12
1.5.3 - T-scan.....	13
1.5.4 - Análise de modelos 3D .....	13
Objetivos .....	16
Materiais e métodos .....	20
3.1 - Materiais e instrumentos.....	22
3.1.1 - Bases de dados de pesquisa Medline® (PubMed) e Google Scholar® ..	22
3.1.2 - EPSON® expression-home xp-225 .....	24
3.1.3 - <i>ImageJ</i> ® bundled with 64-bit Java 1.8.0_112.....	24
3.1.4 - Cera de registo de mordida ALUWAX®.....	24
3.1.5 – Programa <i>BiteArea</i> .....	24
3.1.6 - Nikon® D7100 e Sigma® 105mm macro hsm OS .....	25
3.1.7 - Microsoft® Excel 2016 .....	25
3.1.8 - IBM SPSS Statistics v24 .....	25

3.1.9 – Amêndoas .....	25
3.1.10 – Reservatório .....	26
3.2.1 População em estudo:.....	26
3.2.2 - Quantificação da eficiência mastigatória de uma população, através da determinação das áreas do particulado após mastigação, seguindo o método descrito por <i>Eberhard et al.</i> (33).....	27
3.2.3 - Determinação da área de contato oclusal dessa população, através da leitura digital de registo de mordida com um software especialmente desenvolvido para o efeito.....	29
3.2.4 - Determinação da área de contato oclusal dessa população, através da leitura digital de registo de mordida com o software de imagem <i>ImageJ</i> .....	31
3.2.5 – Análise estatística do relacionamento entre os três métodos referidos nos pontos 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4. ....	33
Resultados .....	37
4.1 Amostra analisada .....	39
4.2 – Eficiência mastigatória da população. ....	40
4.3 – Área dos contactos oclusais da população: .....	42
4.4 Análise estatística .....	42
4.4.1 Relacionamento dos dois métodos de determinação da área dos contactos oclusais:.....	43
4.4.2 Relacionamento da área de contacto obtida pelo programa elaborado com a eficiência mastigatória.....	45
4.4.3 Relacionamento da área de contacto obtida pelo <i>ImageJ</i> com a eficiência mastigatória .....	47
4.5 Análise da área de contacto na população estudada .....	49
Discussão.....	53
Conclusão .....	61
Bibliografia .....	65
Apêndices .....	71
Anexos .....	83

# Índice de figuras

Figura 1 - Material usado no protocolo de recolha do particulado resultante da mastigação da amêndoa.....	25
Figura 2 - Exemplo de imagem das partículas obtidas.....	27
Figura 3 - Ferramenta Threshold do <i>ImageJ</i> .....	28
Figura 4 - Resultado da aplicação da ferramenta Threshold do <i>ImageJ</i> .....	29
Figura 5 - Definições escolhidas para análise das partículas no ImageJ e lista dos resultados para cada partícula.....	29
Figura 6 - Modo de captação das fotografias dos registos oclusais.....	30
Figura 7 - Programa <i>BiteArea</i> , e exemplo de análise de um caso pelo mesmo.....	31
Figura 8 - Calibração da distância na imagem a analisar no <i>ImageJ</i> .....	32
Figura 9 - Ferramenta Analise particles e Threshold do <i>ImageJ</i> , bem como o resultado da área de contactos oclusais neste caso específico.....	32
Apêndice 8 - Figura 10 - Fotografias extraorais do individuo 20, em estudo.....	78
Apêndice 9 - Figura 11 - Ortopantomografia do caso descrito.....	78
Apêndice 10 - Figura 12 - Fotografias intraorais do individuo 20, em estudo.....	79
Apêndice 11 - Figura 13 - Fotografia dos modelos do individuo 20, em estudo.....	80
Anexo 1 - Figura 14 - Planos do contacto.....	85
Anexo 2 - Figura 15 - Relação interarcada de uma relação molar de classe I.....	85
Anexo 3 - Figura 16 - Relação interarcada de uma relação molar de classe II.....	86
Anexo 4 - Figura 17 - Relação interarcada de uma relação molar de classe III.....	86
Anexo 5 - Figura 18 - Normal funcionamento do complexo cêndilo disco.....	87
Anexo 6 - Figura 19 - Vista frontal das fases da mastigação.....	88
Anexo 7 - Figura 20 - Movimento mastigatório no plano sagital, do lado de trabalho,.....	88
Anexo 8 - Figura 21 - Movimento mastigatório no plano sagital, do lado de não trabalho, analisado a nível do primeiro molar, a nível incisal e condilar (3).....	89
Anexo 9 - Figura 22 - Diferentes componentes do complexo dente-ligamento periodontal – osso.....	89
Anexo 10 - Figura 23 - Diagrama de Rosin-rammler, relacionando o método do scanner (azul) e o método das peneiras (vermelho), numa amostra de diferentes mastigações (33).....	90
Anexo 11 - Figura 24 - Metodologia de obtenção dos registos oclusais, com recurso a modelos articulados.....	90
Anexo 12 - Figura 25 - Vários tipos de arcos de impressão testados por <i>Hahn et al.</i> Dentsply (na esquerda) Sultan (no meio) Premium 3 In 1 (na direita).....	91
Anexo 13 - Figura 26 - Fotos realizadas por <i>Hahn et al.</i> – Uso dos registos de silicone (direita) e do registo da esfera para calibração (esquerda).....	91
Anexo 14 - Figura 27 - <i>Hahn et al.</i> - Método de calibração da profundidade dos registos.....	92

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Componentes do ligamento periodontal e seus módulos de elasticidade .....	8
Tabela 2 - Pesquisa 1, realizada na Medline® (PubMed), com recurso a termos Mesh .....	22
Tabela 3 - Tabela de frequências da amostra: idades, classe de Angle, tratamento ortodôntico sofrido .....	39
Tabela 4 - Número de partículas correspondentes a cada indivíduo, dentro dos vários subgrupos de tamanho de partículas .....	40
Tabela 5 - Áreas de contato medida em cada participante.....	42
Tabela 6 - Estatística descritiva dos valores de área fornecidos pelos 2 métodos .....	43
Tabela 7 - Estatística descritiva dos valores fornecidos pela análise da área das partículas da mastigação .....	45
Tabela 8 Correlação de Spearman entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas >5,6mm.....	45
Tabela 9 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas >4,5mm.....	46
Tabela 10 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas <0,25mm.....	46
Tabela 11 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas <1,5mm.....	47
Tabela 12 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do calculo da área de contacto pelo <i>ImageJ</i> e o número de partículas >5,6mm .....	47
Tabela 13 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do calculo da área de contacto pelo <i>ImageJ</i> e o número de partículas >4,5mm .....	48
Tabela 14 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do calculo da área de contacto pelo <i>ImageJ</i> e o número de partículas <0,25mm .....	48
Tabela 15 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do calculo da área de contacto pelo <i>Imagej</i> e o número de partículas <1,5mm .....	49
Apêndice 2 - Tabela 16 - Testes da Normalidade - Shapiro-wilk.....	74
Apêndice 3 - Tabela 17 - Testes da Normalidade - Shapiro-wilk.....	74
Apêndice 4 - Tabela 18 - Teste de Levene indicativo de existência de homogeneidade das variâncias.....	75
Apêndice 5 - Tabela 19 - Teste de Levene indicativo de inexistência de homogeneidade das variâncias.....	75
Apêndice 6 - Tabela 20 - Teste de Levene indicativo de homogeneidade das variâncias .....	76
Apêndice 7 - Tabela 21 - Teste de Levene indicativo de homogeneidade das variâncias .....	76
Apêndice 8 - Tabela 22 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal entre o programa desenvolvido e o <i>ImageJ</i> .....	77
Apêndice 9 - Tabela 23 - t teste e Teste de Levene .....	77

## Índice de gráficos

Gráfico 1 - Análise gráfica das quantidades de partículas dentro dos vários grupos de tamanho definidos .....	41
Gráfico 2 - Gráfico da regressão linear entre os valores fornecidos pelos dois métodos, <i>ImageJ</i> e Programa criado.....	44
Gráfico 3 - Análise da área de contacto de cada individuo, atribuindo ao individuo 20, 100% de eficiência mastigatória.....	50



---

## **Introdução**



# 1 - Introdução

---

## 1.1 Oclusão e contactos dentários

A oclusão dentária é o resultado do esforço coordenado ou dos efeitos de vários componentes: os dentes, os elementos de suporte que constituem o periodonto, os mecanismos neuromusculares, a articulação temporo-mandibular e os centros cerebrais que controlam estes componentes. Os setores dentários anteriores e posteriores ajudam o controlo da oclusão. Neste processo é de salientar o trespasse horizontal e trespasse vertical, a curva oclusal, os diâmetros vestibulo-linguais, as cristas marginais, as inclinações das cúspides, as relações dentárias com o processo alveolar, as relações entre dentes maxilares e mandibulares e as áreas de contacto oclusal entre dentes posteriores. Os contactos dentários ocorrem durante a mastigação e a deglutição, as suas características dependem da posição e movimento da mandíbula no momento do contacto, da sua localização, tamanho, distribuição e número em que se dividem, ocorrem no lado de trabalho e de balanceio, sendo que não há consenso na literatura acerca dos efeitos prejudiciais, dos contactos no lado de balanceio, na articulação temporo-mandibular e nos músculos da mastigação. Os contactos oclusais podem ser analisados da seguinte forma: (1,2)

### I. Tempo ou altura da formação

- A. Contactos feitos em posição de intercuspidação ou Oclusão Centrica
- B. Contactos feitos em Relação Centrica
- C. Contactos nos movimentos de lateralidade e protrusão
- D. Contactos no lado de trabalho
- E. Contactos no lado de balanceio
- F. Contactos feitos durante duas ou mais das situações até agora referidas

## II. Localização

### A - Pontos do contacto

1. Pico – Vestibulares (BP) ou linguais (LP)
2. Não pico – Secção central (CS) ou qualquer local da inclinação cuspídea

### B- Planos do contacto

- 1 Fora, vestibular (OB)
- 2 Dentro, Vestibular (IB)
- 3 Fora lingual (IL)
- 4 Dentro, lingual (OL)

## III. Tamanho

- 1 Pequeno
- 2 Médio
- 3 Grande

## IV. Distribuição

- 1 Regular
- 2 Irregular

## V. Número

- 1 Isolado
- 2 Múltiplo (1)

(Anexo 1 )

## **1.2 - Relações Oclusais frequentes dos dentes posteriores**

Relação de classe I (Anexo 2) - Esta é a que se observa mais tipicamente na dentição natural e caracteriza-se por:

- 1- A cúspide mesio vestibular do primeiro molar mandibular oclui no espaço interproximal entre o segundo pré-molar e o primeiro molar maxilar
- 2- A cúspide mesio vestibular do primeiro molar maxilar está sobre o sulco vestibular do primeiro molar mandibular
- 3- A cúspide mesio lingual do primeiro molar maxilar está na área da fossa central do primeiro molar mandibular

Relação de classe II (Anexo 3 )

- 1- A cúspide mesio vestibular do primeiro molar mandibular contacta com a área fossa central do primeiro molar maxilar
- 2- A cúspide mesio vestibular do primeiro molar mandibular está alinhada sobre o sulco vestibular do primeiro molar maxilar
- 3- A cúspide disto lingual do primeiro molar maxilar oclui na fossa central do primeiro molar mandibular

Relação de Classe III (Anexo 4 )

- 1- A cúspide disto vestibular do primeiro molar mandibular está no espaço interproximal entre o segundo pré-molar e o primeiro molar maxilares.
- 2- A cúspide mesio vestibular do primeiro molar maxilar está situada sobre o espaço interproximal entre o primeiro e segundo molar mandibular.
- 3- A cúspide mesio lingual do primeiro molar maxilar está na zona da depressão mesial do segundo molar mandibular (3).

## **1.3 - Biomecânica da oclusão**

### **1.3.1 - Os músculos da mastigação**

Os principais músculos envolvidos na mastigação são, o Masséter, o Temporal, o Pterigóideo medial, o Pterigóideo lateral e o Digástrico.

### **1.3.2 - Complexo côndilo - disco**

Quando a boca abre, o côndilo move-se para a frente e o disco roda posteriormente sobre o côndilo, a lâmina retro discal superior alonga-se permitindo que o complexo côndilo - disco faça a translação para fora da fossa articular, a pressão intra-articular, promovida pelos músculos elevadores, mantém o côndilo na zona intermediária, mais fina, do disco. O músculo Pterigóideo Lateral Inferior (PLI) puxa o côndilo anteriormente, provocando um estiramento nas fibras do Ligamento Retro discal Superior (SRL) (Anexo 5).

No fecho, o músculo Pterigóideo Lateral Superior (PLS) promove a rotação do disco para a frente (Anexo 5), o bordo posterior do disco, mais espesso, mantém um íntimo contacto entre as duas superfícies articulares, a lâmina retro discal superior exerce a função de retrain o disco posteriormente, a pressão intra-articular diminui, o PLI deixa de exercer ação, o PLS puxa o disco anteriormente, contrariando a ação das fibras do Ligamento Retro Discal, deste modo diminui a pressão do côndilo sobre o disco, o côndilo desloca-se posteriormente, o disco mantém a sua posição durante o movimento, devido à morfologia de disco bicôncavo. Para auxiliar este posicionamento temos também os ligamentos colaterais, que não permitem os movimentos de deslizamento do disco no côndilo (3).

### **1.3.3 - Movimentos Mastigatórios**

O movimento de fecho durante a mastigação divide-se em *crushing phase* ou esmagamento e *grinding phase* ou de trituração. Na posição limite de

abertura atingida na mastigação os bordos incisais estão a 16-18mm de distância, depois movem-se lateralmente 5-6mm, já em movimento de fecho. Quando os dentes se vão aproximando, este desvio vai diminuindo e quando estão a 3mm (fim da *crushing phase*), que corresponde a 3-4 mm de desvio lateral da posição inicial, começa a *grinding phase*. (Anexo 6 , Anexo 7 , Anexo 8 ) (3).

### **1.3.4 - Forças da mastigação**

A força da mordida varia de individuo para individuo e também entre sexos. *Gibbs et al.* referem que a força máxima da mordida varia entre 35,8 Kg a 44,9 Kg nas mulheres e 53,6 Kg a 64,4 Kg nos homens. Num estudo mais recente, *Owais et al.* obtiveram valores semelhantes, com uma média de 53,7 Kg, não analisando homens e mulheres separadamente, tal como *Sato et al.* que referem valores ligeiramente maiores, de 75kg, e *Gavião et al.* apresentam uma média de força de 23Kg em crianças com dentição decídua. Devido a este e outros fatores, os dentes no alvéolo dentário sofrem várias alterações estruturais que atuam em sinergia para estes cumprirem a sua função principal que é desfazer os alimentos e também para prevenir que sofram danos. O dano mecânico pode ocorrer por sobrecarga, por abrasão entre dentes, ou por interação com as partículas dos alimentos, ocorrem micro danos irreversíveis quando a deformação dentária ultrapassa os seus limites elásticos, a mastigação envolve carga cíclica nos dentes no intervalo das dezenas a centenas de newtons, durante frações de segundo, no entanto em para-função as forças podem durar minutos, ou dias nos tratamentos ortodônticos. Durante cada ciclo mastigatório os dentes movem-se alguns milímetros e contactam com os antagonistas, resultando em transmissão de forças tanto para a coroa como para a raiz, forças estas que vão ser dispersadas em primeiro lugar no ligamento periodontal, depois nas camadas entre esmalte e dentina e cemento e dentina, chamadas interfases (Anexo 9 ), devido ao seu baixo módulo de elasticidade. A resposta do ligamento periodontal à carga é feita com dois principais mecanismos. O primeiro corresponde à resposta hidrostática devido à presença de vasos sanguíneos e matriz extracelular incorporando proteoglicanos, glicoproteínas e água, o segundo é feito pelas fibras de colagénio que ligam o

cimento ao osso alveolar. Na seguinte tabela (Tabela 1 ) podemos observar os respectivos módulos de elasticidade dos vários elementos do ligamento periodontal (4–10) :

*Tabela 1 - Componentes do ligamento periodontal e seus módulos de elasticidade*

<b>Zona</b>	<b>Módulo de elasticidade</b>
Ligamento periodontal (11)	0.07 - 1750 MPa
Interface Cimento - dentina (12)	2 – 4 GPa
Zona mole entre o esmalte e a dentina (13)	3 – 10 GPa
Osso alveolar (14)	0,2 - 10 GPa
Dentina intertubular (15)	10–20 GPa
Dentina peritubular (16)	30 GPa
Esmalte (17,18)	75–100 GPa
Cimento (19)	15 GPa

## **1.4 Métodos descritos para determinação da eficiência mastigatória e sua importância**

A mastigação é o primeiro passo do processo digestivo. A eficiência mastigatória mede a capacidade para desfazer os alimentos num determinado período, sendo influenciada pelo número, tipo, anatomia e disposição dos dentes na arcada, área de contacto entre antagonistas, força mastigatória e anatomia facial, sendo o número de unidades mastigatórias funcionais o fator mais importante. Pouco se sabe acerca do seu papel no status nutricional, funções físicas e psicológicas. *Kiwako et al.* correlacionaram-na com o índice de massa corporal, medição do braço superior, funções fisiológicas e cognitivas, status de depressão e concentração de albumina no plasma, numa amostra de pacientes idosos. Através de retas de regressão linear, mostraram que o índice de massa corporal, o status dentário e a medição do braço superior são preditivos de eficiência mastigatória. *Nordenram et al.*, numa amostra de idosos institucionalizados, avaliaram um score nutricional, baseado na malnutrição do ponto de vista calórico e proteico e analisaram a capacidade mastigatória de acordo com o

número de contactos oclusais, mostrando que a baixa capacidade mastigatória está associada a risco de malnutrição, nos indivíduos com número de contactos funcionais maior que quatro, observou-se melhor *score* nutricional do que no grupo dos incapazes de mastigar (20–22).

A anatomia oclusal no ser humano, tem uma mistura de características dos dentes dos seres carnívoros e dos herbívoros. Inicialmente com maior semelhança com os carnívoros e mais tardiamente evolui para uma maior semelhança com os herbívoros devido ao desgaste de cúspides que vai ocorrendo. Este fator deve ter-se em conta na hora do planeamento oclusal de um dado tratamento dentário e também na hora de se fazer um teste de eficiência mastigatória devemos perceber que vai haver dentições mais aptas para rasgar carne e outras mais aptas para moer um amendoim. Também a condição sistémica da pessoa pode influenciar a sua eficiência mastigatória, a diabetes mellitus e o envelhecimento estão associados à perda dentária e aumento da taxa de periodontite e cárie dentária, o que secundariamente leva à diminuição dos pares oclusais funcionais. A presença de disfunção temporomandibular também afeta negativamente a eficiência mastigatória, nestes indivíduos existem padrões de mastigação lentos, curtos e mais variáveis. A eficiência mastigatória dos representantes do género *homo*s tem diminuído ao longo das gerações, devido a uma evolução para dentes mais pequenos e músculos da mastigação menos desenvolvidos. Talvez a introdução da carne na alimentação, uso de ferramentas para cortar a comida ou início do processo de cozinhar os alimentos sejam importante para essas alterações (8,23–26).

Vários métodos estão descritos para determinação da eficiência mastigatória, estes testes, todos realizados *in vivo*, variam quanto ao tipo de material/alimento utilizado e quanto ao tipo de sistema de recolha dos dados para análise. São usadas amêndoas, amendoins, soja, blocos de silicone, pastilhas elásticas e cápsulas com corantes. Em seguida são descritas as metodologias existentes (27,28).

#### **1.4.1 - Método das peneiras**

Este é considerado o *gold standard* para avaliação da eficiência mastigatória, seja em dentição normal ou protética devido à sua simplicidade e ao facto de

não depender do uso de aparelhos específicos, para além das peneiras. Este tem sido amplamente reproduzido em vários tipos de reabilitação, podendo ser usado com alimentos de teste naturais, sendo as amêndoas as mais utilizadas, ou artificiais, sendo neste caso o silicone Optocal® o mais utilizado (27).

#### **1.4.2 - Método da pastilha elástica**

*Poyiadjis et al.* usaram as pastilhas elásticas *Wrigley's Freedent*, que posteriormente a serem desidratadas, a sua massa era registada. Após mastigação pelo paciente, a pastilha era de novo pesada e a quantidade de açúcar perdido pela mesma foi considerada proporcional à eficiência mastigatória. *Halazonetis et al.*, na procura de melhorar a técnica anterior, utilizaram duas pastilhas de cor diferente e testaram um software (ViewGum) que quantifica a mistura entre as duas cores, este instrumento foi validado para quantificação a eficiência mastigatória do paciente, embora o tenham considerado pouco reprodutível na prática clínica (27,29).

#### **1.4.3 - Método colorimétrico**

O material usado foram as cápsulas de polivinil acetato com 1mm de diâmetro que continham esferas com o corante Fucsina, solúvel em água. O conteúdo esmagado das esferas, dissolvia-se então em água e a intensidade da cor obtida era medida utilizando um espectrofotómetro e assim quantificava-se a eficiência mastigatória (27).

#### **1.4.4 - Método de obtenção da opinião do paciente**

Para aferir a eficiência mastigatória recorre-se a questionários onde se tenta avaliar a auto percepção do doente da sua capacidade de mastigação (27,30–32).

#### **1.4.5 - Análise de imagens**

*Shi et al.* usaram os feijões de soja como alimento para teste, reuniram 10 indivíduos para o estudo e variaram o número de ciclos mastigatórios. Obtiveram as imagens das partículas usando um microscópio e desenvolveram o software de análise que aferia o diâmetro de cada partícula e efetuava também a estatística descritiva, esta incluindo a média, mediana e desvio padrão. *Eberhard et al.* com o intuito de desenvolver um instrumento facilmente reprodutível,

recorreram a um scanner ótico comum para captar as imagens das partículas obtidas na mastigação e analisaram as mesmas com o programa de uso livre, *ImageJ*. Estes autores validaram este método por comparação com o método das peneiras (Anexo 10), para o efeito, recorreram a um scanner, com resolução de 1200 dpi, separaram as partículas com um pincel fino e cobriram a mesa de scanner com uma caixa revestida com veludo negro feita para o efeito, as imagens foram convertidas para tipo 8-bit ou em tons de cinza, e de seguida trabalhadas com a ferramenta “threshold” do *ImageJ* ficando prontas para ser feita a análise das partículas, com esta define-se o valor entre 0 e 255 para o qual cada pixel é considerado branco ou preto, daí resultar uma imagem binária, em que cada pixel assume valor 0 ou 1. O programa numera e fornece o valor de área de cada uma das partículas, em milímetros quadrados, estes valores foram exportados para o Microsoft Excel 2010 para análise estatística, de notar que este procedimento foi executado em um quinto do tempo, comparando com o método das peneiras (27,33,34).

#### **1.4.6 - Método da gelatina com Beta-caroteno**

Este consiste no uso de uma gelatina rica no pigmento Beta-caroteno, que é solúvel em água. Os doentes mastigam a gelatina e este pigmento é dissolvido, a quantidade de pigmento dissolvido é aferida com um sensor de luz, os autores consideraram este método um eficaz representante da eficiência mastigatória (27).

## **1.5 Métodos descritos para determinar a área de contacto**

Para a análise da área dos contactos oclusais existem 2 tipos de métodos, os métodos totalmente digitais, com recurso a hardware e software específico e os que recorrem a registos de mordida feitos com ceras ou silicone (35).

### **1.5.1 - Análise da área pela passagem de luz por placas de cera ou registos de silicone**

Yurkstas e Manly, em 1950, foram os primeiros a desenvolver esta técnica, passaram luz por um registo oclusal de cera, esta foi registada por células fotovoltaicas, os reflexos e a quantidade de luz a atravessar a cera levaram a alguns erros de medição. Já *Owens et al.*, usaram como material de registo o silicone, *Blu Mousse*. Fizeram scanner dos registos, com o aparelho *HP ScanJet 4c/t scanner*, e determinaram as áreas com recurso a um programa informático que analisava as imagens obtidas, recorrendo a uma escala de cinzas calibrada com um micrómetro e conseguiram analisar a área de contacto a diferentes profundidades (20,35,36).

### **1.5.2 - Dental Prescale**

*Yoon et al.* analisaram a área de contacto oclusal e a força em cada contacto numa amostra da população Sul Coreana, com recurso ao Dental Prescale da marca Fuji Film, neste são utilizadas folhas com cerca de 200µm que ficam marcadas quando sujeitas a pressão, sendo que quando maior a pressão aplicada maior a densidade de cor vermelha obtida. Depois estas são inseridas num scanner específico da marca que permite a visualização no computador dos pontos de contacto numa reconstrução 3D. Este instrumento fornece as seguintes informações - *occlusal load (Pa)*, *load-bearing contact area (mm<sup>2</sup>)*, *maximum occlusal force (N)* (35,37).

### **1.5.3 - T-scan**

O T-scan é outro método digital de análise dos contactos oclusal, consiste numa folha em forma de ferradura com sensores que registam o comprimento, *timing* e força dos contactos dentários, este dispositivo está ligado ao computador e mostra automaticamente as informações recolhidas, no software específico. Também foi adaptado e usado para quantificação da área de contacto oclusal, tanto o método do T-scan como o do Dental Prescale podem levar a erros de medição (35).

### **1.5.4 - Análise de modelos 3D**

*Jang et al.* introduziram a medição da área dos contactos oclusais usando modelos digitais 3D. Os ficheiros em formato STL obtidos pelo scanner são

exportados para o programa GeomagicDesign®, é pedida a interseção dos dois modelos com recurso à ferramenta *Boolean*, por fim é calculada a área das superfícies de intersecção, estas correspondem aos pontos de contacto analisados numa profundidade de 5 micrómetros. Para analisar os contactos a diferentes distâncias interoclusais, podemos recorrer ao software *Meshlab*(35,38,39).



---

## **Objetivos**





## 2 – Objetivos

---

**2.1** Quantificação da eficiência mastigatória de uma população através da determinação das áreas do particulado após mastigação.

**2.2** Estudo do relacionamento entre os dois métodos de determinação das áreas de contato oclusal e a eficiência mastigatória referida no ponto 1.

2.2.1 Determinação da área de contato oclusal dessa população através da leitura digital de registo de mordida com o software de imagem *ImageJ*.

2.2.2 Determinação da área de contato oclusal dessa população através da leitura digital de registo de mordida com um software especialmente desenvolvido para o efeito (*BiteArea*).

**2.3** Análise da área de contacto da população.



---

## **Materiais e métodos**



## 3 - Materiais e métodos

---

### 3.1 - Materiais e instrumentos

#### 3.1.1 - Bases de dados de pesquisa Medline® (PubMed) e Google Scholar®

Uma pesquisa detalhada, com o objetivo de revisão do estado da arte, foi realizada para apurar os métodos de determinação das áreas de contactos oclusais, da eficiência mastigatória, dos fatores que influenciam as mesmas, e das implicações que estas trazem para a saúde geral. A base de dados utilizada na pesquisa foi a *Medline®* (PubMed) e *Google Scholar*. Recorreu-se a uma combinação de cabeçalhos de termos Mesh e palavras de texto livre (Tabela 2).

Tabela 2 - Pesquisa 1, realizada na Medline® (PubMed), com recurso a termos Mesh

Data base	Termos pesquisados	Total de papers	Selecionados por título	Selecionados por abstract	Usados na revisão
PubMed	Tooth(Mesh) Mastication (Mesh) Dental Occlusion (Mesh) Humans(Mesh)	387	151	50	16

Pesquisas realizadas sem termos Mesh, dada a sua inexistência, na Medline®:

Pesquisa 2 - Medline® (PubMed) - "Masticatory performance", "Masticatory efficiency" and "Chewing ability" - 6 artigos usados



Pesquisa 3 - Medline® (PubMed) - “Area of occlusal contact” - 6 artigos usados

Pesquisa 3 - Medline® (PubMed) - “Tooth”, “Structure”, “Tooth loading” – 12 artigos usados

Pesquisa 4 - Google Scholar® - “Chewing”, “Mastication”, “Nutrition”, “Health” – 2 artigos usados

Os títulos e os resumos dos artigos foram revistos e selecionados por um avaliador, que aplicou os critérios de elegibilidade, inclusão e exclusão referidos seguidamente.

Critérios de elegibilidade:

Tipo de participantes: Indivíduos adultos com dentição natural ou protética;

Tipo de intervenção: Análise das áreas, na intercuspidação máxima e na mastigação; análise da eficiência mastigatória; análise da oclusão humana; análise dos movimentos mastigatórios humanos

Tipo de variáveis: Sexo, eficiência mastigatória, relação entre força dos contactos oclusais e área de contacto oclusal, local da arcada em estudo, presença de pacientes com desgastes oclusais, forma dos dentes e sua relação com a eficiência mastigatória e implicações destes fatores na saúde geral.

Critérios de inclusão:

Artigos em Português, Inglês, Italiano e Castelhana

Estudos em humanos

Estudos in vivo

Informação detalhada sobre os valores das áreas de contacto oclusal presentes na cavidade oral; informação detalhada acerca de determinação da eficiência mastigatória. Artigos publicados entre março de 1949 a 5 de dezembro de 2017

### Critérios de exclusão:

Dentição mista. Pacientes com patologias sistémicas raras. Artigos indisponíveis na internet, na íntegra (*Full text*). Os artigos que satisfizeram os requisitos referidos anteriormente, foram analisados integralmente por revisor, que verificou se os artigos realmente incluíam todos os critérios.

#### **3.1.2 - EPSON® expression-home xp-225**

Por conveniência usamos o scanner da impressora EPSON® expression-home xp-225, escolhemos este scanner comum uma vez que se pretende um protocolo económico e facilmente replicável.

#### **3.1.3 - ImageJ® bundled with 64-bit Java 1.8.0\_112**

O programa de uso livre *ImageJ*, criado pelo *National Institutes of Health*, foi usado tanto para análise das imagens das partículas da mastigação como para análise das fotografias dos registos de mordida obtidos. (40)

#### **3.1.4 - Cera de registo de mordida ALUWAX®**

No presente estudo, utilizou-se a cera de registo de mordida ALUWAX®, pois esta mostrou boas taxas de correto registo oclusal para articulação de modelos de gesso quando comparada a outro tipo de cera, além disso a sua cor escura permitiu obtermos registos que evidenciam as zonas transparentes correspondentes aos contactos oclusais (41).

#### **3.1.5 – Programa BiteArea**

Programa desenvolvido no âmbito desta investigação que recebe as fotografias dos registos de mordida, no formato tiff, e determina automaticamente a área das zonas da cera que transparecem a cor do fundo (Figura 7 ).

### **3.1.6 - Nikon® D7100 e Sigma® 105mm macro hsm OS**

Esta foi a máquina fotográfica e respetiva lente usadas para obter imagens dos registos de mordida de cera que seguidamente se analisaram com o programa desenvolvido e com o *ImageJ*.

### **3.1.7 - Microsoft® Excel 2016**

Os valores dos tamanhos das partículas exportados pelo programa *ImageJ* foram organizados recorrendo ao Microsoft® Excel, do mesmo modo se procedeu para os dados das áreas dos contactos oclusais da população em estudo.

### **3.1.8 - IBM SPSS Statistics v24**

Este foi o software usado para tratamento dos dados e execução dos testes estatísticos selecionados.

### **3.1.9 – Amêndoas**

As amêndoas foram escolhidas como alimento para testar a eficiência mastigatória já que são o alimento de teste natural, mais utilizado. Na figura 1 apresenta-se os elementos usados para a recolha do particulado para aferição da eficiência mastigatória(27).



*Figura 1 - Material usado no protocolo de recolha do particulado resultante da mastigação da amêndoa*

### **3.1.10 – Reservatório**

Foi usado um reservatório de plástico, estanque, devidamente identificado com a referência do indivíduo da população em estudo, para recolher o particulado e o bochecho com água que também foi recolhido no reservatório devidamente identificado para aquele indivíduo (Figura 1 ) (34).

## **3.2 – Metodologia**

### **3.2.1 População em estudo:**

A amostra de conveniência consistiu nos primeiros 20 alunos, maiores do que 18 anos, da Universidade Católica Portuguesa de Viseu, estes aceitaram participar no estudo assinando o consentimento informado (Apêndice 1).

Dados a recolhidos por cada indivíduo:

Idade;

Sexo;

Fez ou não tratamento ortodôntico;

Consentimento Informado;

Registos da mordida com a cera;

Recolha do particulado de amêndoa após mastigação;

**3.2.2 - Quantificação da eficiência mastigatória de uma população através da determinação das áreas do particulado após mastigação seguindo o método descrito por Eberhard et al. (33).**

Cada pessoa foi instruída para:

- 1 - Mastigar 1 amêndoa, com 1.5 gramas, durante 20 ciclos mastigatórios.
- 2 - Cuspir o bolo alimentar para um reservatório de recolha.
- 3 - Bochechar com água para retirar todos os restos de amêndoa cuspiendo para o mesmo reservatório.

As partículas foram deixadas no reservatório de recolha até desidratar para depois serem digitalizadas na mesa do scanner EPSON ® expression-home xp-225 com uma definição de 1200 dpi (Figura 2 ).



*Figura 2 - Exemplo de imagem das partículas obtidas*

As imagens obtidas foram abertas com o programa *ImageJ* e trabalhadas no formato 8-bit em tamanho real que são as medidas da página A4 devidamente calibradas ( Figura 3 - Ferramenta *Threshold* do *ImageJ* Figura 4 - Resultado da aplicação da ferramenta *Threshold* do *ImageJ* Figura 5 - Definições escolhidas para análise das partículas no *ImageJ* e lista dos resultados para cada partícula). Aplicou-se a ferramenta *Threshold* e passou-se à ferramenta *Análise Partículas*, para se obter a área e o número das partículas. Os dados foram compilados numa folha de Microsoft Excel, para se proceder à análise estatística. O número de partículas foi aferido, em vários intervalos de tamanho ( $>5.6\text{mm}^2$ ,  $>4.5\text{mm}^2$ ,  $<1.5\text{mm}^2$ ,  $<0.25\text{mm}^2$  - Tabela 4 ), para determinação da eficiência mastigatória (42).

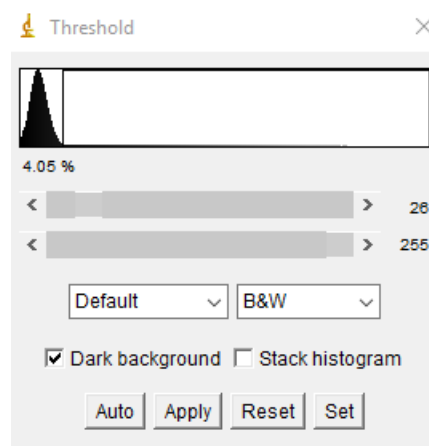


Figura 3 - Ferramenta *Threshold* do *ImageJ*

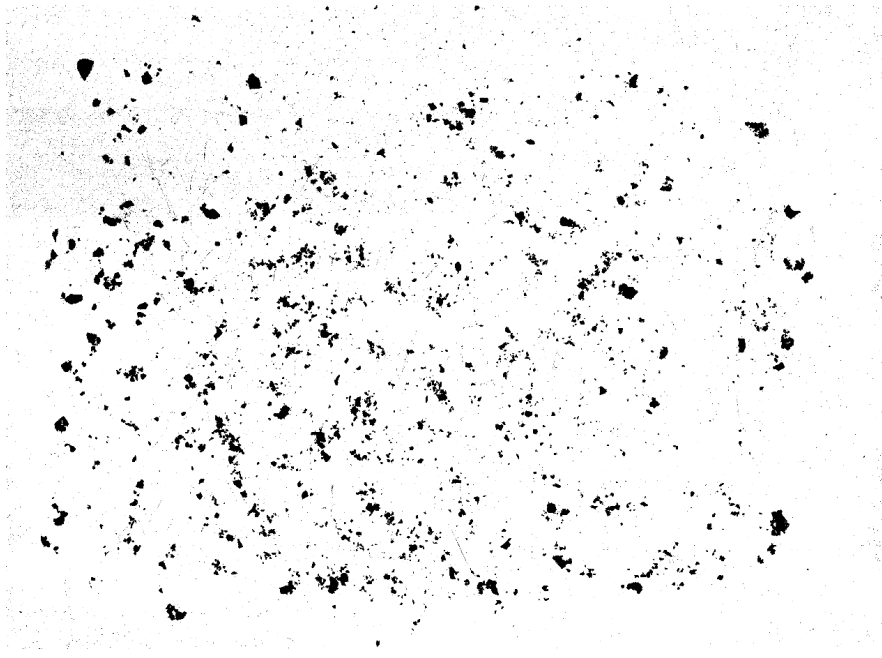


Figura 4 - Resultado da aplicação da ferramenta Threshold do ImageJ

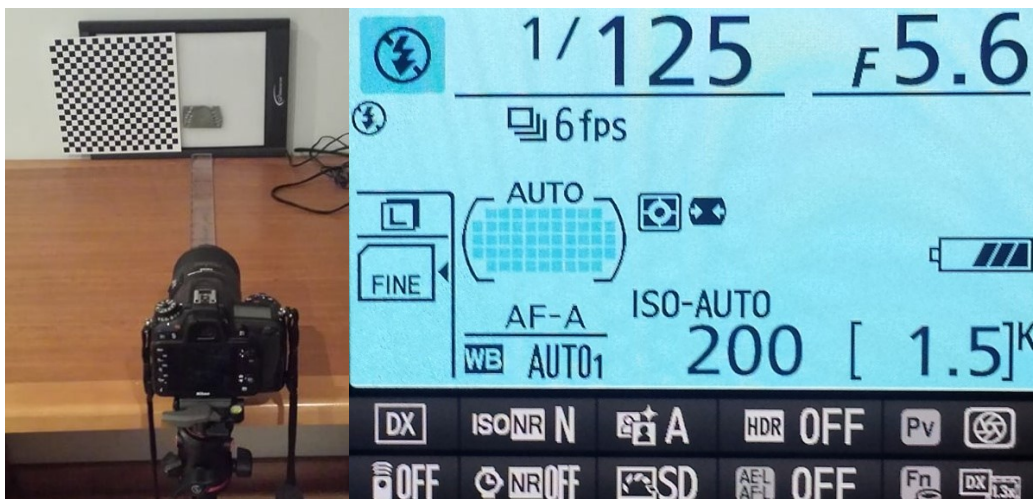
Area	X	Y	Perim	Circ	Median	%Area	AR	Round	Solidity	
1496	0.145	83.255	261.369	1.877	0.519	255	100.000	2.018	0.496	0.789
1496	1.196	163.730	261.927	5.980	0.417	255	99.878	1.254	0.793	0.787
1497	0.240	189.445	261.745	3.625	0.229	255	98.410	4.528	0.221	0.691
1498	0.362	129.580	261.985	2.583	0.683	255	100.000	1.562	0.640	0.898
1499	1.895	117.192	263.621	6.290	0.589	255	99.954	1.243	0.805	0.889
1500	1.573	126.730	264.094	7.729	0.351	255	99.903	1.681	0.955	0.833
1501	17.367	95.701	267.379	32.063	0.212	255	99.841	2.141	0.467	0.766
1502	2.905	122.087	265.362	10.548	0.328	255	98.483	1.766	0.566	0.772
1503	0.787	76.532	265.241	5.417	0.237	255	99.731	1.549	0.646	0.818
1504	0.950	119.412	266.109	4.195	0.678	255	99.911	1.138	0.870	0.900
1505	4.460	144.376	267.847	14.565	0.263	255	99.829	2.291	0.437	0.684
1506	6.946	78.086	267.563	12.967	0.519	255	98.956	1.599	0.626	0.901
1507	0.643	120.133	266.823	3.775	0.567	255	99.736	1.475	0.678	0.965
1508	3.736	117.849	269.125	18.043	0.378	255	98.753	1.115	0.896	0.881
1509	0.404	91.986	268.045	2.985	0.570	255	100.000	1.178	0.949	0.880
1510	0.650	80.554	268.980	4.780	0.357	255	99.739	1.559	0.641	0.849
1511	15.733	136.833	270.948	23.431	0.360	255	96.837	1.272	0.796	0.881
1512	16.216	168.695	271.598	33.623	0.180	255	99.927	1.706	0.996	0.937
1513	1.988	48.353	270.626	7.202	0.259	255	99.206	1.509	0.652	0.745
1514	1.807	177.173	272.721	8.330	0.327	255	99.601	1.468	0.681	0.799
1515	4.821	74.836	272.969	14.408	0.292	255	99.974	2.402	0.416	0.801
1516	10.460	83.041	274.419	28.551	0.161	255	98.922	3.337	0.300	0.664
1517	0.566	178.656	272.546	3.463	0.593	255	99.850	1.654	0.605	0.859
1518	0.278	160.796	273.742	2.303	0.660	255	100.000	1.510	0.662	0.885
1519	7.435	175.049	276.251	15.994	0.365	255	99.857	1.812	0.552	0.842
1520	0.130	17.876	278.454	1.686	0.374	255	99.674	1.275	0.764	0.859
1521	0.134	36.923	279.973	3.179	0.166	255	98.413	1.649	0.606	0.479
1522	0.181	5.791	283.051	7.728	0.038	255	99.765	34.137	0.029	0.354
1523	0.840	65.392	284.783	11.303	0.083	255	50.454	3.919	0.255	0.290
1524	0.121	200.039	286.772	5.305	0.054	255	100.000	7.093	0.141	0.186

Figura 5 - Definições escolhidas para análise das partículas no ImageJ e lista dos resultados para cada partícula

### 3.2.3 - Determinação da área de contato oclusal dessa população através da leitura digital de registo de mordida com um software especialmente desenvolvido para o efeito

As placas de cera são cortadas em quadrados com medidas que permitam a inclusão do registo de toda a arcada do participante, de seguida são colocadas na boca por 1.30 minutos, para amolecer. Após este período cada participante era instruído a morder com força máxima. Seguidamente foram coladas num

negatoscópico comum e ao lado colado um quadrado negro de 1cm<sup>2</sup> para calibração, por fim foi feita fotografia com a máquina Nikon®D7100, a uma distância de 70 cm do sensor, usando as seguintes definições: tempo de exposição 1/125, abertura F/5.6, ISO 200 (Figura 6). As imagens foram trabalhadas pelo programa desenvolvido no âmbito deste projeto, este regista os pontos de contacto e fornece-nos a área em milímetros quadrados. A espessura da cera a que o contacto é analisado é aquela que transparece a cor do fundo, fornecida pelo negatoscópico, o programa permite fazer esta escolha, mas permite também analisar a espessuras maiores para que no futuro sejam feitas calibrações para outro tipo de análises (Figura 7 ).



*Figura 6 - Modo de captação das fotografias dos registos oclusais*

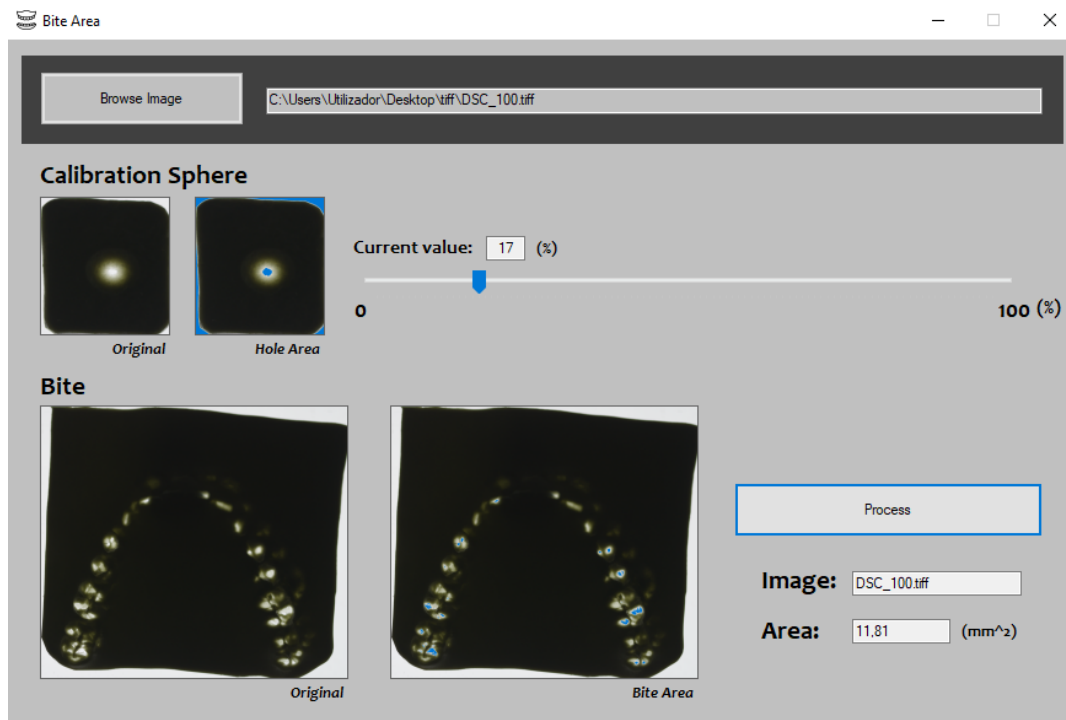


Figura 7 - Programa BiteArea, e exemplo de análise de um caso pelo mesmo

### **3.2.4 - Determinação da área de contato oclusal dessa população através da leitura digital de registo de mordida com o software de imagem ImageJ**

As fotografias usadas no programa específico apresentado, foram também analisadas com recurso ao programa *ImageJ*, para comparação, dado tratar-se de um método já usado. Em primeiro lugar são convertidas para o formato 8-bit, para análise de cada imagem temos de proceder a calibração individual da escala de comprimento, calibração feita pelo operador para cada fotografia, recorrendo a uma escala incluída na fotografia, e da profundidade dos registos na cera, que correspondem às distâncias interoclusais, recorrendo ao valor de *threshold* usado no programa desenvolvido. (Figura 8, Figura 9). De notar que o programa criado faz estes passos de forma mais simples e automática(43).

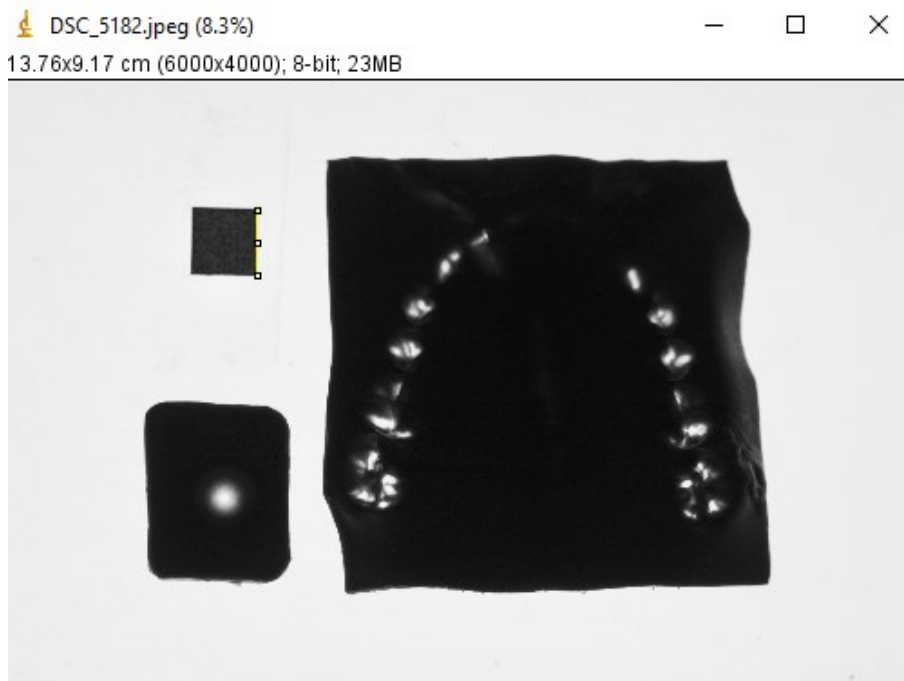


Figura 8 - Calibração da distância na imagem a analisar no ImageJ

Summary

Slice	Count	Total Area	Average Size	%Area	Perim.	Circ.	Solidity	Median
DSC_5166.jpg	182	0.097	5.346E-4	0.404	0.065	0.824	0.880	247.868

Figura 9 - Ferramenta Analise particles e Threshold do ImageJ, bem como o resultado da área de contactos oclusais neste caso específico

### **3.2.5 – Análise estatística do relacionamento entre os três métodos referidos nos pontos 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4.**

O tratamento de dados e análise estatística foi feito com recurso ao software Microsoft® Excel e o programa de análise estatística IBM® SPSS Statistics, v.24 (Software Statistical Package for the Social Science). Foram realizadas as seguintes análises: Estatística descritiva, que inclui média, variância, mínimo, máximo, desvio padrão e amplitude. Pelo teste de Shapiro-Wilk, dado tratar-se de uma amostra com menos de 30 elementos, foi verificado se os valores de área de contacto oclusal e das partículas da mastigação obtidos estão normalmente distribuídos. Foi também feita análise das variâncias com recurso ao teste de Levene, tudo para decisão do uso de testes paramétricos ou não paramétricos (Apêndice 2 a Apêndice 7 ). Para a comparação entre os dois métodos de determinação da área de contacto oclusal foi usado o coeficiente de correlação de Pearson, feita a análise das médias com o teste-T, análise da homogeneidade das variâncias com o teste de Levene e traçadas as retas de regressão entre as variáveis em estudo (Apêndice 8 , Apêndice 9 ). A associação entre performance mastigatória e área de contacto oclusal foi avaliada com o coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman caso se tratem de amostras normalmente distribuídas ou não, respetivamente (Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15) (20,44–46).

---

## **Resultados**



## 4 - Resultados

---

### 4.1 Amostra analisada

Na amostra, foram incluídos 20 indivíduos, com idades entre os 22 e os 26 anos, resultando numa média de 22,9 anos e um desvio padrão de 1,41 ( Tabela 3, Tabela 4 ).

*Tabela 3 - Tabela de frequências da amostra: idades, classe de Angle, tratamento ortodôntico sofrido*

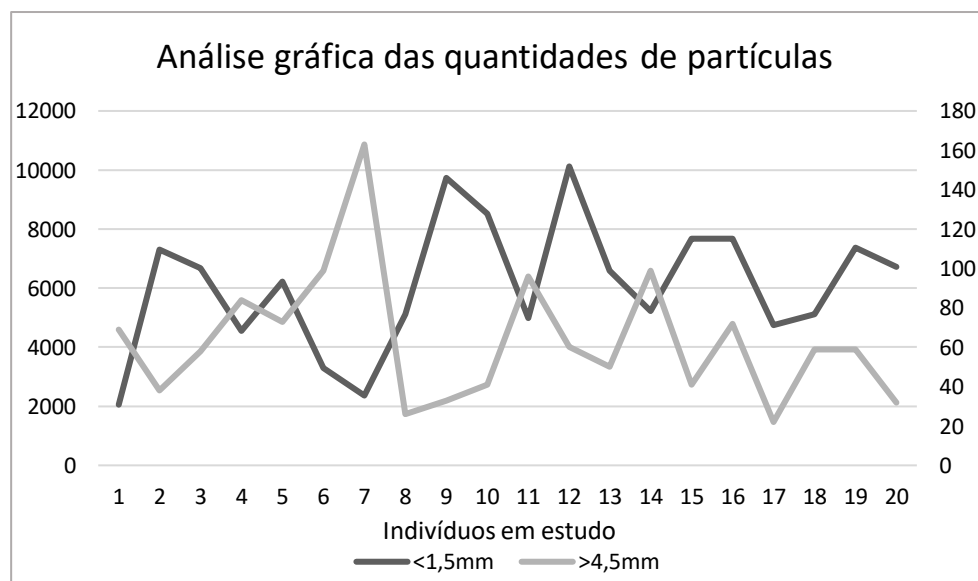
	Frequência absoluta	Frequência relativa
<b>Idade:</b>		
22	11	0,55
23	5	0,25
24	2	0,1
26	1	0,05
27	1	0,05
Total:	20	1
<b>Classe de Angle:</b>		
I	9	0,45
II	9	0,45
III	2	0,1
Total:	20	1
<b>Tratamento ortodôntico realizado:</b>		
sim	10	0,5
não	10	0,5
Total:	20	1

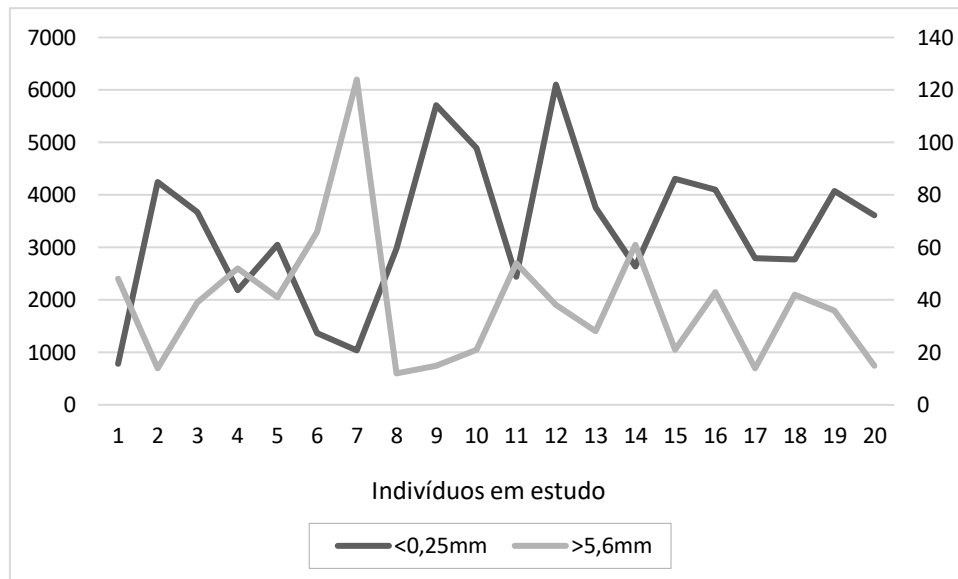
## 4.2 – Eficiência mastigatória da população

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados da análise do particulado da amostra. Em média os participantes conseguiram reduzir  $49,3\% \pm 7,3\%$  da amêndoa em pedaços com área menor do que  $0,25\text{mm}^2$  com um máximo de  $57,7\%$  e um mínimo de  $32,6\%$ . Se for considerado partículas com área inferior a  $1,5\text{mm}^2$  a média foi de  $92,9\% \pm 3,7\%$  com um máximo de  $96,4\%$  e um mínimo de  $83,13\%$

Tabela 4 - Número de partículas correspondentes a cada indivíduo, dentro dos vários subgrupos de tamanho de partículas. (valores obtidos por leitura digital).

Gráfico 1 - Análise gráfica das quantidades de partículas dentro dos vários grupos de tamanho definidos





### 4.3 – Área dos contactos oclusais da população:

As áreas de contactos foram analisadas com o programa *ImageJ* e *BiteArea* e estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Áreas de contato medida em cada participante

Indivíduo	<i>ImageJ</i> (mm <sup>2</sup> )	<i>BiteArea</i> (mm <sup>2</sup> )
1	18,3	17,6
2	73,8	75,1
3	49,3	50,5
4	91,6	91,5
5	17,1	16,4
6	13,7	11,8
7	2,7	1,6
8	1,6	0,4
9	91,5	90,9
10	70,2	71,5
11	7,5	5,1
12	69,1	69,3
13	60,7	60,5
14	0,7	0,6
15	35,9	36,8
16	42,8	40,4
17	93,4	93,7
18	29,1	25,2
19	27,9	24,1
20	114,3	117,7

#### 4.4. Relacionamento dos dois métodos de determinação da área dos contactos oclusais:

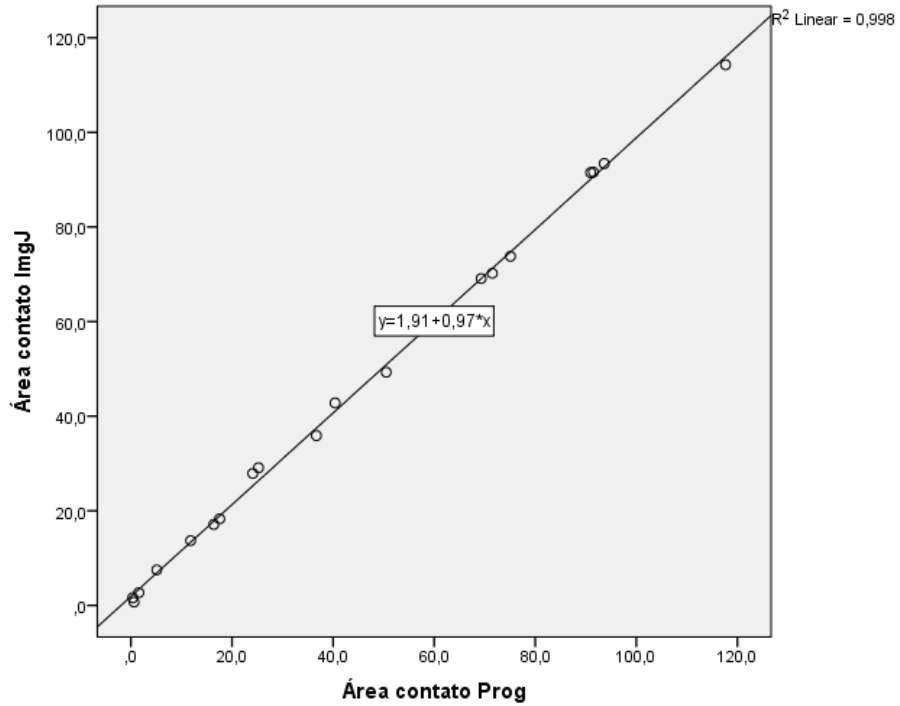
Verificou-se que o *ImageJ* e o *BiteArea* são praticamente colineares com  $\rho = 0.999$ ,  $\alpha < 0.05$ , ver Gráfico 2 e Apêndice 8 . Estabeleceu-se a comparação dos valores médios das áreas analisadas tendo-se verificado que não havia diferença significativa entre os dois programas com  $F(1) = 0,046$  e  $\alpha = 0,963$  ver Apêndice 8 e Apêndice 9 .

Tabela 6 - Estatística dos valores de área fornecidos pelos 2 métodos

	<i>ImageJ</i>	<i>BiteArea</i>
Média	45,56	45,06
Desvio		
Padrão	35,48	36,57
Variância	1259	1338
Mínimo	0,7	0,4
Máximo	114,3	117,7

A linha de regressão linear mostra proximidade dos pontos à linha, existindo alta correlação entre os dois métodos, 99 % da variação (pontos acima e abaixo da reta) total é explicada pelo modelo definido.

Gráfico 2 - Regressão linear entre os valores fornecidos pelos dois métodos, ImageJ e o BiteArea. (Reparar que os valores estão muito próximos da linha)



#### 4.4.2 Relacionamento da área de contacto obtida pelo programa elaborado com a eficiência mastigatória

A área de contacto obtida pelo programa está positivamente correlacionada com a eficiência mastigatória (correlação típica),  $p < 0.05$ , ver Tabela 8 , Tabela 9 , Tabela 10, Tabela 11.

Tabela 7 - Estatística dos valores fornecidos pela análise da área das partículas da mastigação

	Número de partículas >5,6mm	Número de partículas >4,5mm	Número de partículas <0,25mm	Número de partículas <1,5mm
Média	39	63	3326	6103
Desvio Padrão	26	33	1415	2184
Variância	676	1108	2002507	4770505
Mínimo	12	22	783	2054
Máximo	124	163	6102	10122

Tabela 8- Correlação de Spearman entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas >5,6mm

			Área contato Prog	Número de partículas >5,6mm
rô de Spearman	Área contato Programa	Coeficiente de Correlação	1,000	-,519*
		Sig. (bilateral)	.	,019
		N	20	20
	número de partículas >5,6mm	Coeficiente de Correlação	-,519*	1,000
		Sig. (bilateral)	,019	.
		N	20	20

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

*Tabela 9 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas >4,5mm*

		Área contato Prog	Número de partículas >4,5mm
Área contato Prog	Correlação de Pearson	1	-,572**
	Sig. (bilateral)		,008
	N	20	20
Número de partículas >4,5mm	Correlação de Pearson	-,572**	1
	Sig. (bilateral)	,008	
	N	20	20
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).			

*Tabela 10 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas <0,25mm*

		Área contato Prog	Número de partículas <0,25mm
Área contato Prog	Correlação de Pearson	1	,512*
	Sig. (bilateral)		,021
	N	20	20
Número de partículas <0,25mm	Correlação de Pearson	,512*	1
	Sig. (bilateral)	,021	
	N	20	20
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).			

*Tabela 11 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo programa desenvolvido e o número de partículas <1,5mm*

		Área contato Prog	Número de partículas <1,5mm
Área contato Prog	Correlação de Pearson	1	,501*
	Sig. (bilateral)		,024
	N	20	20
Número de partículas <1,5mm	Correlação de Pearson	,501*	1
	Sig. (bilateral)	,024	
	N	20	20
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).			

#### **4.4.3 Relacionamento da área de contacto obtida pelo ImageJ com a eficiência mastigatória**

A área de contacto obtida pelo programa está positivamente correlacionada com a eficiência mastigatória (correlação típica),  $p < 0.05$ , ver Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15.

*Tabela 12 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do cálculo da área de contacto pelo ImageJ e o número de partículas >5,6mm*

		Área contato ImgJ	Número de partículas >5,6mm
Área contato ImgJ	Correlação de Pearson	1	-,571**
	Sig. (bilateral)		,009
	N	20	20
Número de partículas >5,6mm	Correlação de Pearson	-,571**	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	20	20
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).			

*Tabela 13 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do cálculo da área de contacto pelo ImageJ e o número de partículas >4,5mm*

		Área contato ImgJ	Número de partículas >4,5mm
Área contato ImgJ	Correlação de Pearson	1	-,591**
	Sig. (bilateral)		,006
	N	20	20
Número de partículas >4,5mm	Correlação de Pearson	-,591**	1
	Sig. (bilateral)	,006	
	N	20	20
**. A correlação é significativa no nível 0,01 (bilateral).			

*Tabela 14 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do cálculo da área de contacto pelo ImageJ e o número de partículas <0,25mm*

		Área contato ImgJ	Número de partículas <0,25mm
Área contato ImgJ	Correlação de Pearson	1	,546*
	Sig. (bilateral)		,013
	N	20	20
Número de partículas <0,25mm	Correlação de Pearson	,546*	1
	Sig. (bilateral)	,013	
	N	20	20
*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).			

Tabela 15 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal aferida pelo método do cálculo da área de contacto pelo ImageJ e o número de partículas <1,5mm

		Área contato ImgJ	Número de partículas <1,5mm
Área contato ImgJ	Correlação de Pearson	1	,527*
	Sig. (bilateral)		,017
	N	20	20
Número de partículas <1,5mm	Correlação de Pearson	,527*	1
	Sig. (bilateral)	,017	
	N	20	20

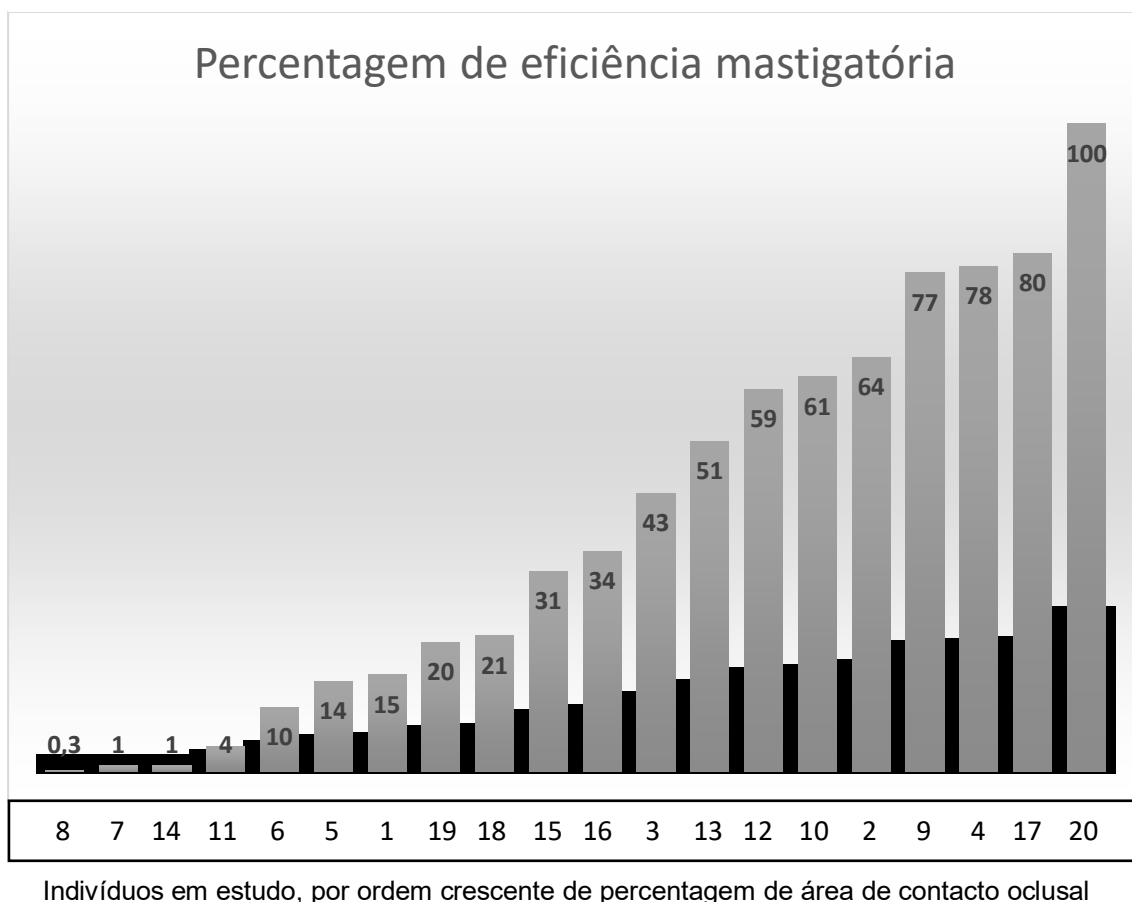
\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (bilateral).

## 4.5 Análise da área de contacto na população estudada

Analisando o indivíduo, em estudo, com maior resultado para área de contacto oclusal, de 117,67 mm<sup>2</sup>, usando o programa desenvolvido, e 114,3 mm<sup>2</sup>, usando o *ImageJ*, e também integrando este, o grupo com melhores resultados de eficiência mastigatória (indivíduo 20), consideramos este o valor correspondente a excelente eficiência mastigatória (100%) e deste modo podemos classificar os outros indivíduos com uma menor percentagem de eficiência mastigatória tendo em conta este critério. Em seguida apresenta-se a sua caracterização (Apêndice 8, Apêndice 9, Apêndice 10, Apêndice 11) e comparação com os restantes constituintes da amostra (Gráfico 3):

- Tipo facial: Meso facial
- Classificação esquelética: Classe I
- Classificação dentária: classe I molar e canina esquerda e direita
- Problemas Transversais: Inexistentes
- Problemas Funcionais: Inexistentes

Gráfico 3 - Análise da área de contacto de cada individuo, atribuindo ao individuo 20, 100% de eficiência mastigatória



Podemos perceber pelo gráfico apresentado que 12 dos 20 indivíduos em estudo apresentam uma área de contacto oclusal abaixo de 50%, e consequentemente também uma menor eficiência mastigatória. Estes indivíduos têm uma média de idades de 22 anos, têm baixa taxa de perda dentária, o que nos leva a concluir a importância desta análise por rotina, na prática clínica

---

## **Discussão**



## 5 - Discussão

---

### **Eficiência mastigatória**

A melhoria da eficiência mastigatória é um dos principais objetivos da reabilitação protética. Sabe-se que fraca eficiência mastigatória está associada a défices nutritivos como o défice proteico e problemas de saúde sistémica como o colesterol elevado e psicológicos como o défice de funções cognitivas e indicadores de depressão positivos. É difícil estudar isoladamente todas as potenciais variáveis influenciadoras da eficiência mastigatória, além disso resultados de estudos anteriores são difíceis de comparar dada a diferença entre os protocolos desenvolvidos. O método que escolhemos e replicamos para este estudo foi validado, por *Eberhard et al.*, como equivalente ao método das peneiras que é considerado o *gold standard* para este tipo de protocolo. Os valores do presente estudo são semelhantes aos observados por *Eberhard et al.* Obtivemos uma média de 1,3% (1%) nas partículas maiores que 4,5 mm e uma média de 93% (98%) no grupo das partículas menores que 1,5mm . *Wilding et al.* recorrendo à amêndoa e ao método das peneiras obtiveram uma percentagem de volume cumulativo de retenção de 74% na peneira de 2 mm (maior peneira que utilizaram) e 98% na peneira de 1,4 mm o que representa também valores aproximados aos obtidos no presente estudo (21,24,33,42,47).

### **Eficiência mastigatória e área de contacto oclusal**

A prática clínica para a determinação clínica de eficiência mastigatória através da mastigação de alimentos padronizados torna-se inviável pelo tempo despendido. Neste sentido desenvolveu-se outra forma mais simples de se tentar avaliar e quantificar a eficiência mastigatória através da determinação da área de contato oclusal. Porque mesmo assim os métodos para a determinação da área continuavam a ser complicados, desenvolveu-se o programa do presente estudo que simplifica este processo.

Na presente investigação correlacionamos a eficiência mastigatória com a área de contacto oclusal, e obtivemos resultados semelhantes aos obtidos na literatura.

*Owen et al.* numa amostra de 51 participantes, com uma média de 14,7 anos (22,6) em que foram utilizados cubos de silicone obtiveram um valor de correlação típico de  $\rho = 0.708$  ( $\rho = 0.512$ ) e  $\alpha < 0,05$ .

*Wilding et al.* numa amostra de 27 jovens pacientes com média de idades de 27,3 anos (22,6), usou a amêndoa, e obtiveram um valor de correlação de  $\rho = 0,59$  e  $\alpha < 0,05$ .

*Lepley et al.* numa amostra de 30 alunos universitários, com média de 26 anos de idade, utilizaram blocos de silicone Cuttersil, obtiveram um valor de correlação de  $\rho = 0,47$  e  $\alpha < 0,05$  (20,47–49).

### **Área de contacto**

Quanto a resultados prévios a esta investigação, relativos à determinação da área de contacto oclusal, Yurkstas e Manly usaram as placas de cera escura e células fotovoltaicas para quantificar a luz que as atravessava. Os mesmos identificaram erros de medição introduzidos pelo método. Por não quantificaram a distância interoclusal complica possíveis comparações entre estudos. Obtiveram uma média de área por quadrante de  $70\text{mm}^2$  ( $45.06\text{mm}^2$  no *BiteArea*). A amostra neste estudo foi constituída por 50 indivíduos, que incluíram estudantes, professores e funcionários da faculdade com média de idades de 26.3 anos (22,6 no presente estudo) (50).

*Owens et al.* usaram o silicone Blu-Mousse, scanner dos registos de mordida e análise das imagens com o programa *UTHSCSA Image Tool* e obtiveram uma área de contacto média por arcada de  $349\text{mm}^2$ , a amostra do estudo foi constituída por 51 participantes que incluíram alunos, funcionários e seus filhos da Faculdade de Medicina Dentária, resultando numa média de idades de 14,7 anos (20).

Wilding usando o método análise de ceras e análise das imagens destes registos (fotografados) obteve uma área média por arcada de 25,7 mm<sup>2</sup>, numa amostra de jovens pacientes com média de idades de 27,3 anos (47).

Lepley *et al.* usaram Silicone Blu-Mousse, fizeram digitalização dos registos, calibração da profundidade com recurso a compressões precisas e medições com micrómetro digital, e análise das imagens com o programa de uso livre UTHSCSA Image Tool, obtiveram um valor médio da arcada completa em homens e mulheres (média de idades de 26 anos) respetivamente, 68.7 mm<sup>2</sup> e 73.7mm<sup>2</sup> (49).

*Jang et al.* e *Lee et al.* (35,38), recorrendo aos modelos 3D, numa amostra de 533 modelos de pacientes pós tratamento ortodôntico (média de idades de 22,9) obtiveram uma área de contacto média de 260 mm<sup>2</sup>. Estes autores não especificaram a distância interoclusal a que realizaram esta análise, referem que calcularam a área da interceção entre modelos. Uma desvantagem deste protocolo é a necessidade de modelos que não introduzam erros de articulação.

O Dental Prescale foi usado por *Yoon et al.* numa amostra de 651 pacientes (23,4 anos de média de idades) a força oclusal aplicada na intercuspidação depende da condição oral da pessoa limitando os resultados obtidos para a área de contacto, os valores de área de contacto oclusal foram em média de 24,2 mm<sup>2</sup> (51), constituindo valores algo diferentes dos analisados com a análise de ceras e de modelos 3D,

Tendo em conta a diversidade de protocolos para determinar a área de contacto oclusal, e a diversidade de resultados que encontramos na literatura, podemos argumentar que com o método desenvolvido, e tendo em conta a sua simplicidade e estado embrionário, os valores estão próximos aos encontrados na literatura.

### **Comparação entre os métodos**

De acordo com os resultados do presente estudo podemos concluir que o programa (Bite Area) como uma alternativa válida à determinação das áreas de contacto oclusal, por estar altamente correlacionado com o método do *ImageJ*  $\rho = 0,999$ ,  $\alpha < 0,05$ . Também podemos considerar os seus resultados preditivos

da eficiência mastigatória,  $\rho = 0,512$ ,  $\alpha < 0,05$ , de igual modo para o *ImageJ*,  $\rho = 0,546$ ,  $\alpha < 0,05$ .

### **Estudo da população**

Quanto ao estudo da eficiência mastigatória, embora se tenha chegado a valores semelhantes aos referidos noutras populações e baseado nos protocolos mais aplicados na literatura, o estudo tem os seus limites dado não ter explorado todos os componentes da eficiência mastigatória. O maior fator contributivo foi o facto de se usar apenas uma amêndoa. Pelo tamanho, para mastigar uma amêndoa basta a existência de um par de dentes posteriores. Levanta-se a questão de como seriam os resultados se fosse usada maior quantidade de alimento de teste ou a diminuição do número de ciclos mastigatórios para metade, por exemplo. Talvez as diferenças entre as áreas de contato registadas pelos participantes se relacionassem mais com a eficiência mastigatória. Realça-se que 4 deles tinham áreas de contacto inferiores a 1% do modelo considerado ideal.

Quando comparados com o modelo considerado ideal neste estudo encontraram-se valores preocupantes de áreas de contato oclusal com mais de metade da amostra a terem áreas de contato abaixo de 50% da área ideal. Este valor é ainda mais alarmante uma vez que estamos perante jovens sem perdas dentárias e bom estado periodontal e dentário geral.

### **Projetos futuros**

- O programa apresenta valores próximos ao *ImageJ* que é uma boa proposta de ponto de partida.
- Disponibilização do software online de modo a globalizar o seu uso para padronizar a determinação da área dos contactos oclusais em medicina dentária, após novos testes e validação.
- Definir com estudo mais amplo e com amostra mais variada, qual o valor de área de contacto a partir do qual conseguimos uma boa eficiência mastigatória e testar esta hipótese na população.

- Usar este protocolo para desenvolver mais estudos acerca das implicações da eficiência mastigatória na saúde sistêmica.



---

## **Conclusão**



## 6 - Conclusão

---

1. Em média os participantes conseguiram reduzir  $49,3\% \pm 7,3\%$  da amêndoa em pedaços com área menor do que  $0,25\text{mm}^2$  com um máximo de  $57,7\%$  e um mínimo de  $32,6\%$ . Se for considerado partículas com área inferior a  $1,5\text{mm}^2$  a média foi de  $92,9\% \pm 3,7\%$  com um máximo de  $96,4\%$  e um mínimo de  $83,13\%$ .
2. Quando comparados, os dois métodos de determinação da área oclusal, verificou-se que eram praticamente colineares, com  $p = 0,999$ ,  $\alpha < 0,05$  e não existiam diferenças significativas entre as médias representativas dos valores das áreas,  $\alpha < 0,05$ .
3. Do relacionamento do programa *BiteArea* com a eficiência mastigatória verificou-se uma correlação típica com  $\rho = 0,512$ ,  $\alpha < 0,05$ . Relativamente ao programa *ImageJ* os resultados foram similares,  $\alpha < 0,05$ .
4. Mais de metade da população em estudo (12 participantes) apresentou uma área de contacto oclusal abaixo de  $50\%$  comparando com aquele que foi o indivíduo com mais elevada classificação neste fator ( $117,67\text{mm}^2$ ), no presente estudo.



---

## **Bibliografia**



## 7 - Bibliografía

---

1. Ross IF. Occlusal contacts of the natural teeth. *J Prosthet Dent.* 1974 Dec 1;32(6):660–7.
2. Mohamed SE, Christensen LV, Harrison JD. Tooth contact patterns and contractile activity of the elevator jaw muscles during mastication of two different types of food. *J Oral Rehabil.* 10(1):87–95.
3. Okeson JP. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares + Evolve. Elsevier España; 2013. 1301 p.
4. Naveh GRS, Lev-Tov Chattah N, Zaslansky P, Shahar R, Weiner S. Tooth–PDL–bone complex: Response to compressive loads encountered during mastication – A review. *Arch Oral Biol.* 2012 Dec 1;57(12):1575–84.
5. Gibbs CH, Mahan PE, Mauderli A, Lundeen HC, Walsh EK. Limits of human bite strength. *J Prosthet Dent.* 1986 Aug;56(2):226–9.
6. Owais AI, Shaweesh M, Abu Alhaija ESJ. Maximum occusal bite force for children in different dentition stages. *Eur J Orthod.* 2013 Aug;35(4):427–33.
7. Sato S, Ohta M, Sawatari M, Kawamura H, Motegi K. Occlusal contact area, occlusal pressure, bite force, and masticatory efficiency in patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *J Oral Rehabil.* 26(11):906–11.
8. Gavião MBD, Raymundo VG, Rentes AM. Masticatory performance and bite force in children with primary dentition. *Braz Oral Res.* 2007 Jun;21(2):146–52.
9. Craig RG, Peyton FA. Elastic and mechanical properties of human dentin. *J Dent Res.* 1958 Aug;37(4):710–8.
10. Wang RZ, Weiner S. Strain-structure relations in human teeth using Moiré fringes. *J Biomech.* 1998 Feb;31(2):135–41.
11. Rees JS, Jacobsen PH. Elastic modulus of the periodontal ligament. *Biomaterials.* 1997 Jul;18(14):995–9.
12. Ho SP, Marshall SJ, Ryder MI, Marshall GW. The tooth attachment mechanism defined by structure, chemical composition and mechanical properties of collagen fibers in the periodontium. *Biomaterials.* 2007 Dec;28(35):5238–45.
13. Zaslansky P, Friesem AA, Weiner S. Structure and mechanical properties of the soft zone separating bulk dentin and enamel in crowns of human teeth: insight into tooth function. *J Struct Biol.* 2006 Feb;153(2):188–99.
14. Hurng JM, Kurylo MP, Marshall GW, Webb SM, Ryder MI, Ho SP. Discontinuities in the human bone-PDL-cementum complex. *Biomaterials.* 2011 Oct;32(29):7106–17.
15. Sano H, Ciucchi B, Matthews WG, Pashley DH. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. *J Dent Res.* 1994 Jun;73(6):1205–11.

16. Kinney JH, Balooch M, Marshall GW, Marshall SJ. A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. *Arch Oral Biol.* 1999 Oct;44(10):813–22.
17. Craig RG, Peyton FA, Johnson DW. Compressive Properties of Enamel, Dental Cements, and Gold. *J Dent Res.* 1961 Sep 1;40(5):936–45.
18. Mahoney E, Holt A, Swain M, Kilpatrick N. The hardness and modulus of elasticity of primary molar teeth: an ultra-micro-indentation study. *J Dent.* 2000 Nov;28(8):589–94.
19. Ho SP, Yu B, Yun W, Marshall GW, Ryder MI, Marshall SJ. Structure, chemical composition and mechanical properties of human and rat cementum and its interface with root dentin. *Acta Biomater.* 2009 Feb;5(2):707–18.
20. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* 2002 Jun;121(6):602–9.
21. Okada K, Enoki H, Izawa S, Iguchi A, Kuzuya M. Association between masticatory performance and anthropometric measurements and nutritional status in the elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 2009 Sep 24;10(1):56–63.
22. Nordenram G, Ljunggren G, Cederholm T. Nutritional status and chewing capacity in nursing home residents. *Aging Milan Italy.* 2001 Oct;13(5):370–7.
23. Mehringer EJ. Function of steep cusps in mastication with complete dentures. *J Prosthet Dent.* 1973 Oct 1;30(4, Part 1):367–72.
24. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol.* 2001 Jul;46(7):641–8.
25. Radke JC, Kull RS, Sethi MS. Chewing movements altered in the presence of temporomandibular joint internal derangements. *Cranio J Craniomandib Pract.* 2014 Jul;32(3):187–92.
26. Zink KD, Lieberman DE. Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans. *Nature.* 2016 Mar;531(7595):500–3.
27. Oliveira NM, Shaddox LM, Toda C, Paleari AG, Pero AC, Compagnoni MA. Methods for evaluation of masticatory efficiency in conventional complete denture wearers: a systematized review. *Oral Health Dent Manag.* 2014 Sep;13(3):757–62.
28. Mousa MA, Patil S, Lynch E. Masticatory efficiency and muscular activity in removable partial dental prostheses with different cusp angles. *J Prosthet Dent.* 2017 Jan;117(1):55–60.
29. Halazonetis DJ, Schimmel M, Antonarakis GS, Christou P. Novel software for quantitative evaluation and graphical representation of masticatory efficiency. *J Oral Rehabil.* 2013 May;40(5):329–35.
30. Miura H, Araki Y, Hirai T, Isogai E, Hirose K, Umenai T. Evaluation of chewing activity in the elderly person. *J Oral Rehabil.* 1998 Mar;25(3):190–3.

31. Heydecke G, Akkad AS, Wolkewitz M, Vogeler M, Türp JC, Strub JR. Patient ratings of chewing ability from a randomised crossover trial: lingualised vs. first premolar/canine-guided occlusion for complete dentures. *Gerodontology*. 2007 Jun;24(2):77–86.
32. Nakatsuka Y, Yamashita S, Nimura H, Mizoue S, Tsuchiya S, Hashii K. Location of main occluding areas and masticatory ability in patients with reduced occlusal support. *Aust Dent J*. 2010 Mar;55(1):45–50.
33. Eberhard L, Schindler HJ, Hellmann D, Schmitter M, Rammelsberg P, Giannakopoulos NN. Comparison of particle-size distributions determined by optical scanning and by sieving in the assessment of masticatory performance. *J Oral Rehabil*. 2012 May;39(5):338–48.
34. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Chewing efficiency and state of dentition. A methodologic study. *Acta Odontol Scand*. 1978;36(1):33–41.
35. Lee H, Kim M, Chun Y-S. Comparison of occlusal contact areas of class I and class II molar relationships at finishing using three-dimensional digital models. *Korean J Orthod*. 2015 May;45(3):113–20.
36. Yurkstas A, Manly RS. Value of different test foods in estimating masticatory ability. *J Appl Physiol*. 1950 Jul;3(1):45–53.
37. Nam D-H, Lee D-W, Chung CJ, Kim K-H, Park K-H, Moon I-S. Change in masticatory ability with the implant restoration of second molars. *J Prosthet Dent*. 2014 Apr;111(4):286–92.
38. Jang S-Y, Kim M, Chun Y-S. Differences in molar relationships and occlusal contact areas evaluated from the buccal and lingual aspects using 3-dimensional digital models. *Korean J Orthod*. 2012 Aug;42(4):182–9.
39. Abduo J. Influence of Fixed Prosthodontic Treatment on Occlusal Contacts in Centric Occlusion: A Preliminary Study. *Br J Med Med Res*. 2014 Nov;5(12):1580–9.
40. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ: 25 years of Image Analysis. *Nat Methods*. 2012 Jul;9(7):671–5.
41. Sweeney S, Smith DK, Messersmith M. Comparison of 5 types of interocclusal recording materials on the accuracy of articulation of digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015 Aug 1;148(2):245–52.
42. Kimoto K, Ogawa T, Garrett NR, Toyoda M. Assessment of Masticatory Performance. *Prosthodont Res Pract*. 2004;3(1):33–45.
43. Hahn SM, Millstein PL, Kinnunen TH, Wright RF. The effect of impression volume and double-arch trays on the registration of maximum intercuspation. *J Prosthet Dent*. 2009 Dec;102(6):362–7.
44. Morgan GA, Leech NL, Gloeckner GW, Barrett KC. *SPSS for Introductory Statistics: Use and Interpretation, Second Edition*. Psychology Press; 2004. 251 p.
45. Maroco J. *Análise estatística com utilização do SPSS*. 2007.
46. Leech NL, Barrett KC, Morgan GA. *IBM SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation, Fifth Edition*. Routledge; 2014. 383 p.

47. Wilding RJC. The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. *Arch Oral Biol.* 1993 Jul 1;38(7):589–96.
48. Wilding RJ, Adams LP, Lewin A. Absence of association between a preferred chewing side and its area of functional occlusal contact in the human dentition. *Arch Oral Biol.* 1992;37(5):423–8.
49. Lepley CR, Throckmorton GS, Ceen RF, Buschang PH. Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* 2011 May;139(5):606–13.
50. Yurkstas A, Manly RS. Measurement of occlusal contact area effective in mastication. *Am J Orthod.* 1949 Mar 1;35(3):185–95.
51. Yoon H-R, Choi Y-J, Kim K-H, Chung C. Comparisons of occlusal force according to occlusal relationship, skeletal pattern, age and gender in Koreans. *Korean J Orthod.* 2010;40(5):304.

---

## **Apêndices**



## 7 – Apêndices

---



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Centro Regional das Beiras – Polo de Viseu

### DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

“Estudo da relação entre área de contacto oclusal e eficiência mastigatória”

O objetivo deste estudo será recolher dados relevantes ao desenvolvimento de uma Tese de Monografia, no âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa.

Este estudo não envolve procedimentos que não tenham sido descritos na prática clínica nem pretende testar novos produtos ou medicamentos.

Ao decidir participar pode efetuar todas as questões que achar necessárias para o seu esclarecimento ou facultar informações aos responsáveis do estudo em qualquer etapa do mesmo. Em qualquer momento poderá requerer informações sobre os resultados obtidos que lhe serão facultados se assim o desejar.

A participação neste estudo é totalmente voluntária, podendo retirar o seu consentimento informado da participação em qualquer etapa do estudo sem necessidade de facultar explicações aos seus responsáveis.

Todas as perguntas e eventuais dados fornecidos serão apenas utilizados pelos responsáveis do estudo.

A informação recolhida será tratada com a máxima confidencialidade, sendo o seu nome codificado e tendo apenas o investigador acesso a essa mesma informação.

A investigação tem como responsável o Prof. Doutor Helder José Martins Esteves.

Eu, \_\_\_\_\_ autorizo que os dados do meu processo sejam usados para este estudo e declaro que fui devidamente informado(a) e esclarecido(a).

Assino este documento de livre e espontânea vontade, estando ciente do seu conteúdo.

Viseu, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

\_\_\_\_\_  
Prof. Doutor Helder José Martins Esteves

\_\_\_\_\_  
Paciente

*Apêndice 1 – Consentimento informado assinado, por todos os elementos da população, previamente à recolha dos dados para o estudo*

Apêndice 2 - Tabela 16 - Testes da Normalidade - Shapiro-wilk

<b>Testes de Normalidade</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Área contato ImgJ	,129	20	,200*	,930	20	,157
Área contato Prog	,156	20	,200*	,925	20	,123
*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.						
a. Correlação de Significância de Lilliefors						

Apêndice 3 - Tabela 17 - Testes da Normalidade - Shapiro-wilk

<b>Testes de Normalidade</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Área contato Prog	,156	20	,200*	,925	20	,123
Área contato ImgJ	,129	20	,200*	,930	20	,157
número de partículas >5,6mm	,148	20	,200*	,829	20	,002
número de partículas >4,5mm	,144	20	,200*	,892	20	,030
número de partículas <0,25mm	,094	20	,200*	,978	20	,907
número de partículas <1,5mm	,107	20	,200*	,974	20	,829
*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.						
a. Correlação de Significância de Lilliefors						

Apêndice 4 - Tabela 18 - Teste de Levene indicativo de existência de homogeneidade das variâncias

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
número de partículas >4,5mm - progA	Variâncias iguais assumidas	3,346	,075	,855	38	,398	10,32050	12,06988	-14,11369	34,75469
	Variâncias iguais não assumidas			,855	35,949	,398	10,32050	12,06988	-14,15956	34,80056

Apêndice 5 - Tabela 19 - Teste de Levene indicativo de inexistência de homogeneidade das variâncias

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
número de partículas >5,6mm - progA	Variâncias iguais assumidas	9,576	,004	-1,273	38	,211	-14,17950	11,13815	-36,72750	8,36850
	Variâncias iguais não assumidas			-1,273	31,487	,212	-14,17950	11,13815	-36,88166	8,52266

Apêndice 6 - Tabela 20 - Teste de Levene indicativo de homogeneidade das variâncias

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
número de partículas >5,6mm - <i>ImageJ</i>	Variâncias iguais assumidas	3,528	,068	- ,511	38	,613	- 4,8600	9,51981	- 24,13186	14,41186
	Variâncias iguais não assumidas			- ,511	35,703	,613	- 4,8600	9,51981	- 24,17266	14,45266

Apêndice 7 - Tabela 21 - Teste de Levene indicativo de homogeneidade das variâncias

Teste de amostras independentes										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superior
número de partículas >4,5mm - <i>ImageJ</i>	Variâncias iguais assumidas	,384	,539	1,854	38	,072	19,6400	10,59484	- 1,80812	41,0882
	Variâncias iguais não assumidas			1,854	37,994	,072	19,6400	10,59484	- 1,80823	41,0883

Apêndice 8 - Tabela 22 - Correlação de Pearson entre os resultados da área de contacto oclusal entre o programa desenvolvido e o ImageJ

<b>Correlações</b>			
		Área contato ImgJ	Área contato Prog
Área contato ImgJ	Correlação de Pearson	1	,999**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	20	20
Área contato Prog	Correlação de Pearson	,999**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	20	20

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

Apêndice 9 - Tabela 23 - T teste e Teste de Levene

<b>Teste de amostras independentes</b>										
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilatera l)	Diferen ça média	Erro padrão da diferenç a	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
									Inferior	Superio r
Áreas dos dois programas	Variâncias iguais assumidas	,046	,831	,047	38	,963	,534	11,396	-22,536	23,604
	Variâncias iguais não assumidas			,047	37,9 65	,963	,534	11,396	-22,537	23,605



*Apêndice 8 - Figura 10 - Fotografias extraorais do indivíduo 20, em estudo*



*Apêndice 9 - Figura 11 - Ortopantomografia do caso descrito*



*Apêndice 10 - Figura 12 - Fotografias intraorais do indivíduo 20, em estudo*



*Apêndice 11 - Figura 13 - Fotografia dos modelos do indivíduo 20, em estudo*





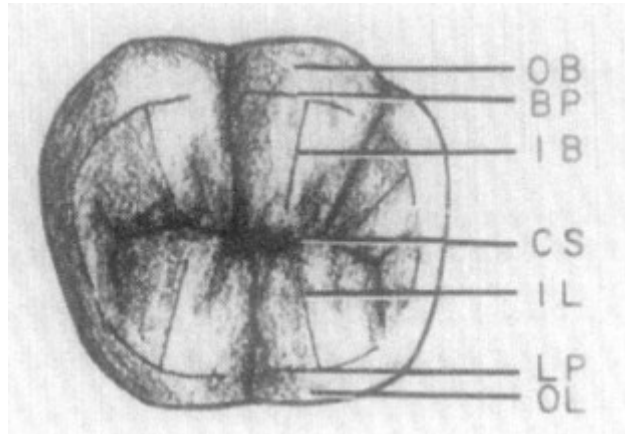
---

## **Anexos**

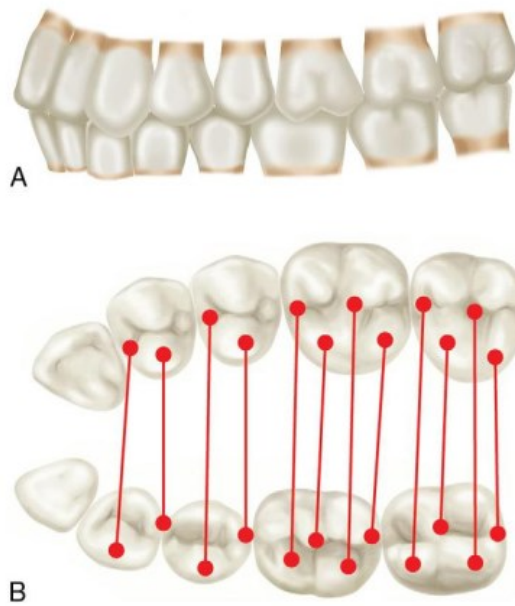


## 8 – Anexos

---



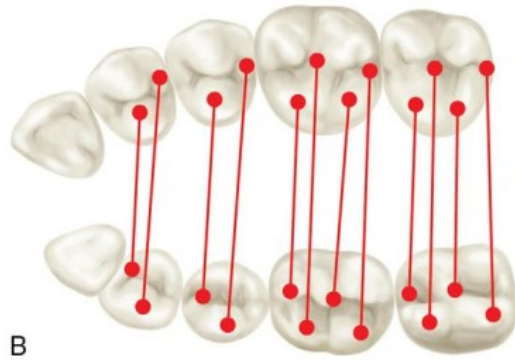
Anexo 1 - Figura 14 - Planos do contacto (1)



Anexo 2 - Figura 15 - Relação interarcada de uma relação molar de classe I (3)



A



B

Anexo 3 - Figura 16 - Relação interarcada de uma relação molar de classe II (3)

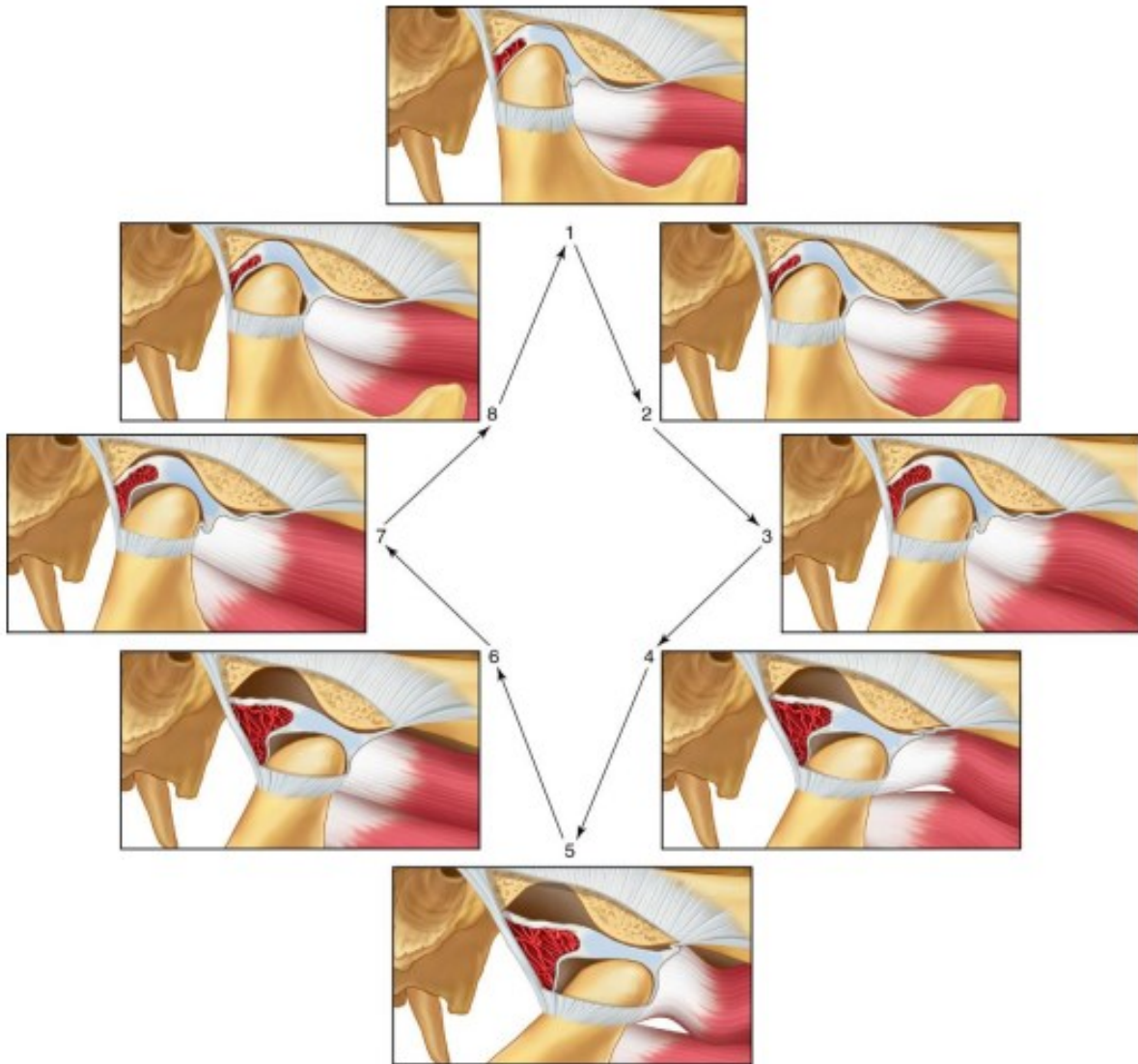


A

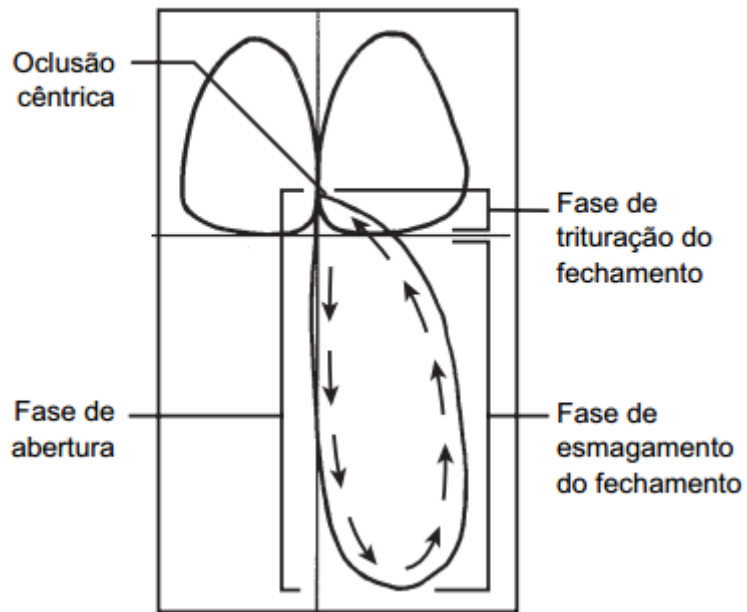


B

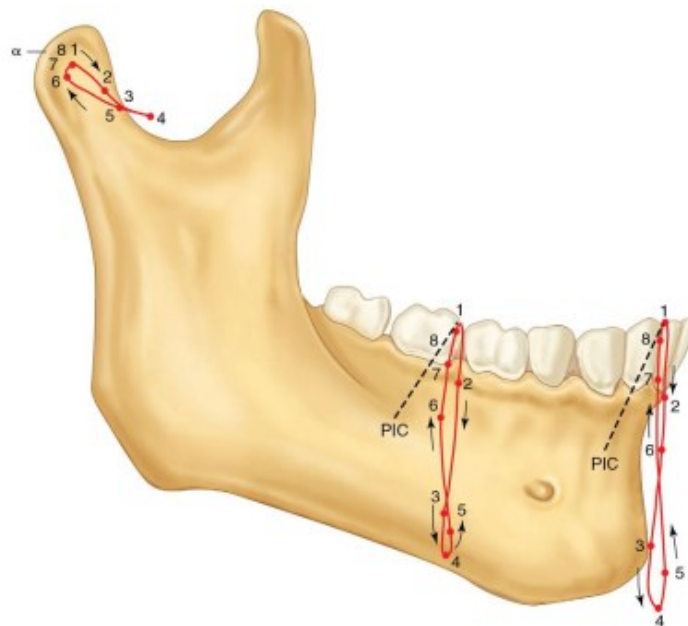
Anexo 4 - Figura 17 - Relação interarcada de uma relação molar de classe III (3)



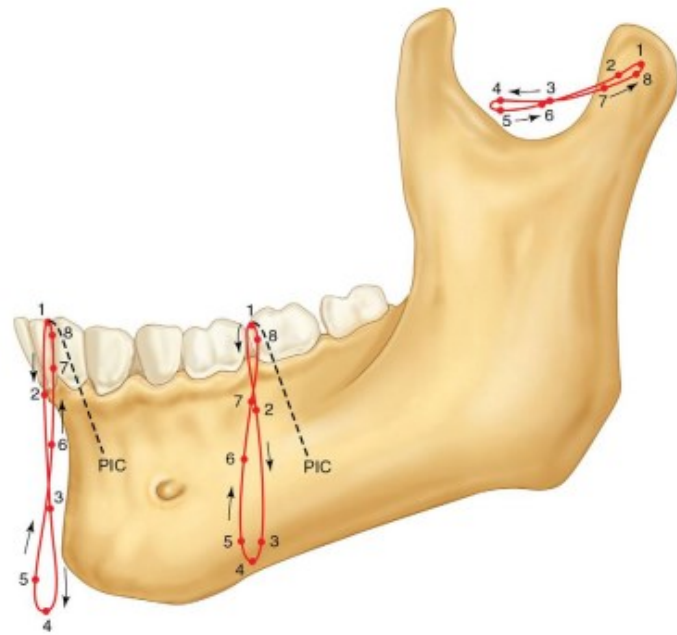
Anexo 5 - Figura 18 - Normal funcionamento do complexo côndilo disco (3)



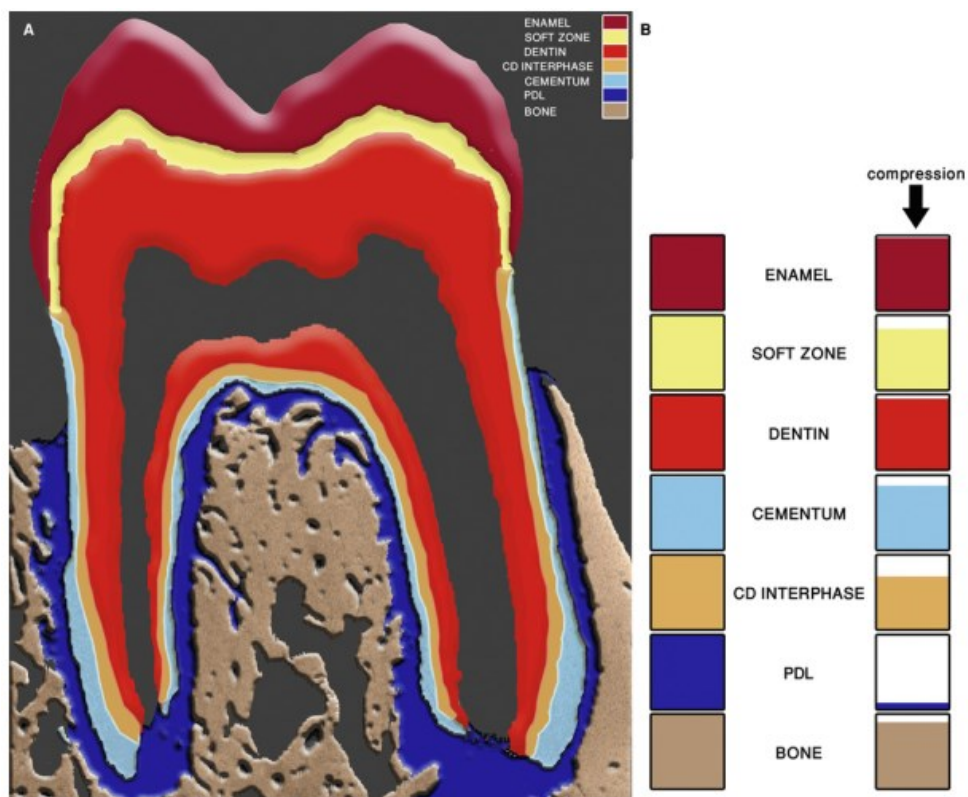
Anexo 6 - Figura 19 - Vista frontal das fases da mastigação (3)



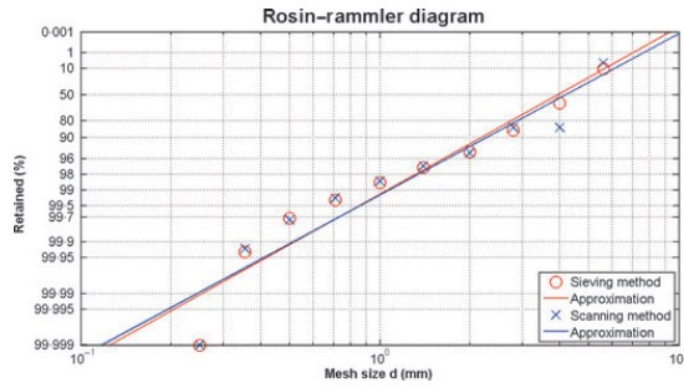
Anexo 7 - Figura 20 - Movimento mastigatório no plano sagital, do lado de trabalho, analisado a nível do primeiro molar, a nível incisal e condilar. (3)



Anexo 8 - Figura 21 - Movimento mastigatório no plano sagital, do lado de não trabalho, analisado a nível do primeiro molar, a nível incisal e condilar (3)



Anexo 9 - Figura 22 - Diferentes componentes do complexo dente-ligamento periodontal – osso. (4)



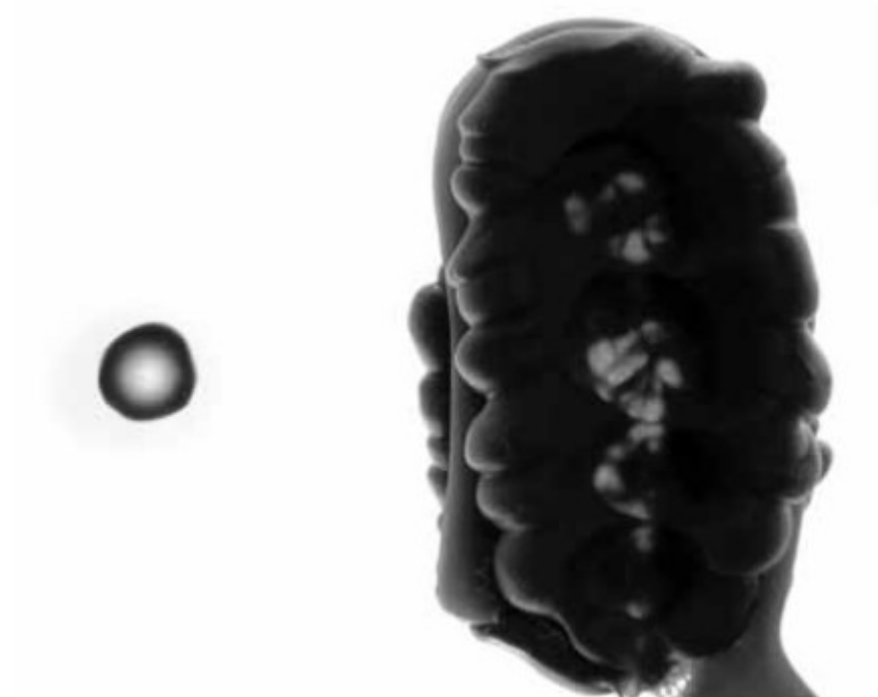
Anexo 10 - Figura 23 - Diagrama de Rosin-rammler, relacionando o método do scanner (azul) e o método das peneiras (vermelho) numa amostra de diferentes mastigações (33)



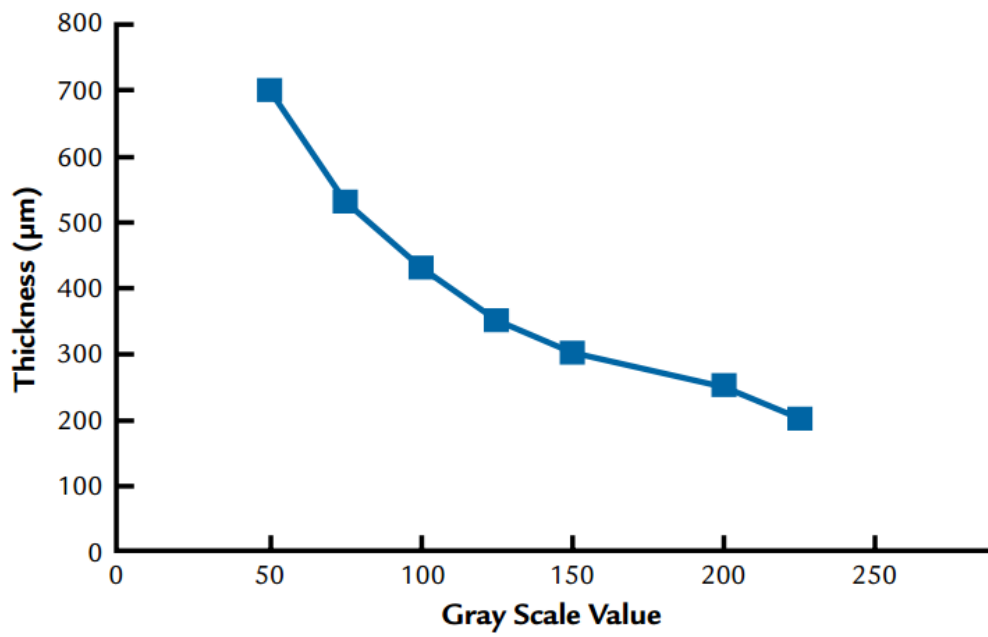
Anexo 11 - Figura 24 - Metodologia de obtenção dos registos oclusais com recurso a modelos articulados no estudo de Hahn et al. (43)



Anexo 12 - Figura 25 - Vários tipos de arcos de impressão testados por Hahn et al. Dentsply (na esquerda) Sultan (no meio) Premium 3 In 1 (na direita) (43)



Anexo 13 - Figura 26 - Fotos realizadas por Hahn et al. – Uso dos registos de silicone (direita) e do registo da esfera para calibração (esquerda)(43)



Anexo 14 - Figura 27 - Hahn et al. - Método de calibração da profundidade dos registos (43)

