

**U. PORTO**



FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

**Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Monografia de Investigação**

**Impressão 3D de Dentes de Treino Pré-Clínico  
Análise Crítica de Docentes e Estudantes de Medicina Dentária**

***3D Printing of Preclinical Training Teeth  
Analysis of Dentistry Professors and Students***

Diana Catarina Bessa Couto

Porto, 2022





FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

**Mestrado Integrado em Medicina Dentária**  
**Monografia de Investigação**

**Impressão 3D de Dentes de Treino Pré-Clínico**  
**Análise Crítica de Docentes e Estudantes de Medicina Dentária**

***3D Printing of Preclinical Training Teeth***  
***Analysis of Dentistry Professors and Students***

**Estudante**

**Nome:** Diana Catarina Bessa Couto

**Nº do aluno:** 201803401

**Correio eletrónico:** [up201803401@up.pt](mailto:up201803401@up.pt) / [dianacouto84@gmail.com](mailto:dianacouto84@gmail.com)

**Orientador**

**Nome:** João Carlos Antunes Sampaio Fernandes

**Grau académico:** Doutorado em Prótese Dentária e Oclusão pela Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

**Título Profissional:** Professor Catedrático da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

**Coorientador**

**Nome:** Paulo Jorge da Rocha Almeida

**Grau Académico:** Doutorado em Medicina Dentária pela Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

**Título Profissional:** Professor Auxiliar Convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Porto, 2022



## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor João Sampaio Fernandes, pelo carinho, trabalho e tranquilidade transmitida durante todo o processo.

Ao meu coorientador, Prof. Doutor Paulo Rocha Almeida, pela ajuda no desenho informático e na produção das amostras.

Ao Dr. Elton Dias, e à empresa EXAKTUS®, por permitirem a realização deste trabalho de investigação, pelos conselhos e pela oferta dos materiais e produção das amostras.

Ao Dr. Carlos Almeida, pela fundamental cooperação na análise estatística.

À Prof<sup>a</sup>. Doutora Paula Vaz pelo rigor científico na correção desta monografia.

À Prof<sup>a</sup>. Doutora Inês Corte-Real, pelo auxílio crucial no desenvolvimento desta monografia.

Aos meus pais, por toda ajuda e investimento desde o primeiro dia, garantindo a minha formação académica, mas, principalmente, o meu desenvolvimento pessoal.

Ao meu irmão, que sempre incentivou a minha evolução.

Ao meu afilhado Diogo. A toda a minha família.

À minha amiga de sempre, Mariana Moreira. Às amigas que a faculdade meu deu, Helena Brêa e Lia Pinto. Ao João.

A todos os Professores e Funcionários da FMDUP, que tão bem me acolheram neste percurso, e a todos os outros que por mim passaram durante toda a minha vida de estudante, e que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento enquanto pessoa.

A todos os que colaboraram comigo nesta investigação.

Muito obrigada!



## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1-** Dentes utilizados no estudo: Dente 1- KaVo®; Dente 2- NextDent®, cor pêssego; Dente 3- Asiga®, cor amêndoa; Dente 4- PMMA, cor A3. .... 27

## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1-** Descrição geral das respostas do Grupo II..... 32

**Tabela 2-** Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)..... 34

# ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1. Impressão 3D</b> .....	17
<b>1.2. Ficheiro STL (<i>Standard Tessellation Language</i>)</b> .....	18
<b>1.3. Técnicas de Impressão 3D</b> .....	18
1.3.1. Fotopolimerização em cuba.....	19
1.3.1.1. Estereolitografia.....	20
1.3.1.2. Processamento digital de luz.....	21
1.3.2. Jateamento de material .....	21
<b>1.4. Pós-tratamentos</b> .....	22
<b>1.5. Materiais de impressão 3D</b> .....	22
1.5.1. Hidrogéis.....	22
1.5.2. Resinas de fotopolímeros e materiais poliméricos termoplásticos	23
1.5.3. Cerâmica .....	23
1.5.4. Metais .....	24
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
<b>2.1. Amostra de dentes</b> .....	26
<b>2.2. Seleção da amostra dos estudantes e dos médicos dentistas</b> .....	27
<b>2.3. Condições experimentais</b> .....	27
<b>2.4. Tratamento estatístico</b> .....	28
<b>3. RESULTADOS</b> .....	30
<b>3.1. Caracterização da amostra</b> .....	31
3.1.1. Idade.....	31
3.1.2. Anos de prática clínica.....	31

3.2. Confiabilidade da amostra .....	31
<b>3.3. Análise dos resultados obtidos- Grupo II .....</b>	<b>31</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>53</b>
<b>7.1. Anexo 1 .....</b>	<b>54</b>
Questionário .....	54
<b>7.2. Anexo 2 .....</b>	<b>57</b>
Declaração da forma de divulgação do trabalho.....	57
<b>7.3. Anexo 3 .....</b>	<b>59</b>
Declaração de autoria.....	59
<b>7.4. Anexo 4 .....</b>	<b>61</b>
Parecer do Orientador / Coorientador.....	61

## RESUMO

**Introdução:** Os dentes de treino pré-clínico representam um investimento significativo para os estudantes de Medicina Dentária, condicionando a prática pré-clínica. Na última década, a evolução da impressão 3D e dos materiais de impressão foi significativa, e o fluxo de trabalho digital tem substituído os métodos convencionais nos consultórios médico-dentários. Apesar disto, a aplicação da impressão 3D na prática pré-clínica foi ainda pouco explorada.

**Objetivos:** Estudar a apreciação da preparação dentária realizada por médicos dentistas e estudantes finalistas em Medicina Dentária, em dentes de treino KaVo® (KaVo®, *Biberach an der Riss*, Alemanha) e em dentes obtidos por impressão 3D em diferentes materiais, utilizando brocas diamantadas e de tungsténio.

**Material e Métodos:** Digitalizou-se um dente KaVo®, converteu-se num ficheiro STL, produziram-se impressões 3D em diferentes resinas de fotopolímeros, em impressoras 3D estereolitográficas diferentes: dente 2 pela impressora NextDent® 5100 (NextDent®, *Soesterberg*, Países Baixos), utilizando resina NextDent® Model 2.0, cor pêssego; dente 3 pela Asiga® PRO 4K (Asiga®, *Sydney*, Austrália), na resina Asiga® DentaMODEL, cor amêndoa; dente 4 por fresagem, pela fresadora Aidite® AMD 500 (Aidite®, *Qinhuangdao*, Hebei, China), em polimetilmetacrilato, na cor A3 (EXAKTUS®, *Vila Nova de Gaia*, Portugal). Selecionaram-se, por sorteio, 15 estudantes finalistas do MI em Medicina Dentária da FMDUP, e 15 médicos dentistas da lista total dos docentes de Prostodontia Fixa e Removível e dos estudantes do Mestrado em Reabilitação Oral. Cada participante utilizou uma broca cilíndrica diamantada e uma broca cilíndrica de tungsténio; um dente KaVo®, os dentes 2 e 3, impressos, e o dente 4 fresado. Preparou paredes axiais em vestibular com broca diamantada, e em palatino com broca de tungsténio, e respondeu ao questionário. A análise estatística foi realizada com *software* SPSS (*SPSS for Windows*, versão 27, SPSS Inc., Chicago, EUA).

**Resultados:** Os participantes preferiram as cores dos dentes 2 (cor pêssego) e 3 (cor amêndoa) à do dente 1. Observaram-se diferenças estatisticamente

significativas entre estudantes e médicos dentistas relativamente à cor do dente 4, com os médicos dentistas a preferirem esta cor – A3. Para o mesmo dente, os estudantes consideraram a dureza adequada para a broca de tungsténio e os médicos dentistas o contrário ( $p=0,028$ ). Quanto à simulação da dentina, os médicos dentistas consideraram que o dente 3 simula a dentina para a broca diamantada ( $p=0,028$ ) e os estudantes não. Verificaram-se diferenças entre brocas, sendo o dente 2 o mais semelhante à dentina para a broca diamantada ( $p=0,001$ ), e não para a de tungsténio. Os dentes 2 a 4 foram classificados como bons substitutos do dente KaVo®, especialmente para a broca diamantada.

**Conclusões:** A experiência clínica dos participantes influencia a resposta a algumas questões; o dente de PMMA obtido por fresagem foi o mais controverso, causando divergências entre a opinião dos estudantes e médicos Dentistas; há uma tendência geral para melhores avaliações com a broca diamantada; nenhum dos dentes se assemelha ao esmalte e à dentina, sendo as respostas a estes parâmetros influenciadas pelas brocas utilizadas; os dentes 2 a 4 são considerados potenciais substitutos do dente de referência, sobretudo para a broca diamantada.

**Palavras-chave:** modelos dentários, dente artificial, educação dentária, impressão 3D, educação pré-clínica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Preclinical training teeth represent a significant investment for dental students, conditioning the preclinical practice. In the last decade, the evolution of 3D printing and impression materials has been significant, and digital workflow has replaced conventional methods in dental offices. Despite this, the application of 3D printing in preclinical practice has been little explored.

**Objectives:** To study the appreciation of dental preparation performed by dentists and dental students on KaVo® training teeth (KaVo®, Biberach an der Riss, Germany) and on teeth obtained by 3D printing on different materials using diamond and tungsten drills.

**Material and Methods:** A KaVo® tooth was scanned, converted to an STL file, 3D impressions were produced in different photopolymer resins on different stereolithography 3D printers: tooth 2 by NextDent® 5100 printer (NextDent®, Soesterberg, The Netherlands), using NextDent® Model 2. 0, peach color; tooth 3 by Asiga® PRO 4K (Asiga®, Sydney, Australia), in Asiga® DentaMODEL resin, almond color; tooth 4 by milling, by Aidite® AMD 500 milling machine (Aidite®, Qinhuangdao, Hebei, China), in polymethylmethacrylate, A3 color (EXAKTUS®, Vila Nova de Gaia, Portugal). Fifteen final year dental students of the FMDUP, and 15 dentists from the total list of Fixed and Removable Prosthodontics professors and Master in Oral Rehabilitation students were selected by lot. Each participant used a cylindrical diamond drill and a cylindrical tungsten drill; a KaVo® tooth, teeth 2 and 3, printed, and tooth 4 milled. He prepared axial walls in buccal with a diamond drill, and in palatal with a tungsten drill, and answered the questionnaire. Statistical analysis was performed with SPSS software (SPSS for Windows, version 27, SPSS Inc., Chicago, USA).

**Results:** Participants preferred the colors of teeth 2 (peach color) and 3 (almond color) to the color of tooth 1. Statistically significant differences were observed between students and dentists regarding the color of tooth 4, with dentists preferring this color - A3. For the same tooth the students considered the hardness adequate for the tungsten drill and the dentists the opposite ( $p=0.028$ ). As for dentin simulation, the dentists considered tooth 3 simulates dentin for the

diamond drill ( $p=0.028$ ) and the students did not. Differences were found between drills, with tooth 2 being the most similar to dentin for the diamond drill ( $p=0.001$ ), and not for the tungsten drill. Teeth 2 to 4 were rated as good substitutes for the KaVo® tooth, especially for the diamond drill.

**Conclusions:** The clinical experience of the participants influences the answers to some questions; the PMMA tooth obtained by milling was the most controversial, causing divergence between the opinions of dental students and dentists; there is a general tendency for better evaluations with the diamond drill; none of the teeth resembles enamel and dentin, and the answers to these parameters are influenced by the drills used; teeth 2 to 4 are considered good substitutes for the reference tooth, especially for the diamond drill.

**Keywords:** dental models, artificial tooth, dental education, 3D printing, preclinical education.

# **1. INTRODUÇÃO**

# 1. INTRODUÇÃO

Os dentes de treino pré-clínico representam, ao longo de todo o percurso acadêmico em Medicina Dentária, um grande investimento por parte dos estudantes. Muitas vezes, pelo seu custo significativo e rápida utilização, o treino pré-clínico fica aquém do pretendido.

Marcas de relevância científica, como a KaVo® (KaVo®, *Biberach an der Riss*, Alemanha), existente no mercado há mais de cem anos, monopolizam o fabrico de dentes de treino pré-clínico. Os seus modelos tentam simular a anatomia, a resistência, a cor e a aparência de um dente natural, procurando transmitir uma sensação o mais realista possível.(1)

Alguns estudos têm analisado o sucesso da impressão 3D de dentes artificiais e comprovado a melhoria das características anatómicas e a simplificação dos procedimentos clínicos em diversas áreas, permitindo, aos estudantes, trabalhar em simulações mais próximas do que poderão encontrar na cavidade oral, desde a simulação de canais radiculares reais para sua instrumentação e tratamento em endodontia, à produção de dentes com guias de cores para a confecção de preparações para coroas e facetas, simulação de tecidos cariados e cavidades, e até situações de trauma em odontopediatria.(2-6)

Com o desenvolvimento e acessibilidade dos sistemas de digitalização, desenho e impressão 3D, a impressão de dentes de treino pode ser uma alternativa aos modelos convencionais existentes no mercado.(7, 8) Pode até, caso se verifique uma boa relação qualidade-preço, merecer a análise das Faculdades de Medicina Dentária, para que sejam produzidos por estas, ou mesmo pelos estudantes.

Apesar de toda a evolução da impressão 3D em Medicina Dentária, esta foi ainda pouco explorada para aplicações no ensino pré-clínico, sendo a sua indicação para este fim raramente referida, bem como a dos respetivos materiais de impressão. Importa, pois, estudar os materiais de impressão do ponto de vista do utilizador, o que também não se encontra referido na literatura científica.

## 1.1. Impressão 3D

A impressão 3D, também conhecida como manufatura aditiva ou prototipagem rápida, permite a materialização de um ficheiro adquirido através de sistemas de obtenção de imagem e CAD (*Computer Aided Design*) num objeto físico, pela deposição de camadas, sem necessidade de moldes ou fresagem, através de sistemas CAM (*Computer Assisted Manufacturing*). (8-11)

A tecnologia de impressão 3D surgiu, pela primeira vez, pelas mãos de Charles Hull, no ano de 1986, que “patenteou a impressão por estereolitografia (SLA) e construiu e desenvolveu um sistema de impressão 3D”, evoluindo progressivamente desde então. (12)

Inicialmente, foi idealizada para a indústria de Construção Civil (Arquitetura e Engenharia Civil), rapidamente se estendendo a áreas como Engenharia Aeroespacial, Biologia, Química, Medicina e Medicina Dentária. (8, 13) Atualmente estas impressoras 3D, para além de existirem em laboratórios dentários, estão cada vez mais presentes nos consultórios de Medicina Dentária, como parte integrante dos Sistemas *Chairside*, e são especialmente utilizadas para confecção de guias cirúrgicas, pontes, coroas e facetas em Prótese Fixa. A evolução desta tecnologia de impressão, sobretudo nos últimos 10 anos, tem proporcionado a individualização de cada caso, permitindo o tratamento de cada paciente como único, e a produção de trabalhos mais precisos e económicos, poupando recursos e tempo, quer aos profissionais, quer aos pacientes, e minimizando o erro com o aumentando a precisão e previsibilidade. (11, 14-16)

Pode ser obtida através de diferentes técnicas, sendo algumas delas o jateamento de material (MJ) e aglutinante (impressão 3D a jato de tinta e aerossol), a fusão em leito de pó, extrusão, laminação de folhas, fotopolimerização em cuba (estereolitografia - SLA - e processamento digital de luz - DLP) e bio impressão 3D. (8-10) Cada uma destas técnicas confere características e precisão específicas ao objeto final obtido, sendo a impressão por estereolitografia a mais vantajosa em Medicina Dentária, por permitir alta resolução e qualidade, apesar do seu custo ainda significativo. Este custo pode ser atenuado com a escolha do material de impressão. (8, 15, 16)

## **1.2. Ficheiro STL (*Standard Tessellation Language*)**

A evolução das tecnologias digitais na Medicina Dentária permitiu aumentar a precisão, eficácia e rapidez nos procedimentos, comparativamente às técnicas analógicas. Por estes motivos, são cada vez mais usadas, especialmente na fase de planeamento do tratamento.(11) Estas tecnologias podem ser utilizadas de forma independente, num fluxo de trabalho exclusivamente digital até à obtenção da impressão, ou podem ser incorporadas em várias fases do processo, em combinação com os métodos tradicionais. O processamento completamente digital inicia-se com a obtenção da imagem através de *scanners* óticos intraorais (IOS) ou por imagens de tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT). Como alternativa, recorrendo também aos métodos tradicionais, os modelos do paciente podem ser digitalizados por *scanners* extraorais (EOS). (11)

Assim que obtido e editado o arquivo CAD do objeto a imprimir, este deve ser convertido num ficheiro STL, que lhe confere uma linguagem padrão universal para as tecnologias de manufatura aditiva, e que pode, posteriormente, ser trabalhado em programas de modelação 3D compatíveis com a impressora a utilizar, até à obtenção do resultado pretendido pelo Médico Dentista. Estes *software* procedem ao corte do desenho 3D em várias fatias 2D, que representam a construção de cada camada. Logo que finalizado, o ficheiro é passível de ser impresso por uma impressora 3D compatível.(9, 10, 14)

## **1.3. Técnicas de Impressão 3D**

Tal como referido anteriormente, são várias as técnicas de manufatura aditiva: o jateamento de material e aglutinante (impressão 3D a jato de tinta e aerossol), a fusão em leito de pó, extrusão, laminação de folhas, fotopolimerização em cuba (SLA e DLP) e bio impressão 3D são algumas delas.

Estas técnicas podem ser agrupadas tendo em conta os materiais que processam. Algumas delas criam objetos através de material em pó, depositando um agente aglutinante nas camadas de pó (jato de aglutinante), ou sintetizando e fundindo seletivamente através de energia térmica de LASER ou feixe de eletrões (fusão em leito de pó). Outras utilizam materiais sólidos derretidos

seletivamente em cada camada até à formação do objeto (extrusão de material), ou colam folhas de material (laminação de folhas). Algumas utilizam ainda materiais líquidos depositados e curados localmente (jato de material) ou em cubas, onde o polímero líquido é curado de forma seletiva por polimerização por luz ativada (fotopolimerização em cuba). (8-10, 12)

Cada uma destas tecnologias confere características e precisão específicas ao objeto final. Em Medicina Dentária, os métodos de impressão 3D mais utilizados são os de fotopolimerização em cuba, e ainda o jato de material.(9, 11, 14)

As impressoras 3D formam o objeto a partir da sua plataforma de construção podendo, dependendo da impressora, recorrer a vários materiais.

### **1.3.1. Fotopolimerização em cuba**

Das técnicas de manufatura aditiva referidas anteriormente, a fotopolimerização em cuba é a que permite a maior precisão e complexidade do objeto final. Esta técnica inclui a estereolitografia e o processamento digital de luz. Ambos solidificam o objeto desenhado através da polimerização de um material líquido.(10)

As máquinas utilizadas para estas técnicas criam o objeto em cima de uma plataforma, e têm a capacidade de o produzir em vários materiais, necessitando de procedimentos de finalização para garantir uma correta cura e ausência de imperfeições.(14)

Para além das diferenças entre estas técnicas, o material de impressão, a impressora, e até mesmo os *scanners* utilizados na obtenção da imagem e os *software* de preparação, vão garantir ao produto final diferenças nas características, na qualidade e precisão.(14)

### **1.3.1.1. Estereolitografia**

A SLA utiliza um feixe de LASER, de luz ultravioleta, para delinear a superfície de cada camada e iniciar uma reação na camada de resina ou na solução de monómero.(8-10) Os monómeros, à base de acrílico ou epóxi, são ativados pela luz ultravioleta, convertendo-se em cadeias de polímeros. A viscosidade do material utilizado desempenha um papel importante no resultado final da impressão, sendo muitas vezes controlada por acrescento de aditivos ou solventes não reativos.(9)

Após a polimerização, parte da camada de resina está solidificada e adere às camadas seguintes, e parte da resina não reagiu, sendo retirada após o término da impressão.(8) A estereolitografia necessita assim, ao contrário da produção por processamento digital de luz, de um pós-tratamento, pois o LASER trabalha essencialmente na parte mais externa e contorno de cada camada, fazendo uma cura leve, de maneira a reduzir o tempo de construção, o que resulta na permanência de alguma resina não polimerizada no interior do objeto, que apenas é curada no pós-tratamento, com recurso a uma lâmpada de luz ultravioleta ou em forno, por cura térmica.(10)

A construção de um objeto por SLA pode ser feita de duas formas, descendente ou ascendente. No processo descendente, a plataforma base da construção desce e mergulha na cuba de resina com o avanço do procedimento. Após a cura da primeira camada a plataforma desce na mesma espessura da camada, e mergulha no tanque, sendo as restantes camadas curadas sobre essa. No caso do processo ascendente, o objeto forma-se ligado à plataforma, e vai subindo cada vez que uma nova camada se finaliza.(12, 14) Este procedimento permite uma espessura de camada menor, melhor resolução, menor desperdício de material e mais fácil coordenação com trabalhos de pintura ou refinamento, pelo facto de a peça não estar totalmente imersa na cuba.(10, 14) Para além disso, acarreta menos riscos de lesão do operador, uma vez que o LASER se localiza na parte inferior. Por tudo isto, a maioria das impressoras estereolitográficas funciona com este método.(12)

A estereolitografia permite a impressão de objetos com elevada precisão, resolução e qualidade, mas pode apresentar custos elevados devido aos

materiais de impressão e à demora do procedimento, sendo por isso mais adequada para pequenos objetos.(8-10)

### **1.3.1.2. Processamento digital de luz**

O DLP, outra forma de polimerização em cuba, utiliza um conjunto de micro espelhos para projetar a luz, proveniente da fonte de luz, e polimerizar em simultâneo uma camada inteira num intervalo de segundos, o que lhe confere mais rapidez, mas também menor precisão.(10, 12)

Esta técnica, ao contrário da estereolitografia, não necessita de tratamento após a impressão, pois polimeriza toda a camada de uma só vez, sem diferença entre o contorno e o centro da camada, o que elimina a necessidade de pós-tratamento.(10, 12)

### **1.3.2. Jateamento de material**

O MJ, método de impressão 3D mais recente do que os anteriores, e nos últimos anos comumente utilizado em Medicina Dentária, assemelha-se às impressoras de tinta e consiste na deposição de gotas ou jatos de material fotopolimérico ou termoplástico, curado camada a camada por luz ultravioleta, sem necessidade de pós cura.(9, 12, 14) Estas impressoras têm demonstrado precisão igual às impressoras por SLA, e permitem a impressão em vários materiais simultâneos (pasta de zircónia, materiais termoplásticos, resinas e cerâmicas) numa mesma impressão, podendo variar em cores e propriedades, o que lhes permite responder à elevada exigência estética em Medicina Dentária.(12, 14) No entanto, apesar das significativas vantagens desta técnica, o facto destas impressoras serem demasiado grandes e de utilizarem vários materiais simultâneos, dificulta a produção de produtos diferentes e implica maiores custos. Futuramente, com o avanço nas descobertas de novos materiais, esta poderá ser a técnica predominante.

## **1.4. Pós-tratamentos**

Algumas das técnicas de impressão 3D relevantes em Medicina Dentária, já referidas anteriormente, necessitam de completar a cura pós-impressão, para que ocorra a completa solidificação dos objetos e aquisição da resistência e restantes propriedades necessárias.

Primeiramente, esta sequência de processos inicia-se pela lavagem do objeto, usualmente por imersão em álcool isopropílico ou acetona, ou por outro solvente orgânico. Segue-se o processo de secagem, que pode ocorrer apenas pela exposição do objeto ao ar ou submetendo-o a vácuo, e a temperaturas e tempo de secagem que podem ser elevados, dependendo do objeto, do material utilizado e do objetivo final pretendido. Segue-se a fase de cura, que pode demorar de 30 minutos a duas horas, dependendo do material utilizado, e que consiste na exposição do objeto a radiação ultravioleta para garantir a polimerização completa do material não polimerizado durante a impressão, e que tornará o objeto completamente sólido.(10) Uma alternativa à cura por fotopolimerização é a cura em forno a altas temperaturas, por cura térmica, no entanto não tão utilizada e prática em Medicina Dentária.

## **1.5. Materiais de impressão 3D**

Dependendo da técnica de impressão e da impressora utilizada, são vários os materiais de impressão 3D disponíveis, como nanomateriais, ligas metálicas, resinas, cerâmica e betão (bastante usado em Engenharia), sendo que a utilização destes materiais é condicionada pelo método de impressão eleito. (8, 15, 16) Na área da Medicina Dentária, os materiais utilizados passam por hidrogéis, resinas de fotopolímeros e materiais termoplásticos, cerâmicas e metais.(11)

### **1.5.1. Hidrogéis**

Os hidrogéis são mais utilizados na impressão 3D a jato de tinta. São polímeros com elevada porosidade e hidrofília, o que leva à retenção de água.

Assim, assemelham-se à matriz extracelular, e apresentam biocompatibilidade. São caracteristicamente elásticos e viscosos, sendo esta fluidez e viscosidade essenciais para a sua ejeção e formação de camadas. Podem ser expostos à luz ou feita a estimulação do pH e pode ser-lhes adicionado iões, sendo que a implementação destas técnicas torna melhores e mais viáveis as suas características químicas, biológicas e mecânicas. Estes polímeros podem ser derivados de compostos naturais ou produzidos de forma sintética, que por sua vez têm características mecânicas melhores, e por isso são mais usados para impressão 3D.(11)

### **1.5.2. Resinas de fotopolímeros e materiais poliméricos termoplásticos**

As resinas de polímeros são o material mais utilizado na impressão 3D em Medicina Dentária, principalmente na impressão por estereolitografia. Estas permitem o fabrico de pontes, coroas, implantes, e várias outras estruturas, e necessitam de passar pelo processo de fotopolimerização, para que se transformem num objeto sólido, com a dureza e resistência necessárias, daí serem chamadas de resinas de fotopolímeros.

Os polímeros termoplásticos são outro tipo de polímeros também muito utilizados na manufatura aditiva, estes na forma de filamentos, aquecidos continuamente, à medida que são depositados. Alguns são biocompatíveis, sendo considerados apropriados a permanecerem na cavidade oral, como o ácido polilático (PLA), a acrilonitrila butadieno estireno (ABS), o polipropileno (PP) e o polietileno (PE). Posteriormente a estes, começaram a ser usados na impressão 3D polímeros termoplásticos de mais altas temperaturas de fusão como o PEEK (polieteretercetona) e o PMMA (polimetilmetacrilato), notando-se uma evolução destes materiais poliméricos.(11)

### **1.5.3. Cerâmica**

A cerâmica é bastante utilizada na impressão 3D em Medicina Dentária, particularmente para a confeção de próteses, podendo ser utilizada como

material de impressão quer na SLA como na SLS (sintetização seletiva de LASER), onde o objeto se forma a partir de pó cerâmico ou de cerâmicas pré-sintetizadas. No entanto, a impressão por SLS através deste pó pode resultar em estruturas porosas, e para além disso, produz degraus na sua superfície, pelo que a sua utilização é limitada.(11)

#### 1.5.4. Metais

Os metais são também utilizados na fabricação aditiva em Medicina Dentária, principalmente o titânio e o cromo-cobalto, pela técnica de fusão em leito de pó (PBF).(8, 11) As ligas de níquel deixaram de ser utilizadas pelas suas reações alérgicas na cavidade oral. Estes materiais são essencialmente utilizados para o fabrico de próteses, e apresentam bons resultados, por terem níveis favoráveis de força e ductilidade, especialmente as ligas de titânio. No entanto, apesar de o titânio apresentar melhores resultados, o seu elevado custo beneficia a utilização das ligas de cromo-cobalto, que têm boa estabilidade e resistência a cargas, o que as faz preferenciais na confeção de próteses, e as torna um material promissor para a impressão 3D em Medicina Dentária.(11)

São vários os materiais de impressão 3D, que juntamente com a variabilidade de métodos de impressão e impressoras, podem significar uma grande disparidade de resultados, pelo que são necessários mais estudos para avaliar o comportamento dos materiais, o processo do fabrico, e a sua estabilidade a longo prazo. Tendo em conta o que acima foi referido, para a obtenção de um dente de treino, tratando-se de um objeto de pequenas dimensões e com necessidade de precisão de pormenores e de dureza, parece-nos que o método de impressão mais adequado é a estereolitografia, e que o material de impressão de características adequadas é a resina de fotopolímeros.

Esta investigação tem como **objetivos** estudar a apreciação da preparação dentária realizada por Médicos Dentistas com prática clínica e pré-clínica e por Estudantes finalistas em Medicina Dentária, em dentes de treino KaVo® e em dentes obtidos por impressão 3D em diferentes materiais, utilizando instrumentos de corte diamantados e de tungsténio.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Amostra de dentes

Numa primeira fase, um dente da marca KaVo® (KaVo®, *Biberach an der Riss*, Alemanha), pré-molar superior direito, dente 14, foi digitalizado, utilizando o *scanner* MEDIT T500 (MEDIT®, *Seongbuk-gu*, Coreia do Sul), preparado e convertido num ficheiro STL.

À semelhança do ficheiro obtido, foram produzidas impressões 3D em diferentes resinas de fotopolímeros, recorrendo também a impressoras 3D estereolitográficas de diferentes marcas.

O dente designado por **dente 2** foi produzido pela impressora NextDent® 5100 (NextDent®, *Soesterberg*, Países Baixos), utilizando como resina a NextDent® Model 2.0 (NextDent®, *Soesterberg*, Países Baixos), na cor pêssego (**Figura 1**). Seguiu-se o tratamento pós-impressão: lavagem com etanol (>90%) durante 3 minutos. Limpeza durante 2 minutos repouso por 10 minutos. Colocação na caixa de cura UV, a NextDent LC-3DPrint Box (unidade pós-cura), durante 10 minutos, a 60°C.

Para a produção do **dente 3**, o ficheiro STL foi trabalhado no *software Composer (version 1.10.5)*, compatível com a impressora utilizada, a Asiga® PRO 4K (Asiga®, *Sydney*, Austrália). O material de impressão foi a resina Asiga® DentaMODEL (Asiga®, *Sydney*, Austrália), na cor amêndoa (**Figura 1**). Após impressão o dente foi lavado com álcool isopropílico a 99,9% durante 10 minutos, seguindo-se o processo de pós-cura, cerca de 30 minutos de fotopolimerização no Asiga® Flash (Asiga®, *Sydney*, Austrália).

Para comparação, utilizou-se um dente obtido por fresagem (**dente 4**) através da fresadora Aidite® AMD 500 (Aidite®, *Qinhuangdao*, Hebei, China), sendo o material polimetilmetacrilato (PMMA), na cor A3 (**Figura 1**), da EXAKTUS® (EXAKTUS®, Vila Nova de Gaia, Portugal).



**Figura 1-** Dentes utilizados no estudo: Dente 1- KaVo®; Dente 2- NextDent®, cor pêssego; Dente 3- Asiga®, cor amêndoa; Dente 4- PMMA, cor A3.

## **2.2. Seleção da amostra dos estudantes e dos médicos dentistas**

Os critérios definidos para inclusão na amostra (15 estudantes finalistas e 15 docentes e estudantes de Mestrado, todos da FMDUP) foram os seguintes:

- A seleção da amostra foi feita de forma aleatória;
- Da lista total dos estudantes finalistas da FMDUP foram sorteados 15;
- Da lista total dos docentes de Prosthodontia Fixa e Removível da FMDUP e dos estudantes do Mestrado em Reabilitação Oral da FMDUP foram sorteados 15 (grupo de médicos dentistas);
- Todos os selecionados cumpriram os critérios de inclusão (**perguntas 3** - Teve prática pré-clínica como estudante em dentes da Frasaco®, KaVo® ou similar? - e **4** - Aceita participar voluntariamente e de forma informada neste estudo? - do Grupo I do questionário em **Anexo 1**), não havendo participantes excluídos.

## **2.3. Condições experimentais**

Para a realização da experiência foram garantidas as mesmas condições práticas a todos os participantes, a mesma turbina e respetivo acoplador associados aos equipamentos da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, bem como brocas novas, uma broca cilíndrica diamantada de grão médio/vermelho (KOMET® ref. ISO 806 314 141514 014,

Komet®, Alemanha) e uma broca cilíndrica de tungstênio (KOMET® ref. ISO 500 314 158072 012, Komet®, Alemanha).

A cada participante foram distribuídos um dente da marca KaVo®, e os dentes obtidos por impressão 3D resultantes do processo de seleção anterior, sempre da mesma forma sequencial e não identificada, numerados por material (dente 1 identificado como KaVo®, seguido do dente 2, dente 3 e dente 4).

Cada participante teve de preparar paredes axiais, na superfície vestibular com a broca diamantada, e palatina com a broca de tungstênio, dos dentes de treino fornecidos.

Terminadas as preparações os participantes responderam às perguntas do Grupo II do questionário (**Anexo 1**), que permitiu recolher a opinião dos participantes quanto às semelhanças e divergências encontradas nos diferentes dentes, quanto à qualidade dos modelos impressos comparativamente com a marca utilizada como referência, bem como se consideram que estes podem trazer melhorias à prática pré-clínica, avaliando assim a utilidade da sua produção. O anonimato dos dados recolhidos foi garantido.

## **2.4. Tratamento estatístico**

Realizou-se o tratamento descritivo base dos dados, com recurso a tabelas, tabulação cruzada e gráficos e ao cálculo de dados base estatísticos. A consistência interna do questionário foi calculada com recurso ao  $\alpha$  de *Cronbach's*.

A normalidade da distribuição foi verificada com recurso aos testes estatísticos *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*. A *homocedasticidade* da distribuição foi avaliada pelo Teste de *Levene*.

Para a comparação das tabulações cruzadas entre os grupos amostrais e as questões relevantes foi realizado o teste do qui-quadrado de *Pearson* com respetiva avaliação do V de *Cramer*. Análise da distribuição gráfica foi realizada. Para comparar as diferentes aplicações entre grupos amostrais (tipo de dente e broca utilizada) foi realizado o teste *t-Student* para amostras emparelhadas.

Toda a análise estatística foi realizada com recurso ao software SPSS (*SPSS for Windows*, versão 27, SPSS Inc., Chicago, EUA). Para todos os testes usou-se  $\alpha=0,05$  e consideraram-se estatisticamente significativos *p-values* iguais ou inferiores a 0,05 ( $p \leq 0.05$ ).

## **3. RESULTADOS**

## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Caracterização da amostra**

A amostra foi de 30 elementos, 15 dos quais estudantes finalistas do MIMD da FMDUP e os restantes 15 elementos médicos dentistas, sejam docentes de Prosthodontia Fixa e Removível da FMDUP ou estudantes do Mestrado em Reabilitação Oral da FMDUP. Todos os inquiridos cumpriram os critérios de inclusão, não havendo participantes excluídos.

#### **3.1.1. Idade**

A idade média do total da amostra foi de  $32,5 \pm 11,9$  anos, sendo a idade média dos estudantes de  $25,3 \pm 3,1$  anos, e a dos médicos dentistas de  $39,8 \pm 13,0$  anos.

#### **3.1.2. Anos de prática clínica**

Dos 15 médicos dentistas, a média de idade de prática clínica foi de  $15,3 \pm 12,8$  anos, estando o intervalo de idade entre os 3 e os 41 anos de experiência.

### **3.2. Confiabilidade da amostra**

Calculou-se o valor alfa de *Cronbach* para aferir a confiabilidade da amostra, sendo esse de 0,647 ou 64,7%, podendo, por isso, afirmar-se a consistência interna do questionário.(2, 3, 17)

### **3.3. Análise dos resultados obtidos- Grupo II**

Recorrendo à estatística descritiva, elaborou-se a seguinte tabela com as frequências absoluta e relativa (%) do total das respostas (**Tabela 1**).

Tabela 1- Descrição geral das respostas do Grupo II

Tabela 1. Descrição geral das respostas do Grupo II				
Perguntas		Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
<b>1. O material permite uma definição precisa da superfície e dos limites da preparação.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	25 (83,3)	0 (0,0)	5 (16,7)
Dente 1 P(t)	n (%)	10 (33,3)	3 (10,0)	17 (56,7)
Dente 2 V(d)	n (%)	29 (96,7)	0 (0,0)	1 (3,3)
Dente 2 P(t)	n (%)	17 (56,7)	4 (13,3)	9 (30,0)
Dente 3 V(d)	n (%)	24 (80,0)	1 (3,3)	5 (16,7)
Dente 3 P(t)	n (%)	21 (70,0)	4 (13,3)	5 (16,7)
Dente 4 V(d)	n (%)	24 (80,0)	1 (3,3)	5 (16,7)
Dente 4 P(t)	n (%)	18 (60,0)	4 (13,3)	8 (26,7)
<b>2. O material adere à broca e dificulta a preparação.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	5 (16,7)	1 (3,3)	24 (80,0)
Dente 1 P(t)	n (%)	4 (13,3)	0 (0,0)	26 (86,7)
Dente 2 V(d)	n (%)	4 (13,3)	3 (10,0)	23 (76,7)
Dente 2 P(t)	n (%)	3 (10,0)	1 (3,3)	26 (86,7)
Dente 3 V(d)	n (%)	3 (10,0)	3 (10,0)	24 (80,0)
Dente 3 P(t)	n (%)	5 (16,7)	1 (3,3)	24 (80,0)
Dente 4 V(d)	n (%)	6 (20,0)	1 (3,3)	23 (76,7)
Dente 4 P(t)	n (%)	4 (13,3)	0 (0,0)	26 (86,7)
<b>3. O material adere à superfície do dente e dificulta a preparação.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	3 (10,0)	2 (6,7)	25 (83,3)
Dente 1 P(t)	n (%)	3 (10,0)	0 (0,0)	27 (90,0)
Dente 2 V(d)	n (%)	4 (13,3)	3 (10,0)	23 (76,7)
Dente 2 P(t)	n (%)	3 (10,0)	1 (3,3)	26 (86,7)
Dente 3 V(d)	n (%)	4 (13,3)	2 (6,7)	24 (80,0)
Dente 3 P(t)	n (%)	4 (13,3)	1 (3,3)	25 (83,3)
Dente 4 V(d)	n (%)	2 (6,7)	2 (6,7)	26 (86,7)
Dente 4 P(t)	n (%)	4 (13,3)	0 (0,0)	26 (86,7)
<b>4. A quantidade de dente removido é semelhante ao dente KaVo®.</b>				
Dente 2 V(d)	n (%)	10 (33,3)	1 (3,3)	19 (63,3)
Dente 2 P(t)	n (%)	8 (26,7)	1 (3,3)	21 (70,0)
Dente 3 V(d)	n (%)	13 (43,4)	2 (6,7)	15 (50,0)
Dente 3 P(t)	n (%)	6 (20,0)	2 (6,7)	22 (73,3)
Dente 4 V(d)	n (%)	15 (50,0)	3 (10,0)	12 (40,0)
Dente 4 P(t)	n (%)	11 (36,7)	3 (10,0)	16 (53,3)
<b>5. O controlo do desgaste é fácil.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	24 (80,0)	3 (10,0)	3 (10,0)
Dente 1 P(t)	n (%)	12 (40,0)	2 (6,7)	16 (53,3)
Dente 2 V(d)	n (%)	25 (83,3)	2 (6,7)	3 (10,0)
Dente 2 P(t)	n (%)	20 (66,7)	1 (3,3)	9 (30,0)
Dente 3 V(d)	n (%)	24 (80,0)	3 (10,0)	3 (10,0)
Dente 3 P(t)	n (%)	16 (53,3)	5 (16,7)	9 (30,0)
Dente 4 V(d)	n (%)	23 (76,7)	2 (6,7)	5 (16,7)
Dente 4 P(t)	n (%)	18 (60,0)	3 (10,0)	9 (30,0)

Tabela 1. Descrição geral das respostas do Grupo II				
Perguntas		Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
<b>6. A cor do dente permite ver facilmente pormenores.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	15 (50,0)	7 (23,3)	8 (26,7)
Dente 1 P(t)	n (%)	15 (50,0)	5 (16,7)	10 (33,3)
Dente 2 V(d)	n (%)	21 (70,0)	2 (6,7)	7 (23,3)
Dente 2 P(t)	n (%)	23 (76,7)	2 (6,7)	5 (16,7)
Dente 3 V(d)	n (%)	24 (80,0)	3 (10,0)	3 (10,0)
Dente 3 P(t)	n (%)	24 (80,0)	3 (10,0)	3 (10,0)
Dente 4 V(d)	n (%)	14 (46,7)	3 (10,0)	13 (43,3)
Dente 4 P(t)	n (%)	15 (50,0)	2 (6,7)	13 (43,3)
<b>7. A dureza do dente é adequada e facilita a realização de um correto desgaste.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	25 (83,3)	2 (6,7)	3 (10,0)
Dente 1 P(t)	n (%)	16 (53,3)	1 (3,3)	13 (43,3)
Dente 2 V(d)	n (%)	21 (70,0)	3 (10,0)	6 (20,0)
Dente 2 P(t)	n (%)	19 (63,3)	3 (10,0)	8 (26,7)
Dente 3 V(d)	n (%)	23 (76,7)	4 (13,3)	3 (10,0)
Dente 3 P(t)	n (%)	18 (60,0)	3 (10,0)	9 (30,0)
Dente 4 V(d)	n (%)	17 (56,7)	5 (16,7)	8 (26,7)
Dente 4 P(t)	n (%)	13 (43,3)	5 (16,7)	12 (40,0)
<b>8. A textura da superfície da preparação simula o esmalte.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	13 (43,3)	5 (16,7)	12 (40,0)
Dente 1 P(t)	n (%)	17 (56,7)	3 (10,0)	10 (33,3)
Dente 2 V(d)	n (%)	6 (20,0)	4 (13,3)	20 (66,7)
Dente 2 P(t)	n (%)	9 (30,0)	4 (13,3)	17 (56,7)
Dente 3 V(d)	n (%)	8 (26,7)	6 (20,0)	16 (53,3)
Dente 3 P(t)	n (%)	5 (16,7)	6 (20,0)	19 (63,3)
Dente 4 V(d)	n (%)	12 (40,0)	2 (6,7)	16 (53,3)
Dente 4 P(t)	n (%)	13 (43,3)	1 (3,3)	16 (53,3)
<b>9. A textura da superfície da preparação simula a dentina.</b>				
Dente 1 V(d)	n (%)	6 (20,0)	2 (6,7)	22 (73,3)
Dente 1 P(t)	n (%)	4 (13,3)	2 (6,7)	24 (80,0)
Dente 2 V(d)	n (%)	18 (60,0)	4 (13,3)	8 (26,7)
Dente 2 P(t)	n (%)	9 (30,0)	5 (16,7)	16 (53,3)
Dente 3 V(d)	n (%)	12 (40,0)	5 (16,7)	13 (43,3)
Dente 3 P(t)	n (%)	13 (43,3)	6 (20,0)	11 (36,7)
Dente 4 V(d)	n (%)	8 (26,7)	8 (26,7)	14 (46,7)
Dente 4 P(t)	n (%)	10 (33,3)	5 (16,7)	15 (50,0)
<b>10. Classifique o dente na sua globalidade como substituto do dente de treino convencional KaVo®.</b>				
		<b>Bom</b>	<b>Adequado</b>	<b>Insuficiente</b>
Dente 2 V(d)	n (%)	18 (60,0)	8 (26,7)	4 (13,3)
Dente 2 P(t)	n (%)	13 (43,3)	8 (26,7)	9 (30,0)
Dente 3 V(d)	n (%)	18 (60,0)	7 (23,3)	5 (16,7)
Dente 3 P(t)	n (%)	16 (53,3)	9 (30,0)	5 (16,7)
Dente 4 V(d)	n (%)	16 (53,3)	4 (13,3)	10 (33,3)
Dente 4 P(t)	n (%)	12 (40,0)	11 (36,7)	7 (23,3)

Para além desta, elaborou-se também a **Tabela 2**, que mostra as diferenças das frequências absolutas das respostas a cada pergunta por estudantes e por médicos dentistas.

**Tabela 2-** Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)

Tabela 2. Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)					
Perguntas			Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
<b>1. O material permite uma definição precisa da superfície e dos limites da preparação.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	12	0	3
	MD	n	13	0	2
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	5	1	9
	MD	n	5	2	8
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	15	0	0
	MD	n	14	0	1
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	6	3	6
	MD	n	11	1	3
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	11	1	3
	MD	n	13	0	2
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	9	2	4
	MD	n	12	2	1
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	13	0	2
	MD	n	11	1	3
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	9	2	4
	MD	n	9	2	4
<b>2. O material adere à broca e dificulta a preparação.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	3	0	12
	MD	n	2	1	12
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	2	0	13
	MD	n	2	0	13
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	2	2	11
	MD	n	2	1	12
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	1	0	14
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	1	2	12
	MD	n	2	1	12
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	4	1	10
	MD	n	1	0	14
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	4	0	11
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	2	0	13
	MD	n	2	0	13

Tabela 2. Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)					
Perguntas			Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
<b>3. O material adere à superfície do dente e dificulta a preparação.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	1	1	13
	MD	n	2	1	12
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	1	0	14
	MD	n	2	0	13
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	2	2	11
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	2	0	13
	MD	n	1	1	13
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	2	0	13
	MD	n	2	2	11
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	2	0	13
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	0	1	14
	MD	n	2	1	12
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	1	0	14
	MD	n	3	0	12
<b>4. A quantidade de dente removido é semelhante ao dente KaVo®.</b>					
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	4	0	11
	MD	n	6	1	8
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	3	0	12
	MD	n	5	1	9
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	7	0	8
	MD	n	6	2	7
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	4	1	10
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	6	2	7
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	6	1	8
	MD	n	5	2	8

Tabela 2. Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)					
Perguntas			Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
<b>5. O controlo do desgaste é fácil.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	11	2	2
	MD	n	13	1	1
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	5	2	8
	MD	n	7	0	8
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	11	2	2
	MD	n	14	0	1
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	8	1	6
	MD	n	12	0	3
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	12	2	1
	MD	n	12	1	2
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	6	5	4
	MD	n	10	0	5
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	10	1	4
	MD	n	13	1	1
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	10	0	5
	MD	n	8	3	4
<b>6. A cor do dente permite ver facilmente pormenores.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	6	5	4
	MD	n	9	2	4
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	6	4	5
	MD	n	9	1	5
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	11	0	4
	MD	n	10	2	3
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	12	1	2
	MD	n	11	1	3
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	11	2	2
	MD	n	13	1	1
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	11	2	2
	MD	n	13	1	1
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	4	1	10
	MD	n	10	2	3
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	4	0	11
	MD	n	11	2	2

Tabela 2. Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)					
Perguntas			Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
<b>7. A dureza do dente é adequada e facilita a realização de um correto desgaste.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	13	0	2
	MD	n	12	2	1
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	8	0	7
	MD	n	8	1	6
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	12	2	1
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	10	2	3
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	13	1	1
	MD	n	10	3	2
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	9	2	4
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	10	1	4
	MD	n	7	4	4
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	10	1	4
	MD	n	3	4	8
<b>8. A textura da superfície da preparação simula o esmalte.</b>					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	6	3	6
	MD	n	7	2	6
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	8	2	5
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	3	1	11
	MD	n	3	3	9
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	5	1	9
	MD	n	4	3	8
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	6	2	7
	MD	n	2	4	9
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	2	3	10
	MD	n	3	3	9
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	7	1	7
	MD	n	5	1	9
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	8	0	7
	MD	n	5	1	9

Tabela 2. Descrição das respostas do Grupo II por estudantes e médicos dentistas (MD)					
Perguntas			Concordo	Não concordo nem discordo	Discordo
9. A textura da superfície da preparação simula a dentina.					
Dente 1 V(d)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	4	1	10
Dente 1 P(t)	Estudantes	n	2	1	12
	MD	n	2	1	12
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	9	3	3
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	3	1	11
	MD	n	6	4	5
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	4	1	10
	MD	n	8	4	3
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	5	3	7
	MD	n	8	3	4
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	4	2	9
	MD	n	4	6	5
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	5	0	10
	MD	n	5	5	5
10. Classifique o dente na sua globalidade como substituto do dente de treino convencional KaVo®.					
			Bom	Adequado	Insuficiente
Dente 2 V(d)	Estudantes	n	7	5	3
	MD	n	11	3	1
Dente 2 P(t)	Estudantes	n	6	2	7
	MD	n	7	6	2
Dente 3 V(d)	Estudantes	n	9	3	3
	MD	n	9	4	2
Dente 3 P(t)	Estudantes	n	8	5	2
	MD	n	8	4	3
Dente 4 V(d)	Estudantes	n	9	1	5
	MD	n	7	3	5
Dente 4 P(t)	Estudantes	n	6	6	3
	MD	n	6	5	4

Relativamente à **pergunta 1** (O material permite uma definição precisa da superfície e dos limites da preparação.), tal como é visível na **Tabela 1**, salientam-se os valores das frequências para a opção concordo, predominantemente para a broca diamantada, para os dentes 1, 2, 3 e 4 (valores de n (%) de 25 (83,3), 29 (96,7), 24 (80,0), 24 (80,0), 24 (80,0), respetivamente). Já para a broca de tungsténio, os valores de n para a opção concordo foram menores (o valor de n (%) para o dente 1 foi de 10 (33,3), de 17 (56,7) para o dente 2, de 21 (70,0) para o dente 3 e de 18 (60,0) para o dente 4), salientando-se o valor mínimo de n (%) = 10 (33,3) para o dente 1. Relativamente à opção

discordo, salienta-se o valor máximo de  $n$  (%) = 17 (56,7) para o dente 1 com a broca de tungsténio e o valor mínimo de  $n$  (%) = 1 (3,3) para o dente 2 com a broca diamantada. Comparando estes resultados entre brocas, para o dente 1 (KaVo®) o valor de  $p$  é inferior a 0,001, e para o dente 2  $p=0,001$ , demonstrando que, para a broca de tungsténio, estes materiais não permitem uma definição precisa da superfície e dos limites da preparação.

Quanto à **pergunta 2** (O material adere à broca e dificulta a preparação.), a maioria da amostra respondeu, para todos os dentes e brocas, que discorda da afirmação, mostrando que os materiais não aderem à broca, sendo as respostas também semelhantes na **pergunta 3** (O material adere à superfície do dente e dificulta a preparação.), não havendo diferenças estatisticamente significativas entre grupos (estudantes e médicos dentistas, **Tabela 2**), nem entre brocas ou dentes.

Já na **pergunta 4** (A quantidade de dente removido é semelhante ao dente KaVo®.), os resultados mostram que, para a maioria dos participantes, a quantidade de dente removido não se assemelha ao dente 1 (KaVo®) em nenhum dos dentes 1, 2 e 3 e respetivas brocas, sendo o único que se parece mais próximo o dente 4 com a broca diamantada, cujo valor de  $n$  (%) da opção concordo é de 15 (50%), sendo que 3 (10%) responderam não concordo nem discordo e 12 (40%) responderam que discordo. Comparando as respostas entre brocas houve diferença no dente 3 ( $p=0,028$ ), sendo a quantidade de dente removido semelhante ao KaVo® para a broca diamantada e diferente para a broca de tungsténio.

Nas respostas à **pergunta 5** (O controlo do desgaste é fácil.) evidencia-se o dente 1 (KaVo®) com a broca de tungsténio, ao qual 16 participantes responderam que discordam (**Tabela 1**). Para os restantes dentes e brocas os participantes consideraram o controlo do desgaste fácil. Comparando as respostas entre brocas, para o dente 1 verifica-se diferença significativa, com  $p$  menor que 0,001, e para o dente 3 ( $p=0,004$ ), sendo o controlo do desgaste mais fácil com a broca diamantada. Salienta-se também o valor de  $p$  para o dente 2 ( $p=0,062$ ), que talvez fosse um valor estatisticamente significativo com o aumento da amostra.

Quanto à **pergunta 6** (A cor dos dentes permite ver facilmente pormenores.) os participantes preferiram as cores dos dentes 2 (cor pêssego) e 3 (cor amêndoa), como sendo as melhores para visualizar os pormenores (**Tabela 1**).

Quando comparadas estas respostas por estudantes e médicos dentistas, como é possível avaliar na **Tabela 2**, salientam-se algumas divergências quanto ao dente 4, com valores de  $p$  de 0,011 para a broca diamantada e de 0,002 para a broca de tungsténio. Os médicos dentistas consideraram a cor do dente (cor A3) favorável face à opinião contrária dos estudantes.

Comparando as respostas dos 30 participantes, para a broca diamantada, dos dentes 2, 3 e 4 face ao dente 1 (KaVo®), observaram-se diferenças estatisticamente significativas quanto ao dente 3 ( $p=0,010$ ), sendo a cor do dente 3 indicada como mais vantajosa comparativamente com a do dente de referência. Analisando apenas as respostas dos médicos dentistas para a broca diamantada, a opinião é concordante ( $p=0,044$ ) para o dente 3, assinalando a preferência da cor deste.

Já na **questão 7** (A dureza do dente é adequada e facilita a realização de um correto desgaste.), comparando as respostas dos participantes, por broca diamantada vs tungsténio, verificam-se diferenças estatisticamente significativas para os dentes 1 ( $p=0,001$ ) e 3 ( $p=0,014$ ) considerando em ambos a dureza do dente adequada para a broca diamantada e não para a de tungsténio.

Comparando as respostas dos estudantes e dos médicos dentistas, como é possível avaliar na **Tabela 2**, salientam-se algumas divergências quanto ao dente 4. A opinião dos estudantes foi que, para a broca de tungsténio, a dureza do dente é adequada e facilita um correto desgaste, considerando os médicos dentistas o contrário ( $p=0,028$ ).

Comparando apenas as respostas dos participantes para a broca diamantada, dos dentes 2, 3 e 4 relativamente às do dente 1 (KaVo®), o dente 4 é indicado como o pior em termos de dureza ( $p=0,027$ ).

Relativamente à **pergunta 8** (A textura da superfície da preparação simula o esmalte.), o dente 1 (KaVo®) com a broca de tungsténio foi classificado como mais semelhante (17 participantes responderam que concordam).

Comparando as respostas entre brocas, observa-se que  $p=0,056$  para o dente 1, o que pode representar uma diferença estatisticamente significativa, a verificar com o aumento da amostra.

Comparando apenas as respostas dos médicos dentistas para a broca diamantada, dos dentes impressos quanto ao dente de referência (dente 1, KaVo®), notaram-se diferenças para o dente 2 ( $p=0,006$ ), e para o dente 3 ( $p=0,026$ ), sendo estes dentes os menos semelhantes ao esmalte, comparativamente ao dente 1.

Quanto à **pergunta 9** (A textura da superfície da preparação simula a dentina.) o dente 2 com a broca diamantada foi o mais votado para a opção concordo ( $n = 18$ ), e quando comparadas as respostas entre brocas, para este dente,  $p=0,001$ , considerando os participantes que, para a broca diamantada a textura da superfície é a que mais se assemelha à dentina, não se verificando o mesmo com a broca de tungsténio ( $n = 16$  para a opção discordo).

Comparando as respostas dos estudantes e dos médicos dentistas (**Tabela 2**), para o dente 2 e broca de tungsténio as diferenças podem ser estatisticamente significativas ( $p=0,056$ ). Para além disso, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa para o dente 3, broca diamantada ( $p=0,028$ ), com os médicos dentistas a concordarem que o dente simula a dentina, e os estudantes a discordarem.

De modo geral, todos os dentes foram classificados como bons substitutos do dente KaVo®, em resposta à **pergunta 10** (Classifique o dente na sua globalidade como substituto do dente de treino convencional KaVo®.), com valores de  $n$  (%) para a opção Bom de 18 (60,0) para o dente 2, broca diamantada; 13 (43,3) para o dente 2, broca de tungsténio; de 18 (60,0) para o dente 3, broca diamantada; de 16 (53,3) para o dente 3, broca de tungsténio; de 16 (53,3) para o dente 4, broca diamantada; e de 12 (40,0) para o dente 4, broca de tungsténio (**Tabela 1**), havendo uma ligeira preferência para a broca diamantada em todos eles. Comparando as respostas dos participantes entre

brocas, o valor de  $p$  é de 0,023 para o dente 2, considerando-o, para a broca diamantada, um bom substituto do dente KaVo®, e não tanto para a de tungstênio.

## **4. DISCUSSÃO**

## 4. DISCUSSÃO

A impressão 3D tem evoluído substancialmente nos últimos anos, também em Medicina Dentária, e os seus equipamentos e materiais têm-se tornado mais vantajosos e acessíveis. Por isso, são cada vez mais exploradas e necessárias as suas aplicações no dia a dia. As aplicações em consultório médico-dentário são múltiplas, podendo também estender-se ao ambiente pré-clínico, como uma mais valia para os estudantes, por possibilitarem, por exemplo, a criação de situações comuns no atendimento em Medicina Dentária, como a perda de paredes interproximais, preparações infragengivais, dentes inclinados, oferecendo aos estudantes uma prática mais próxima dos procedimentos e dificuldades comuns na cavidade oral.

Ainda assim, são poucos os estudos que avaliam a sua aplicação pré-clínica. Desses estudos, todos consideram a aplicação pré-clínica da manufatura aditiva como vantajosa, por permitir a produção rápida e economicamente acessível, mas essencialmente por permitir a individualização de cada caso, podendo através do CBCT do paciente produzir réplicas do objetivo a estudar na cavidade oral, simulando arcadas, canais endodônticos, traumatismos, e permitindo preparar e simular as opções de tratamento nesses modelos, previamente à sua realização no paciente. Portanto, consideram esta técnica revolucionária para o ensino em Medicina Dentária.(2-7)

As impressoras 3D utilizadas neste trabalho de investigação apenas permitiam a impressão em um único material. Assim, outras impressoras que permitam a impressão em vários materiais, podem simular a anatomia do dente e as diferentes durezas e texturas, produzindo modelos mais semelhantes a um dente natural.

Höhne *et. al.*, 2020 (2, 3), no sentido de avaliar a confiabilidade da análise, calculou o valor alfa de *Cronbach*. De um modo geral, grande parte dos autores considera que um instrumento tem fiabilidade quando o valor médio de alfa de *Cronbach* é de 0,70, pelo menos, sendo que, desde que com interpretação cuidada, pode considerar-se viável também o valor de 0,60.(17) Assim, aplicando este teste, verificou-se o valor alfa de *Cronbach* de 0,647 ou 64,7%, podendo, por isto, afirmar-se a consistência interna do questionário aplicado.

Neste estudo, para além da avaliação das opiniões subjetivas da percepção das características dos diferentes dentes produzidos por impressão 3D, foi possível investigar as diferenças na percepção dos estudantes finalistas, e dos profissionais com experiência, os médicos dentistas. Apesar das diferenças não terem sido significativas na maioria das respostas, em algumas foi possível observá-las, principalmente relativamente ao dente 4 (de PMMA). Relativamente à cor dos dentes, ambos os grupos mostraram preferência pelas cores dos dentes 2 (cor pêssago) e 3 (cor amêndoa), face ao dente de referência (dente 1, KaVo®). Já quanto à cor do dente 4, as opiniões foram divergentes, com os médicos dentistas a preferirem a cor deste dente e os estudantes a discordarem. Tal pode dever-se ao facto de o grupo de médicos dentistas ter mais experiência no trabalho com dentes naturais, e daí a preferência pela cor do dente 4, que corresponde à cor A3, e é o que mais se assemelha visualmente a um dente natural. Marty *et. al.*, 2019 (4), concluiu no seu estudo que a impressão de modelos dentários na cor cinza influenciou negativamente a percepção e a opinião dos participantes. Também relativamente à dureza do dente 4 as diferenças são significativas ( $p=0,028$ ) para a broca de tungsténio, com os médicos dentistas a considerarem a dureza inadequada. Nas respostas abertas, expressaram a sua opinião, apontando o dente como demasiado “plástico”, transmitindo uma sensação irreal e pouco similar à do desgaste de um dente de treino e de um dente natural, e outros apontando-o como demasiado duro. Tal apreciação deve-se, possivelmente, ao maior controlo da motricidade fina destes profissionais, comparativamente com o dos estudantes, e ao facto de este dente ser de PMMA, e possuir características diferentes das restantes resinas de fotopolímeros utilizadas na impressão dos dentes 2 e 3, que mais se aproximam do dente de referência.

Relativamente à semelhança com o esmalte, nenhum dos dentes se destacou expressivamente como muito semelhante, ficando todos os dentes em estudo aquém de um dente natural, sendo o dente KaVo® para a broca de tungsténio considerado o mais semelhante ( $n = 17$ ), o que nas respostas abertas foi justificado pela maioria dos participantes a considerarem a broca de tungsténio desadequada para este dente, cortando muito pouca estrutura. O mesmo parece tender a não se verificar com a broca diamantada ( $p=0,056$ ), o

que pode representar uma diferença estatisticamente significativa, a verificar com o aumento da amostra. Quanto à semelhança à dentina, o dente que mais se evidenciou foi o dente 2 para a broca diamantada ( $n = 18$  para a opção concordo), sendo, no entanto, a opinião contrária para a broca de tungsténio ( $p=0,001$ ). Assim, nenhum dos dentes parece assemelhar-se completamente ao esmalte e à dentina, estando sim estas respostas influenciadas pelo instrumento de corte utilizado. Tal vai de encontro ao observado nos estudos de Höhne *et al.*, onde apesar de satisfatórios os resultados para os dentes impressos, não conseguem assemelhar-se completamente a um dente natural, sendo essencialmente criticada a dureza.(2, 3) É, no entanto, de salientar a dificuldade em replicar com materiais as características das estruturas biológicas e, particularmente, de um dente.

Também quanto à similitude com a dentina as opções divergiram entre grupos. Para o dente 2, para a broca de tungsténio, o valor de  $p$  é de 0,056, o que poderia traduzir-se numa diferença estatisticamente significativa caso a amostra fosse maior, podendo esta ser uma limitação do estudo. Para a mesma pergunta e para o dente 3, broca diamantada, há diferenças significativas ( $p=0,028$ ), que podem ser justificadas dada a pouca experiência dos Estudantes finalistas a contactarem com a dentina, considerando que a superfície não simula a dentina, e os médicos dentistas a constatarem o contrário.

Compararam-se também as respostas de todos os participantes para a utilização da broca diamantada, pois é a mais utilizada para as preparações pré-clínicas, e por isso mais relevante para comparação. Utilizando como referência a classificação do dente 1 (KaVo®), há preferência dos participantes para a cor do dente 3 ( $p=0,010$ ), cor amêndoa, mostrando que esta permite ver melhor os pormenores do que a cor mais clara do dente KaVo®. Já em termos de dureza, o dente 4 foi considerado o pior comparativamente com o dente 1. Na tentativa de procurar diferenças em função da experiência, analisando apenas as respostas dos médicos dentistas à mesma comparação entre perguntas, encontraram-se diferenças relativamente à simulação do esmalte, apontando os dentes 2 ( $p=0,006$ ) e 3 ( $p=0,026$ ) como menos semelhantes ao esmalte, opinião certamente comprovada pela prática clínica destes participantes.

Na tentativa de avaliar as diferenças entre brocas, compararam-se as respostas de todos os participantes para cada broca. Apenas nas respostas às perguntas 2 e 3 não se observaram diferenças significativas, havendo nas restantes uma preferência geral para a utilização da broca diamantada, possivelmente por esta ser mais utilizada, quer nos preparos pré-clínicos, quer nos preparos clínicos, comparativamente à de tungsténio.

Uma limitação deste estudo é o facto de a amostra ser reduzida ( $n = 30$ ), pelo que alguns valores de  $p$  se poderiam tornar estatisticamente significativos com o aumento da amostra, sendo uma oportunidade para continuar o estudo posteriormente.

De um modo geral, apesar de notarem diferenças nas características, os participantes consideraram todos os dentes impressos como bons substitutos do dente convencional KaVo®, para aqueles que são os objetivos da prática pré-clínica, mostrando, no entanto, que todos, inclusivamente o dente de referência, não simulam perfeitamente o dente natural. Para a simulação do dente natural, são necessários mais estudos dos métodos de impressão e dos diferentes materiais disponíveis.

## **5. CONCLUSÕES**

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo permite concluir o seguinte:

- as cores mais escuras (cor pêssego e amêndoa) foram consideradas melhores para observação dos pormenores, em comparação com a cor clara do dente de referência, e em comparação com a cor A3 do dente 4 (PMMA);
- a experiência clínica dos participantes parece influenciar a resposta a algumas questões, nomeadamente na preferência da cor e nas questões de semelhança ao dente natural (similitude dos dentes de treino ao esmalte e à dentina);
- o dente de PMMA (dente 4) obtido por CAD-CAM (fresagem) foi o mais controverso, causando divergências entre a opinião dos estudantes e médicos dentistas. Para os médicos dentistas, a cor A3 deste dente permite ver facilmente pormenores, enquanto os estudantes discordam. Para além disso os médicos dentistas consideram a dureza inadequada deste material para a broca de tungsténio, opinião contrária à dos estudantes;
- de um modo geral, há uma tendência para melhores avaliações com a broca diamantada;
- nenhum dos dentes se assemelha ao esmalte e à dentina, inclusive o dente de referência, sendo as respostas a estes parâmetros influenciadas pelas brocas utilizadas;
- os dentes 2 e 3 (impressos) e 4 (fresado) são considerados, para a maioria dos participantes, bons substitutos do dente de referência, sobretudo para a utilização da broca diamantada. Para a broca de tungsténio, as opiniões divergem mais. Sendo o dente KaVo® considerado o pior em termos de desgaste para esta broca, o dente 3 é apontado como o seu melhor substituto;
- todos os dentes podem ser substitutos do dente convencional, sendo as classificações atribuídas semelhantes às atribuídas ao dente de referência para a maioria das questões, e até melhores, relativamente

à cor. Assim, este deveria ser um parâmetro a considerar pelas empresas fabricantes de dentes de treino.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida PJR. Modelos de aprendizagem no ensino e na avaliação informatizada em Prótese Fixa [Dissertação de candidatura ao grau de Doutor]. Porto: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto; 2015.
2. Höhne C, Dickhaut N, Schmitter M. Introduction of a new teaching concept for dentin post preparation with 3D printed teeth. *Eur J Dent Educ.* 2020;24(3):499-506.
3. Höhne C, Schwarzbauer R, Schmitter M. Introduction of a new teaching concept for crown preparation with 3D printed teeth. *Eur J Dent Educ.* 2020;24(3):526-34.
4. Marty M, Broutin A, Vergnes J-N, Vaysse F. Comparison of student's perceptions between 3D printed models versus series models in paediatric dentistry hands-on session. *Eur J Dent Educ.* 2019;23(1):68-72.
5. Reymus M, Fotiadou C, Hickel R, Diegritz C. 3D-printed model for hands-on training in dental traumatology. *Int Endod J.* 2018;51(11):1313-9.
6. Reymus M, Fotiadou C, Kessler A, Heck K, Hickel R, Diegritz C. 3D printed replicas for endodontic education. *Int Endod J.* 2019;52(1):123-30.
7. Kustra P, Dobroś K, Zarzecka J. Making use of three-dimensional models of teeth, manufactured by stereolithographic technology, in practical teaching of endodontics. *Eur J Dent Educ.* 2021;25(2):299-304.
8. Ngo TD, Kashani A, Imbalzano G, Nguyen KTQ, Hui D. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Compos Part B Eng.* 2018;143:172-96.
9. Ligon SC, Liska R, Stampfl J, Gurr M, Mülhaupt R. Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing. *Chem Rev.* 2017;117(15):10212-90.
10. Taormina G, Sciancalepore C, Messori M, Bondioli F. 3D printing processes for photocurable polymeric materials: technologies, materials, and future trends. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2018;16(3):151-60.
11. Pillai S, Upadhyay A, Khayambashi P, Farooq I, Sabri H, Tarar M, et al. Dental 3D-Printing: Transferring Art from the Laboratories to the Clinics. *Polymers.* 2021;13(1):157.
12. Tian Y, Chen C, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, et al. A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning.* 2021;2021:1-19.
13. Wang H, Xu H, Zhang J, Yu S, Wang M, Qiu J, et al. The effect of 3D-printed plastic teeth on scores in a tooth morphology course in a Chinese university. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):469.
14. Turkyilmaz I, Wilkins GN. 3D printing in dentistry - Exploring the new horizons. *J Dent Sci.* 2021;16(3):1037-8.
15. Katkar RA, Taft RM, Grant GT. 3D Volume Rendering and 3D Printing (Additive Manufacturing). *Dent Clin North Am.* 2018;62(3):393-402.
16. Nikoyan L, Patel R. Intraoral Scanner, Three-Dimensional Imaging, and Three-Dimensional Printing in the Dental Office. *Dent Clin North Am.* 2020;64(2):365-78.
17. Maroco J, Garcia-Marques T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? *Laboratório de Psicologia.* 2006;4(1):65-90.

## **7. ANEXOS**

## **7.1. Anexo 1**

### **Questionário**

**Questionário**  
**Impressão 3D de Dentes de Treino Pré-clínico**  
**Análise Crítica de Docentes e Estudantes de Medicina Dentária**

Este questionário tem como objetivo avaliar a preparação pré-clínica em dentes de treino obtidos por impressão 3D e verificar a sua viabilidade como alternativa aos dentes convencionais existentes no mercado.

O questionário é anónimo e é garantida a confidencialidade da informação fornecida.

Obrigada pela colaboração.

**Grupo I - Dados sociodemográficos**

1. Ano de nascimento: \_\_\_\_\_

2. Ano em que completou a formação básica (MI ou equivalente) em Medicina Dentária: (não aplicável a estudantes) \_\_\_\_\_

3. Teve prática pré-clínica como estudante em dentes da Frasaco®, KaVo® ou similar? (Critério de Inclusão)

<sub>1</sub> Sim

<sub>2</sub> Não

4. Aceita participar voluntariamente e de forma informada neste estudo? (Critério de Inclusão)

<sub>1</sub> Sim

<sub>2</sub> Não

**Grupo II- Dados Experimentais**

Em cada dente deverá preparar a parede axial vestibular com a broca diamantada e a parede axial palatina com a broca de tungsténio fornecidas. Após cada preparação preencha a seguinte tabela, utilizando a escala de classificação de formato fechado:

1- concordo;

2- não concordo nem discordo;

3- discordo.

Pode também registar opiniões ou observações adicionais.

**V-** Face vestibular preparada com broca diamantada (**d**)

**P-** Face palatina preparada com broca de tungsténio (**t**)

	Dente 1 KaVo®		Dente 2		Dente 3		Dente 4		Observações (facultativo)
	V d	P t	V d	P t	V d	P t	V d	P t	
1. O material permite uma definição precisa da superfície e dos limites da preparação.									
2. O material adere à broca e dificulta a preparação.									
3. O material adere à superfície do dente e dificulta a preparação.									
4. A quantidade de dente removido é semelhante ao dente KaVo®.	—	—							
5. O controlo do desgaste é fácil.									
6. A cor do dente permite ver facilmente pormenores.									
7. A dureza do dente é adequada e facilita a realização de um correto desgaste.									
8. A textura da superfície da preparação simula o esmalte.									
9. A textura da superfície da preparação simula a dentina.									
10. Classifique o dente na sua globalidade como substituto do dente de treino convencional KaVo®. Para resposta a esta alínea utilize a escala: 1- Bom; 2- Adequado; 3- Insuficiente.	—	—							

## **7.2. Anexo 2**

### **Declaração da forma de divulgação do trabalho**

**DECLARAÇÃO**  
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

## Monografia/Relatório de Estágio

**Identificação do autor**

Nome completo Diana Catarina Bessa Couto  
N.º de identificação civil 15644195 N.º de estudante 201803401  
Email institucional up201803401@edu.fmd.up.pt  
Email alternativo dianacouto84@gmail.com Tlf/Tim 919239745  
Faculdade/Instituto Faculdade de Medicina Dentária de Universidade do Porto

**Identificação da publicação**Dissertação de Mestrado Integrado (Monografia) Relatório de Estágio **Título completo**

Impressão 3D de Dentes de Treino Pré-Clinico. Análise Crítica de  
Docentes e Estudantes de Medicina Dentária / 3D Printing of  
Preclinical Training Teeth. Analysis of Dentistry Professors and Students

Orientador João Carlos Antunes Sampaio Fernandes  
Coorientador Paulo Jorge do Rocho Almeida

Palavras-chave modelos ; dentárias ; dente ; artificial ; educação  
dentária ; impressões ; 3D ; educação ; pré-clínico ;

Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto: \_\_\_\_\_ (x)

Não Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto : \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ (x)

Autorizo a disponibilização do texto integral no Repositório da U.Porto, com período de embargo, no prazo de:

6 Meses: \_\_\_\_\_ ; 12 Meses: X \_\_\_\_\_ ; 18 Meses: \_\_\_\_\_ ; 24 Meses: \_\_\_\_\_ ; 36 Meses: \_\_\_\_\_ ; 120 Meses: \_\_\_\_\_

Justificação para a não autorização imediata publicação dos resultadosData 27/05/2022Assinatura Diana Catarina Bessa Couto

## **7.3. Anexo 3**

### **Declaração de autoria**

## DECLARAÇÃO

### Monografia de Investigação

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia/Relatório de Estágio, integrado no MIMD da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

27/05/2022

Diana Catarina Bessa Couto

O / A Estudante

## **7.4. Anexo 4**

### **Parecer do Orientador / Coorientador**



Na qualidade de Orientador da Monografia/Relatório de Estágio de Mestrado Integrado em Medicina Dentária da FMDUP da estudante **Diana Catarina Bessa Couto** com o título “**Impressão 3D de Dentes de Treino Pré-Clinico. Análise Crítica de Docentes e Estudantes de Medicina Dentária**” / **3D Printing of Preclinical Training Teeth. Analysis of Dentistry Professors and Students**”, e tendo recebido da candidata a versão final da sua monografia de investigação, venho apresentar o meu

### PARECER

1 - O trabalho de investigação é muito oportuno, bem estruturado, metodologicamente adequado e bem desenvolvido.

2 - Apresenta o tema de forma clara, define corretamente os objetivos e apresenta os materiais e métodos minuciosamente descritos. Os resultados e o tratamento estatístico dos dados obtidos, assim como a sua discussão, são completos e bem desenvolvidos. As conclusões são apresentadas de forma concisa, respondendo cabalmente aos objetivos definidos. A bibliografia está relacionada com o tema em investigação.

3 – Assim, a candidata reúne condições para apresentar legalmente a sua monografia e prestar provas públicas nos prazos legais.

Porto, 26 de maio de 2022

João Carlos Sampaio Fernandes

Professor Catedrático e Orientador

**PARECER**

(Entrega do trabalho final de monografia)

Informo que o trabalho de Monografia/Relatório de Estágio desenvolvido pela Estudante Diana Catarina Bessa Couto com o título: "Impressão 3D de Dentes de Treino Pré-Clínico. Análise Crítica de Docentes e Estudantes de Medicina Dentária" / *3D Printing of Preclinical Training Teeth. Analysis of Dentistry Professors and Students*", está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

27,5,2022

Coorientador