



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DE MODELOS EM RESINA COMPOSTA CAD
OBTIDOS POR DUAS IMPRESSORAS 3D ODONTOLÓGICAS: UM ESTUDO *IN
VITRO*.**

**CAMILA RAYANE ALVES PEREIRA
FRANCISCA JAYANE FREITAS BRAGA**

**FORTALEZA – CE
2025**

CAMILA RAYANE ALVES PEREIRA
FRANCISCA JAYANE FREITAS BRAGA

AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DE MODELOS EM RESINA COMPOSTA CAD
OBTIDOS POR DUAS IMPRESSORAS 3D ODONTOLÓGICAS: UM ESTUDO IN
VITRO.

Trabalho de Conclusão de Curso(TCC)
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Odontologia, pelo Curso de Odontologia do
Centro Universitário Christus.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Acioly
Guedes Peixoto Vieira.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Centro Universitário Christus - Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436a Pereira, Camila Rayane Alves.

Avaliação dimensional de modelos em resina composta CAD obtidos por duas impressoras 3D odontológicas : Estudo in vitro / Camila Rayane Alves Pereira, Francisca Jayane Freitas Braga. - 2025.

38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Odontologia, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira.

1. Precisão da medição dimensional. 2. CAD/CAM. 3. Impressão tridimensional. I. Braga, Francisca Jayane Freitas. II. Título

CAMILA RAYANE ALVES PEREIRA
FRANCISCA JAYANE FREITAS BRAGA

AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DE MODELOS EM RESINA COMPOSTA CAD
OBTIDOS POR DUAS IMPRESSORAS 3D ODONTOLÓGICAS: ESTUDO IN
VITRO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Odontologia do
Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Acioly
Guedes Peixoto Vieira.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Profª. Dra. Diana Araújo Cunha
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Profª. Me. Ana Carolina Luna Carvalho
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Dedico este trabalho aos nossos amados familiares, nossos maiores apoiadores, que nunca mediram esforços para que nos tornassem o que somos hoje e conquistar o que conquistamos até aqui. Por acreditarem em nós, mesmo quando duvidamos. Vocês fizeram toda a diferença, e cada conquista é, também, parte de vocês.

AGRADECIMENTOS

Jayne Freitas

A Deus, meu alicerce, meu tudo. A Ele, que esteve presente em cada passo, em cada dificuldade e em cada vitória. Nos momentos de incerteza, encontrei força na fé e consolo na Sua presença constante. Foi Ele quem me sustentou quando as forças pareciam esgotar, iluminou meus caminhos e me mostrou que nenhum sonho é grande demais quando se confia plenamente. A Ele, entrego toda a honra e gratidão por ter me permitido chegar até aqui e viver essa conquista.

À minha mãe, **Francisca Jakline Oliveira de Freitas**, que é minha base, minha fortaleza e o maior exemplo de amor e resiliência. Em todos os momentos, foi ela quem segurou minha mão e me mostrou que juntas poderíamos superar qualquer obstáculo. Sua força e dedicação foram essenciais para que eu conseguisse trilhar esse caminho. Nossa loja, Empório Doce, cada venda de brownie, representaram muito mais do que sustento: foram o símbolo do nosso esforço e da fé de que tudo valeria a pena. Essa vitória é tão sua quanto minha, mãe, obrigada por me mostrar sempre que posso ir além.

À minha avó, **Maria Lúcia Oliveira de Freitas**, por cada oração feita em meu favor, por cada joelho dobrado e por cada palavra de fé que me fortaleceu. Seu amor e suas preces foram como um escudo de proteção sobre mim, me acompanhando em cada etapa dessa trajetória. Agradeço profundamente por todo o cuidado espiritual e por me ensinar, através do exemplo, o verdadeiro significado da fé e da confiança em Deus.

Ao meu pai, **Isaias Souza Braga**, que sempre acreditou no meu potencial e me incentivou a seguir em frente. Sua força, apoio e amor incondicional foram fundamentais para que eu chegasse até este momento. Em cada incentivo, encontrei a motivação necessária para persistir. Obrigada, pai, por estar comigo em todos os momentos, por vibrar com minhas conquistas e me ajudar a transformá-las em realidade.

À minha irmã, **Jayne Freitas Braga**, que foi o meu verdadeiro alicerce durante toda essa jornada. Mais do que irmã, foi meu refúgio, meu sustento emocional e o exemplo mais puro de amor e dedicação. Em cada passo que dei, ela esteve comigo, me apoiando, acreditando em mim quando até eu duvidei, e fazendo o impossível para o meu sonho se tornar realidade. Seu cuidado, sua força e sua entrega foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Sem ela, essa conquista não seria

possível. Agradeço por cada gesto silencioso de amor, por cada sacrifício feito em meu favor e por cada palavra de incentivo que me sustentou nos momentos de fraqueza. Essa vitória é tanto minha quanto sua, e levo comigo o orgulho imenso de poder chamar você de minha irmã, meu porto seguro e meu maior presente da vida.

Ao meu cunhado, **Victor Alves**, que se tornou parte essencial da minha vida e da minha história. Sua presença sempre serena e acolhedora trouxe paz aos dias turbulentos e confiança aos momentos de incerteza. Com um carinho discreto, mas genuíno, você me mostrou apoio de maneiras que talvez nem imagine. Obrigada por compartilhar comigo o seu cuidado, por me incentivar e por fazer parte das conquistas que alcancei até aqui. Sua forma de demonstrar amor fez diferença no meu caminho, e sou profundamente grata por tê-lo na nossa família. Esta vitória também é sua, por todo o bem que você me proporcionou nessa caminhada.

À **Larissa Braga**, minha amiga-irmã, presença fiel nos dias bons e, principalmente, nos dias mais desafiadores. Quando precisei, foi ela quem me acolheu, me deu abrigo e apoio incondicional. Sua amizade é um presente de Deus na minha vida. À sua mãe, **Maria Tereza**, estendo minha gratidão por sempre ter me recebido com tanto carinho e cuidado, oferecendo um amor que ultrapassa laços de amizade e se aproxima de um verdadeiro vínculo familiar.

Ao **Luiz Alexandre**, meu namorado, fonte de apoio constante. Em todos os momentos, esteve ao meu lado, demonstrando compreensão e amor. Seu incentivo e presença foram fundamentais para que eu mantivesse o foco e acreditasse em mim, mesmo quando as dificuldades pareciam maiores. Obrigada por compartilhar comigo não apenas essa etapa, mas por viver cada momento com o coração aberto e com amor verdadeiro.

Ao meu amigo, **Danilo Rocha**, meu parceiro de faculdade que se tornou mais que amigo, um irmão. Desde o início dessa caminhada acadêmica, dividimos aprendizados, desafios e conquistas. Sua presença foi essencial para tornar essa trajetória mais leve, divertida e significativa. Agradeço por cada dia de atendimento, pelas conversas, risadas e pelo companheirismo constante. Serei eternamente grata por ter compartilhado essa fase com alguém tão especial.

À minha amiga, **Sofia Paula**, sinônimo de amor e alegria. Sua presença iluminou meus dias e me trouxe conforto nos momentos de cansaço. Representa o cuidado e o carinho de Deus comigo, lembrando-me diariamente de que o amor puro

e verdadeiro pode estar nos gestos mais simples. Obrigada por tornar essa fase da minha vida mais leve e por ser parte da minha história de conquista.

Aos **professores** membros da banca examinadora, registro minha mais sincera gratidão pelo tempo dedicado à avaliação deste trabalho e por compartilharem seu conhecimento de forma tão generosa. Agradeço pelas contribuições e pela oportunidade de aprender com cada um de vocês.

Camila Alves

Primeiramente a **Deus** que me deu oportunidade, força e coragem para trilhar esse caminho.

Agradeço a minha **família** que esteve comigo em todos os momentos, e que não me fizeram desistir do que um dia foi apenas um vislumbre de um sonho. Em especial minha **tia Carla**, que nunca permitiu que eu sequer duvidasse da minha capacidade de vencer, a pessoa que faz tudo ter sentido e que eu não poderia ser mais grata por compartilhar a vida.

À minha **avó**, uma mulher simples, que trabalhou por muitos anos para que os seus conseguissem ser o reflexo de tanta dedicação, luta e pra ela eu dedico todas as minhas conquistas. Mesmo de longe, você sempre será vista no reflexo dos meus olhos, e no coração daqueles que te amam.

Aos meus amigos: **Ester, Andie, Helysse, Carol, Lívia**, agradeço pelas risadas, pela escuta e paciência diária. Obrigada por tornarem a caminhada mais leve.

Aos meus amigos que não são do meio acadêmico, mas sempre me ajudaram como puderam, **Davyane e Micaely**, sou muito grata pela nossa amizade.

Por fim, sou grata por todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da minha jornada até aqui, todos foram importantes para a construção desse momento.

RESUMO

Com o avanço tecnológico têm-se tornado uma realidade cotidiana o uso de fluxo digital e escaneamento intraoral com sistemas operacional do tipo CAD-CAM. Com isso, existe uma grande variedade de impressoras 3D para realização dos diversos trabalhos protéticos, portanto, são necessário estudos comparativos para avaliar as diferenças destes dispositivos. O presente estudo tem como objetivo realizar análise estatística de modelos impressos em diferentes impressoras 3D. Foi realizado o escaneamento, com o scanner intraoral MEDIT, de um modelo físico padrão. Após a coleta das imagens os dados foram processados e enviados p/ serem impressos por duas impressoras 3D e dois tipos de resina, o resultado destas impressões formaram dois grupos experimentais com 7 modelos ($n=7$) por grupos. Os modelos impressos obtidos foram submetidos a medições em alguns sítios, três medições para cada referência previamente estabelecido de acordo com o modelo mestre e em seguida comparados entre si. Os resultados obtidos demonstram que o desvio médio padrão entre os diferentes tipos de impressoras e resinas utilizadas, quando comparado o grupo 1 (G1) amarelo e grupo 2 (G2) laranja, destaca-se o grupo laranja (G2) com valores mais próximos aos de referência.

Palavras-chave: Precisão da medição dimensional; CAD/CAM; Impressão tridimensional.

ABSTRACT

With technological advancement, the use of digital workflows and intraoral scanning with CAD-CAM operating systems has become a daily reality, and as a result, a wide variety of 3D printers are available for performing different prosthetic tasks, making comparative studies necessary to evaluate the differences among these devices. The present study aims to perform a statistical analysis of models printed on different 3D printers. A standard physical model was scanned using the MEDIT intraoral scanner, and after image collection, the data were processed and sent to be printed by two 3D printers using two types of resin, resulting in two experimental groups with seven models each ($n = 7$). The printed models were subjected to measurements at several sites—three measurements for each reference point previously established according to the master model—and were then compared with one another. The results showed that the mean standard deviation between the different types of printers and resins used, when comparing group 1 (G1, yellow) and group 2 (G2, orange), highlights the orange group (G2) as having values closest to the reference.

Keywords: Dimensional measurement accuracy; CAD/CAM; Printing, three-dimensional.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho esquemático da matriz mestra com os valores das distâncias avaliadas.....	25
---	-----------

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análise estatística da Amostra Amarela (Grupo A) e Amostra Laranja (Grupo B) com base nos valores de referência da matriz mestra, demonstrando o desvio padrão de cada uma. 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos grupos experimentais, impressoras 3D, tecnologia de impressão, fabricante, resina utilizada e lote utilizado no presente estudo.....	28
Tabela 2: Análise das médias obtidas para o G1 (amarelo) em comparação com os valores de referência da matriz mestra. Pontos referenciais: A-B; A'-B'; B-A'; C-D; C'-D'. Cada grupo experimental foi composto por sete réplicas (n=7), identificadas como B1 a B7.	29
Tabela 3: Análise das médias obtidas para o G2 (Laranja) em comparação com os valores de referência da matriz mestra. Pontos referenciais: A-B; A'-B'; B-A'; C-D; C'-D'. Cada grupo experimental foi composto por sete réplicas (n = 7), identificadas como B1 a B7.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SLA	Stereolithography
DLP	Digital Light Processing
LCD	Masked Stereolithography
LED	Light Emitting Diode
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
A-B	Base da Pirâmide A
A'-B'	Base da Pirâmide B
B-A'	Distância entre as Pirâmides
C-D	Topo da Pirâmide A
C-D'	Topo da Pirâmide B

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVO	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivo Específico	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1	Estrutura geral do CAD-CAM.....	19
3.2	Técnicas de Fabricação das Resinas CAD/CAM	19
3.2.1	<i>Sob Pressão e Temperatura.....</i>	19
3.2.2	<i>Manufatura Aditiva.....</i>	20
3.2.3	<i>Reforço Cerâmico.....</i>	20
3.3	Resinas CAD utilizadas na confecção de modelos odontológicos	20
3.4	Estudos anteriores sobre a precisão dimensional de impressoras 3D e materiais.....	21
3.5	Fatores que influenciam a precisão dos modelos impressos	22
3.6	Importância da avaliação in vitro para controle de variáveis experimentais	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	Tipo de estudo	24
4.2	Delineamento Experimental: MEDIT I700	24
4.3	Matriz mestra (modelo padrão)	24
4.4	Protocolo de impressão e pós-processamento	25
4.5	Aquisição dos modelos digitais dos espécimes impressos	26
4.6	Processamento e comparação 3D	26
4.7	Critérios de qualidade dos dados e tratamento de medições	26
4.8	Análise estatística	26
4.9	Considerações éticas e registros	27
4.10	Limitações.....	27
5	RESULTADOS	29
5.1	Análise estatística dos resultados	29
6	DISCUSSÃO	31
7	CONCLUSÃO	33

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a odontologia passou por uma transformação significativa impulsionada pelo avanço das tecnologias CAD/CAM (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing). Esses sistemas concedem o projeto e fabricação assistidos por computador, integrando todas as etapas do fluxo digital, desde o escaneamento intraoral, o planejamento virtual e o desenho digital das restaurações até a produção final por usinagem ou impressão 3D. A incorporação dessas tecnologias tem proporcionado maior precisão, previsibilidade e padronização nos tratamentos odontológicos, reduzindo etapas laboratoriais e o tempo clínico. O fluxo digital, portanto, representa uma evolução significativa na prática clínica moderna, permitindo resultados mais individualizados e reproduutíveis (TIAN *et al.*, 2021).

Dentro desse contexto, a impressão tridimensional consolidou-se como uma das ferramentas centrais da Odontologia digital. Essa tecnologia é amplamente empregada na confecção de modelos de estudo, guias cirúrgicos, provisórios, placas oclusais, dispositivos ortodônticos e próteses. A principal vantagem da impressão 3D é a capacidade de transformar arquivos digitais obtidos por escaneamento em objetos físicos com elevada fidelidade geométrica, oferecendo rapidez, redução de custos e possibilidade de repetição exata do modelo original (ETEMAD-SHAHIDI *et al.*, 2020). Além disso, permite a reprodução precisa da anatomia do paciente, contribuindo para a melhoria dos resultados clínicos e laboratoriais (TSOLAKIS *et al.*, 2022).

Atualmente, as tecnologias mais utilizadas na impressão 3D odontológica são a SLA (Stereolithography), DLP (Digital Light Processing) e LCD (Masked Stereolithography). A tecnologia SLA utiliza um feixe de laser para curar seletivamente uma resina fotopolimerizável camada por camada, garantindo alta resolução superficial e excelente acabamento. A DLP, por sua vez, utiliza um projetor digital que polimeriza toda a camada simultaneamente, o que proporciona maior velocidade de impressão e boa precisão dimensional. Já a LCD emprega uma tela de cristal líquido como máscara sobre uma matriz de LEDs, permitindo baixo custo e desempenho variável, dependendo da uniformidade e resolução da tela (NÉMETH *et al.*, 2023).

Embora todas essas tecnologias utilizem o mesmo princípio de fotopolimerização, diferenças na fonte de luz, resolução do projetor, espessura das camadas e parâmetros de exposição influenciam diretamente na precisão e acurácia dos modelos produzidos (TSOLAKIS *et al.*, 2022; NÉMETH *et al.*, 2023).

A avaliação dimensional das peças impressas é um dos fatores mais importantes para validar o uso da impressão 3D em Odontologia. Essa análise é baseada em dois parâmetros principais: acurácia (mede a proximidade entre o modelo impresso e o modelo digital de referência) e precisão (avalia a reproducibilidade entre diferentes impressões do mesmo arquivo) (VINCZE *et al.*, 2024).

Alterações dimensionais podem comprometer a adaptação marginal de próteses, o assentamento de guias cirúrgicos e o ajuste oclusal de restaurações. Assim, determinar se o equipamento utilizado é capaz de produzir modelos dentro dos limites de tolerância clinicamente aceitáveis é essencial para o sucesso dos tratamentos digitais (ETEMAD-SHAHIDI *et al.*, 2020; VINCZE *et al.*, 2024).

Apesar do crescimento exponencial da impressão 3D na prática odontológica, ainda há variação significativa entre diferentes impressoras, tipos de resina e parâmetros de processamento. Estudos apontam que pequenas diferenças tecnológicas entre equipamentos podem gerar variações relevantes na fidelidade dimensional dos modelos, impactando diretamente a qualidade das peças obtidas (NÉMETH *et al.*, 2023; VINCZE *et al.*, 2024).

Dessa forma, a comparação entre diferentes impressoras 3D odontológicas quanto à precisão e acurácia dos modelos produzidos torna-se necessária para estabelecer critérios objetivos de escolha e padronização de protocolos laboratoriais.

Portanto, a necessidade de avaliar comparativamente a fidelidade dimensional de impressoras 3D odontológicas, contribui para a literatura científica e auxilia profissionais e pesquisadores na seleção do equipamento mais adequado às demandas clínicas e laboratoriais.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a precisão e a estabilidade dimensional de modelos em resina CAD obtidos por duas impressoras 3D odontológicas, por meio de um estudo experimental in vitro.

2.2 Objetivo Específico

Avaliar a acurácia e precisão das impressoras Miicraft 125 e Anycubic Photon Mono X e de duas resinas, Smart Dent e Aqua Ortho, respectivamente.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Estrutura geral do CAD-CAM

Com o passar do tempo, a tecnologia é introduzida em todas as áreas da vida, como áreas da saúde e, com isso, incluindo a odontologia. Nesse sentido, sistemas como CAD/CAM foram desenvolvidas para a utilização e fabricação de projetos como: inlays, coroas, próteses parciais fixas, pilares de implantes, dentre outros. Portanto, estas soluções odontológicas podem ser definidas como uma cadeia de dispositivos digitais e softwares para o mapeamento e fabricação de trabalhos protéticos. (TAPIE *et al.*, 2015)

Segundo Davidowitz (2011) a tecnologia CAD/CAM possui 3 objetivos principais. O primeiro deles é promover maior resistência para as restaurações, principalmente aquelas realizadas em dentes posteriores. O segundo pilar foi garantir aspecto mais natural. E por fim, tornar as restaurações mais fáceis de serem fabricadas, rápidas e precisas, fazendo com que em alguns casos os trabalhos protéticos consigam ser entregues com maior agilidade se comparados com técnicas tradicionais.

Além disso, o uso deste tipo de tecnologia garante que o armazenamento dos trabalhos em forma de arquivos, evitando que sejam ocupados espaços para abrigar estes produtos ocasionando possíveis desgastes e/ou fraturas dos materiais. Entretanto, Davidowitz (2011) menciona no seu estudo que o uso do formato CAD/CAM possui desvantagens, como o investimento inicial alto do equipamento e software, como também, na qualificação e treinamento do profissional para a utilização deste sistema, e por fim, é esperado um alto fluxo de trabalho para se obter um bom retorno do investimento.

3.2 Técnicas de Fabricação das Resinas CAD/CAM

3.2.1 Sob Pressão e Temperatura

Segundo Iwaki *et al.* (2020) quando submete um bloco PMMA sob temperatura e pressão controlada é possível obter melhor polimerização do PMMA, diminuindo os monômeros livres, porosidade, e aumentando as propriedades mecânicas. Portanto, a partir disto foram realizados estudos em ambiente controlado, através da termopolimerização sob pressão, e de acordo com Nguyen *et al* (2012) foi possível constatar aumento significativo da resistência à flexão.

3.2.2 *Manufatura Aditiva*

Segundo Ozberk *et al.* (2024) a técnica de manufatura aditiva é realizada através de sistemas que permitem a fabricação de um objeto projetado em 3D. Produzido por meio da deposição de camada por camada com o auxílio do computador. Além disso, esta metodologia também é mencionada como “o processo de combinar materiais por meio de camadas”, a partir de dados de um modelo gerado a partir arquivos digitais STL, em contraste com os métodos de manufatura subtrativa,

3.2.3 *Reforço Cerâmico*

Segundo El Zhawi *et al.* (2016) a técnica denominada Polymer-Infiltrated Ceramic Network (PICN) está relacionada com um material de rede cerâmica porosa infiltrada com um vidro de baixa viscosidade. Portanto, a parte inorgânica é uma cerâmica feldspática, enquanto a sua composição orgânica é composta por dimetacrilatos (UDMA e TEGDMA). A estrutura tridimensional interconectada de rede dupla é diferente se comparada aos compósitos tradicionais, nos quais apenas a fase da matriz é contínua. A estrutura cerâmica proporciona resistência à deformidade e ao desgaste, mas é frágil e suscetível à fratura. A rede polimérica dúctil, capaz de sofrer deformação plástica, confere resistência à fratura.

3.3 Resinas CAD utilizadas na confecção de modelos odontológicos

Segundo Alhuda S. *et al.* (2024) atualmente a maioria das restaurações produzidas por meio do sistema CAD/CAM são fabricadas com vitrocerâmicas (termoplastificadas), cerâmicas cristalinas (alumina) e cerâmicas policristalinas (alumina e zircônia). Estes materiais são classificados como compostos inorgânicos, contendo subprodutos como sílica, feldspato e alumina que proporcionam a estas restaurações a capacidade de resistir às forças mastigatórias e de oclusão exercidas. No entanto, durante o processo de fresagem podem sofrer fraturas e/ou lascamentos.

Os materiais empregados na fabricação digital são classificados em blocos CAD/CAM pré-polimerizados, utilizados em sistemas de fresagem, e resinas fotopolimerizáveis líquidas, destinadas às impressoras 3D (RUSE *et al.*, 2014). As resinas CAD/CAM diferem das resinas convencionais por apresentarem polimerização controlada sob alta pressão e temperatura, o que resulta em maior conversão monomérica, baixa porosidade e propriedades mecânicas superiores.

Entre as categorias disponíveis destacam-se as resinas híbridas e nanocerâmicas, compostas por uma matriz orgânica resinosa e partículas cerâmicas

de sílica ou zircônia, que conferem rigidez e resistência ao desgaste (MIURA *et al.*, 2020). Outro grupo importante é o das resinas infiltradas por cerâmica (PICN), nas quais uma rede cerâmica é permeada por polímero, combinando alta resistência à fratura com elasticidade semelhante à dentina natural.

Nas impressoras 3D, as resinas líquidas são geralmente baseadas em metacrilatos ou dimetacrilatos, com fotoiniciadores e pigmentos que determinam sua viscosidade e estabilidade dimensional. A composição química e o grau de cura influenciam diretamente a precisão e a estabilidade dos modelos impressos, sendo observadas diferenças significativas entre marcas comerciais e protocolos de pós-cura (MIURA *et al.*, 2020).

3.4 Estudos anteriores sobre a precisão dimensional de impressoras 3D e materiais

Diversos estudos experimentais compararam o desempenho de diferentes impressoras 3D quanto à acurácia e precisão na produção de modelos odontológicos. Nulty *et al.* (2022) analisaram 12 impressoras de tecnologias distintas e observaram variações estatisticamente significativas entre os sistemas, embora a maioria tenha produzido resultados clinicamente aceitáveis.

Impressoras com tecnologia DLP oferecem resultados de alta precisão, outra vantagem é a capacidade de produzir modelos impressos 3D em um tempo menor em relação às impressoras 3D SLA. A tecnologia DLP é feita através de um projetor de luz digital, que é a fonte de luz para a fotopolimerização da resina. A impressão LCD é uma alternativa mais acessível, comparadas as impressoras 3D de polimerização em cuba, um display de cristal líquido é utilizado como fonte de luz nessas impressoras 3D e não há necessidade de expandir luz por meio de lentes ou outros dispositivos, sendo assim, esse processo confere vantagem a essa tecnologia, pois o resultado não é afetado por distorções de pixels (TSOLAKIS *et al.*, 2022).

Tsolakis *et al.* (2022) compararam impressoras DLP e LCD e verificaram diferenças de precisão na faixa de um valor $p < 0,05$, ressaltando que fatores como espessura de camada e orientação de impressão impactam diretamente nos resultados. Kim *et al.* (2022) também confirmaram diferenças entre tecnologias SLA, DLP e LCD, destacando que a escolha da impressora deve considerar não apenas custo, mas também o grau de detalhamento exigido na aplicação clínica.

Em síntese, embora todas as tecnologias possam produzir modelos funcionais, a literatura indica que as variações tecnológicas e de materiais resultam em níveis distintos de fidelidade geométrica, justificando a comparação experimental entre equipamentos e resinas.

3.5 Fatores que influenciam a precisão dos modelos impressos

A precisão dimensional de modelos 3D é influenciada por uma série de variáveis técnicas e ambientais. O tipo de tecnologia utilizada (SLA, DLP ou LCD) determina a resolução de voxel, a intensidade de luz e a forma de polimerização, fatores que impactam diretamente o controle geométrico da peça (ALGHAULI *et al.*, 2024).

Outros fatores determinantes incluem a orientação de impressão, a espessura das camadas, a calibração da plataforma e o pós-processamento, que engloba lavagem com solventes e cura UV complementar. Estudos demonstram que o aumento do ângulo de orientação e a redução da espessura de camada melhoram a reproduibilidade, mas elevam o tempo de produção (GARCÍA-GIL *et al.*, 2025). Já o protocolo de pós-cura, se inadequado, pode gerar contrações adicionais e distorções dimensionais (EISHEBINY *et al.*, 2024).

A composição da resina também exerce papel relevante: materiais com maior teor cerâmico e menor conteúdo de monômero tendem a sofrer menos contração e deformação. Portanto, o controle rigoroso dessas variáveis é essencial para garantir resultados confiáveis e comparáveis entre diferentes impressoras.

3.6 Importância da avaliação in vitro para controle de variáveis experimentais

A avaliação dimensional de modelos odontológicos impressos em 3D é fundamental para determinar se a tecnologia empregada apresenta acurácia e precisão compatíveis com as exigências clínicas. Estudos in vitro são essenciais para essa análise, pois permitem o controle rigoroso de variáveis que, em ambiente clínico, seriam impossíveis de padronizar, como umidade, movimentação do paciente e variações anatômicas (SHIN *et al.*, 2020).

Nesse tipo de delineamento experimental, é possível utilizar o mesmo arquivo digital de referência, o mesmo material de impressão e as mesmas condições de processamento para todas as amostras, garantindo que qualquer diferença dimensional observada decorra exclusivamente do equipamento ou protocolo avaliado (EMIR *et al.*, 2021).

Além disso, os estudos in vitro possibilitam maior confiabilidade estatística, uma vez que permitem ampla replicação das amostras, facilitando a mensuração detalhada de variações microscópicas, o que nem sempre é viável em condições clínicas. Dessa forma, estes estudos representam uma etapa indispensável para a validação de impressoras 3D e resinas odontológicas antes de sua aplicação definitiva em pacientes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo qualitativo do tipo laboratorial, *in vitro*, os dados foram obtidos nos Laboratório de Prótese Dentária do Curso de Odontologia do Centro Universitário Christus (Fortaleza, Ceará, Brasil), e no laboratório Evoclear (Fortaleza, CE, Brasil), visando analisar e comparar as diferenças dimensionais dos modelos impressos em resina a partir de um arquivo CAD padrão, produzidos por duas impressoras 3D e respectivas resinas.

4.2 Delineamento Experimental: MEDIT I700

Esse estudo laboratorial foi seguido de acordo com os delineamentos de blocos, sendo formados por impressoras 3D a serem avaliados. Cada grupo era composto por uma marca diferente, sendo G1 (amarelo) composto pela impressora Miicraft 125 e resina Smart Dent, enquanto G2 (laranja) pela Anycubic Photon Mono X e resina Aqua Ortho. Foi realizado o escaneamento de uma peça mestra com valores padronizados confeccionada em alumínio, resultando em 2 grupos experimentais de forma independente. O delineamento seguiu um esquema em blocos por grupo experimental. Foram definidos 2 grupos G1 e G2 (Tabela 1).

Os modelos impressos foram obtidos a partir de uma peça mestra confeccionada em alumínio de alta densidade com dimensões padronizadas (Figura 1). A partir do escaneamento da peça mestra foi gerado o arquivo referência (STL). Para cada grupo foram produzidas 7 réplicas ($n = 7$ por grupo). Cada réplica foi medida 3 vezes de forma independente (repetições do escaneamento e da análise), resultando em 42 medições ao todo (2 grupos \times 7 unidades \times 3 repetições).

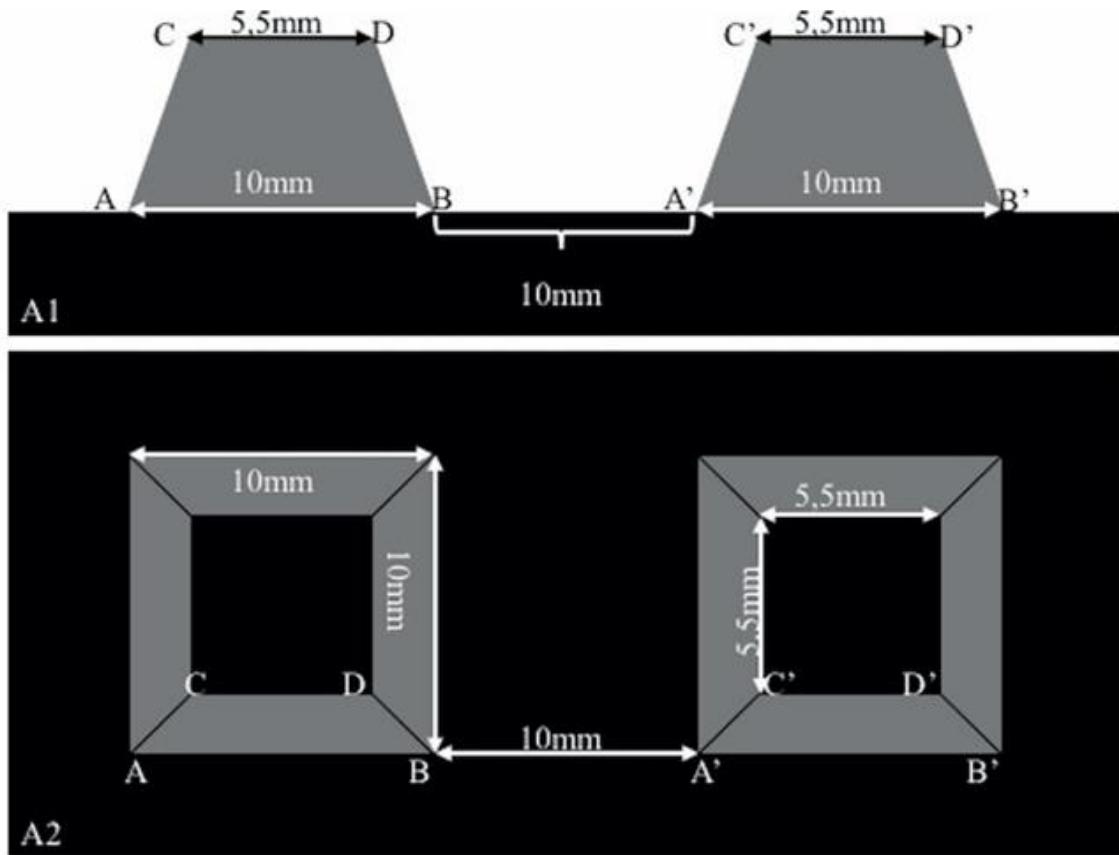
4.3 Matriz mestra (modelo padrão)

A matriz mestra apresenta pirâmides com medidas padronizadas: distância entre pirâmides 10,0 mm (B–A'), base das pirâmides 10,0 mm (A–B e A'–B') e topo das pirâmides 5,5 mm (C–D e C'–D'). O arquivo referência foi obtido com o escâner Medit I700, que serviu como padrão de referência (gold standard) para todas as comparações (Figura 1).

Foi confeccionada uma matriz mestra, usada como modelo padrão, confeccionada em alumínio de alta densidade, com dimensões previamente padronizadas (Figura 1). As dimensões do modelo foram: distância entre as pirâmides

de 10 mm (B-A'), base da pirâmide A e B de 10 mm (A-B e A'-B') e o topo da pirâmide A e B de 5,5 mm (C-D e C'-D').

Figura 1 - Desenho esquemático da matriz mestra com os valores das distâncias avaliadas.



Fonte: VIEIRA et al., 2024

4.4 Protocolo de impressão e pós-processamento

Para reduzir variabilidade, todas as impressões seguiram protocolo padronizado, aplicado a ambos os grupos, exceto as características intrínsecas da impressora/resina:

- Parâmetros de impressão:** espessura de camada 50 µm, orientação de impressão padronizada, preenchimento padrão, posicionamento e configuração de suportes idênticos entre réplicas.
- Resina:** utilização das resinas conforme recomendações do fabricante, com registro do número de lote em cada unidade experimental.
- Lavagem:** imersão em álcool isopropanol 90% por tempo padronizado e secagem por ar comprimido.

4. **Pós-cura:** realizada em equipamento de pós-cura, com tempo e intensidade de luz padronizados conforme especificações dos fabricantes.
5. **Condições ambientais:** temperatura e umidade controladas e registradas durante impressão e pós-processamento.

4.5 Aquisição dos modelos digitais dos espécimes impressos

Cada réplica impressa foi digitalizada utilizando o escâner intra-laboratorial de alta precisão, gerando arquivos STL para análise. Para cada réplica realizou-se três escaneamentos independentes com objetivo de avaliar a reproduzibilidade (precisão) das medições.

4.6 Processamento e comparação 3D

1. **Alinhamento:** os arquivos STL das réplicas foram alinhados ao arquivo referência (matriz mestra) por melhor ajuste (“best-fit”) utilizando software de metrologia (ex.: Geomagic Control X, CloudCompare ou equivalente).
2. **Parâmetros de comparação:** cálculo de medidas de trueness (diferença média entre réplica e referência) e precision (variabilidade entre repetições da mesma unidade). Foram extraídos: desvio médio global (μm), desvio RMS, desvio máximo e mínimo, e mapas de desvio superficial (heat-maps).
3. **Pontos/medidas lineares:** além da análise de nuvem/superfície, mediu-se as distâncias geométricas definidas na matriz (B–A', A–B, C–D etc.) em cada modelo para comparações pontuais.

4.7 Critérios de qualidade dos dados e tratamento de medições

Cada repetição foi inspecionada. Medições com erros evidentes, como falha de escaneamento, bolhas ou suportes mal removidos foram excluídas mediante justificativa documentada.

Para cada unidade calculou-se a média das três repetições, sendo este valor utilizado nas análises comparativas entre grupos.

4.8 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com cálculo de média, desvio padrão, mediana e intervalo interquartílico das diferenças dimensionais.

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro–Wilk, e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene.

Quando atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade, aplicou-se a ANOVA unidirecional, seguida do teste post-hoc de Tukey. Caso contrário, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal–Wallis, seguido do teste de Dunn. O nível de significância adotado foi de $\alpha = 0,05$.

4.9 Considerações éticas e registros

Por se tratar de estudo *in vitro*, não há necessidade de termo de consentimento; contudo, o projeto deverá ser registrado e aprovado conforme normas institucionais (COMEP/Plataforma Brasil), quando exigido. Todos os materiais (números de lote das resinas, modelos de impressora e parâmetros) serão registrados e relatados na seção Materiais e Métodos.

4.10 Limitações

Foram analisados que fatores como variação entre lotes de resina, ajustes de parâmetros de impressão e condições ambientais podem influenciar os resultados obtidos. Assim, os achados deste estudo se aplicam exclusivamente às condições experimentais descritas e aos materiais e equipamentos utilizados.

Tabela 1 - Descrição dos grupos experimentais, impressoras 3D, tecnologia de impressão, fabricante, resina utilizada e lote utilizado no presente estudo

GRUPO	IMPRESSORA 3D	TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO	FABRICANTE (PAÍS)	RESINA UTILIZADA	FABRICANTE DA RESINA (PAÍS)	LOTE
G1 AMARELO	Miicraft 125	DLP (Digital Light Processing)	MiiCraft – Raydent, Taiwan	Smart Dent	Smart Dent Dental Materials, Brasil	PRUS 041/25
G2 LARANJA	Anycubic Photon Mono X	LCD (Masked Stereolithography)	Anycubic, China	Acqua Ortho	FGM Dental Group, Brasil	25E606

5 RESULTADOS

5.1 Análise estatística dos resultados

Foram analisadas duas amostras por grupo experimental, divididas em sete réplicas ($n = 7$) para cada grupo. Os grupos experimentais foram denominados G1 (Amarelo) e G2 (Laranja).

Para a análise da previsibilidade dimensional das amostras em relação à matriz mestra, foram realizadas medições em regiões previamente determinadas, com três repetições por ponto, sendo posteriormente calculada a média dos valores obtidos (Tabelas 2 e 3).

Os dados foram expressos em forma de média e desvio-padrão ($\pm DP$), submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e comparados com as medidas de referência por meio do teste t para uma amostra (1-sample t test). A comparação entre os grupos foi realizada pelo teste t de Student para amostras independentes, considerando dados paramétricos e nível de significância de $p < 0,05$.

Tabela 2: Análise das médias obtidas para o G1 (amarelo) em comparação com os valores de referência da matriz mestra. Pontos referenciais: A-B; A'-B'; B-A'; C-D; C'-D'. Cada grupo experimental foi composto por sete réplicas ($n=7$), identificadas como B1 a B7.

G1 Amarela Média (mm)	Referência	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
A-B	10	9,20	9,17	9,43	9,33	9,23	9,23	9,23
A'-B'	10	9,47	9,33	9,17	9,37	9,37	9,37	9,37
B-A'	10	10,17	9,90	9,80	10,17	9,97	10,07	10,07
C-D	5,5	4,97	5,0	4,97	5,0	4,93	5,07	4,97
C'-D'	5,5	5,10	5,10	5,0	5,03	5,03	5,10	5,17

Tabela 3: Análise das médias obtidas para o G2 (Laranja) em comparação com os valores de referência da matriz mestra. Pontos referenciais: A-B; A'-B'; B-A'; C-D; C'-D'. Cada grupo experimental foi composto por sete réplicas ($n = 7$), identificadas como B1 a B7.

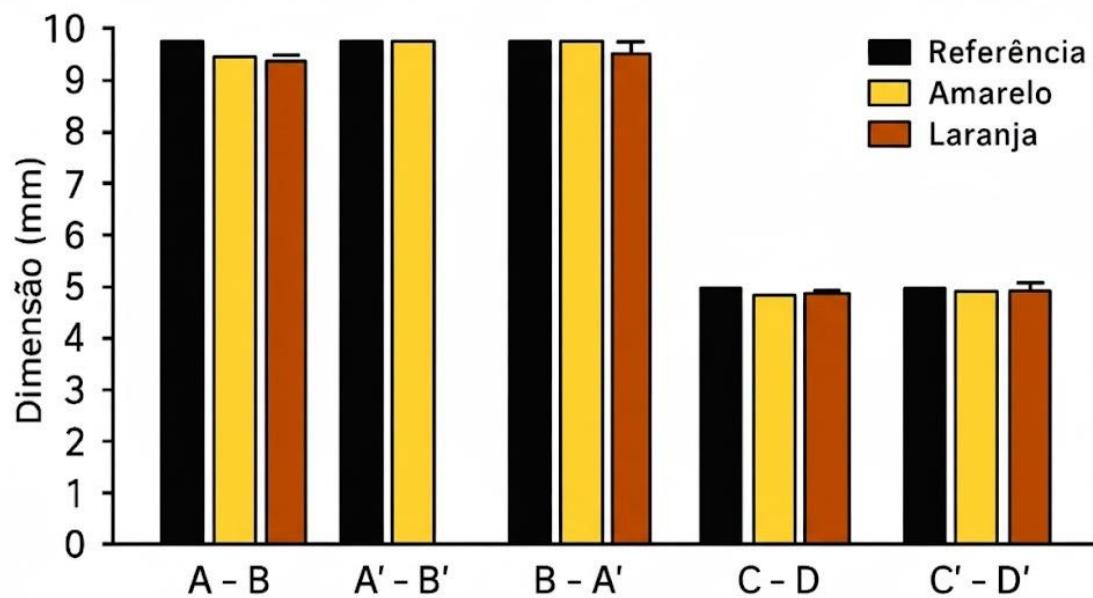
G2 Laranja Média (mm)	Referência	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
A-B	10	9,37	9,77	9,87	9,47	9,57	9,87	9,70
A'-B'	10	9,87	10,07	10,03	9,63	9,87	10,0	9,70
B-A'	10	9,67	9,73	10,07	9,80	9,97	9,73	9,80
C-D	5,5	5,23	5,40	5,27	5,60	5,57	5,40	5,80
C'-D'	5,5	5,43	5,37	5,27	5,67	5,53	5,53	5,83

As médias obtidas demonstraram que o G1 (Amarelo) apresentou valores inferiores aos de referência, indicando desvios negativos significativos em relação à matriz mestra. Já o G2 (Laranja) apresentou resultados mais próximos aos valores de referência, com menores desvios e variações menos expressivas.

A análise estatística revelou que as diferenças entre os grupos G1 e G2 foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$), sugerindo comportamentos dimensionais distintos entre as impressoras utilizadas.

Esses achados estão ilustrados no Gráfico 1, que apresenta o desvio-padrão e a média dos valores obtidos para cada grupo, evidenciando o melhor desempenho dimensional do G2 (Laranja).

Gráfico 1: Análise estatística do G1 (Amarelo) e G2 (Laranja) com base nos valores de referência da matriz mestra, demonstrando o desvio padrão de cada uma.



6 DISCUSSÃO

Esse estudo avaliou as diferenças dimensionais de dois grupos experimentais obtidos através da impressão odontológica no software único pré-definido, estes dois grupos foram separados em G1 (amarelo) e G2 (laranja), realizando 7 duplicatas para cada um deles sendo submetidos a uma serie de medições e análises estatísticas. Os resultados obtidos revelam maior previsibilidade do grupo G2 (laranja) em relação ao grupo G1 (amarelo), estando mais próximo das medidas referenciais.

Os resultados deste estudo demonstram que a resina utilizada e sua forma de manipulação geraram resultados mais significativos ao modelo padrão utilizado, podendo este ser considerado mais preciso se comparado ao grupo G1.

É importante destacar algumas limitações metodológicas do presente estudo. Inicialmente, durante o estudo foi avaliado apenas dois tipos de resina, sem considerar outras resinas com possíveis variações que já estão em uso no mercado. Além disso, o método de medição adotado, realizado manualmente com o auxílio da régua digital, pode considerar uma limitação do presente estudo. Visto que, medições manuais podem apresentar maior susceptibilidade a erros e variações de posicionamento, influenciando na confiabilidade dos dados obtidos.

As diferenças dimensionais entre dois grupos de modelos impressos em resina por tecnologia odontológica 3D, demonstra que o grupo G2 apresentou maior previsibilidade em relação às medidas referenciais quando comparado ao grupo G1. Essa constatação está alinhada com evidências da literatura que indicam que a precisão dimensional de modelos impressos depende diretamente do tipo de resina utilizada, de suas propriedades físico-químicas e do protocolo de pós-cura empregado (BUD *et al.*, 2021).

Pesquisas demonstram que a impressão 3D aplicada à odontologia apresenta níveis de precisão considerados clinicamente aceitáveis para a maioria das aplicações, incluindo ortodontia, reabilitação protética, planejamento digital e confecção de guias cirúrgicos. Entretanto, a magnitude dos erros de *trueness* e *precision* pode variar amplamente de acordo com a tecnologia de impressão, o tipo de resina, a espessura de camada e o pós-processamento (ETEMAD-SHAHIDI *et al.*, 2020). Os achados deste estudo corroboram essa tendência, uma vez que o grupo G2 (laranja) apresentou menor divergência dimensional, aproximando-se mais do modelo de referência.

Estudos comparando diferentes resinas fotopolimerizáveis demonstram que há diferenças significativas na fidelidade dimensional entre os materiais disponíveis no mercado. A *trueness* tende a ser mais afetada por fatores como contração de polimerização, viscosidade e estabilidade térmica da resina, enquanto a *precision* costuma ser mais consistente entre tipos de resina quando o protocolo de impressão é padronizado (BUD *et al.*, 2021).

Além disso, estudos comparativos entre modelos convencionais em gesso e modelos impressos em 3D mostram que, apesar das vantagens operacionais dos métodos digitais, como maior reproduzibilidade, agilidade e integração ao fluxo digital, ainda podem ocorrer variações dimensionais superiores às observadas no gesso, especialmente quando se utilizam impressoras de menor resolução ou resinas com alto índice de contração (CHOI *et al.*, 2019). Por outro lado, pesquisas mais recentes confirmam que tecnologias baseadas em fotopolimerização, como estereolitografia (SLA) e projeção de luz digital (DLP), têm apresentado desempenho dimensional superior quando comparadas a métodos mais simplificados de impressão (PARK *et al.*, 2021), justificando a maior previsibilidade observada no grupo G2 no presente estudo.

Por fim, a literatura demonstra que a espessura da camada de resina aplicada na técnica aditiva pode influenciar na precisão, visto que, camadas de menor espessura podem apresentar menor precisão, devido ao aumento de numero de camadas , posicionamento da plataforma , e maior risco de distorções e falhas. (ARNOLD *et al.*, 2024). Entretanto, outros autores, (Zhang *et al.*, 2019) constataram que, na impressão SLA, a precisão aumenta conforme a espessura da camada diminui, pois mais pontos promovem superfícies mais suaves.

7 CONCLUSÃO

Com base na análise dimensional dos modelos em resina CAD obtidos por duas impressoras 3D odontológicas, foi possível concluir que o Grupo G2 (laranja) apresentou maior fidelidade dimensional quando comparado ao Grupo G1 (amarela). Os resultados indicam que a tecnologia de impressão e os parâmetros operacionais exercem influência direta sobre a precisão dos modelos produzidos. Assim, a escolha adequada da impressora 3D é fundamental para garantir qualidade, previsibilidade e reproduzibilidade em aplicações odontológicas digitais.

REFERÊNCIAS

- ABU ALHUDA, S. et al. Current Evidence and Advances in CAD-CAM Resin Composite Blocks for Chairside Dental Restorations: Where Are We Now? A Scoping Review. **Applied Sciences**, v. 14, n. 22, art. 10423, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/22/10423>. Acesso em: 13 nov. 2025.
- ALGHAULI, M. A. et al. Impact of 3D printing orientation on accuracy, properties, cost, and time efficiency of additively manufactured dental models: a systematic review. **BMC Oral Health**, v. 24, art. 1550, 2024. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-05365-5>. Acesso em: 11 nov. 2025.
- DAVIDOWITZ, G.; KOTICK, P. G. The use of CAD/CAM in dentistry. **Dental Clinics of North America**, v. 55, n. 3, p. 559–570, 2011. Disponível em: [https://www.dental.theclinics.com/article/S0011-8532\(11\)00020-0/fulltext](https://www.dental.theclinics.com/article/S0011-8532(11)00020-0/fulltext). Acesso em: 13 nov. 2025.
- BUD, E. S. et al. Accuracy of Three-Dimensional (3D) Printed Dental Digital Models Generated with Three Types of Resin Polymers by Extra-Oral Optical Scanning. **Journal of Clinical Medicine**, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/10/9/1908>. Acesso em: 26 nov. 2025.
- CHOI, J. W. et al. Three-Dimensional Evaluation on the Accuracy of Conventional and Milled Gypsum Models and 3D Printed Photopolymer Models. **Materiais**, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/12/21/3499>. Acesso em: 26 nov. 2055.
- EL SHEBINY, T. et al. Effect of printing technology, layer height, and orientation on the accuracy of 3D-printed dental models. **Journal of Dentistry**, v. 151, p. 105431, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38670838/>. Acesso em: 09 nov. 2025.
- EMIR, F. et al. In vitro accuracies of 3D printed models manufactured by different 3D printing technologies. **BMC Oral Health**, v. 21, p. 138, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8244942/>. Acesso em: 02 nov. 2025.
- ETEMAD-SHAHIDI, Y. et al. Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 124, n. 4, p. 642–648, 2020. Disponível em: [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(19\)30704-X/fulltext](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(19)30704-X/fulltext). Acesso em: 13 nov. 2025.
- GARCÍA-GIL, I. et al. Influence of the print orientation and external shell thickness on the accuracy of 3D printed master casts for fixed dental prostheses. **BMC Oral Health**, v. 25, n. 1, art. 532, 2025. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-025-05944-0>. Acesso em: 11 nov. 2025.
- IWAKI, M. et al. Mechanical properties of a polymethyl methacrylate block for CAD/CAM. **Journal of Oral Science**, v. 62, n. 4, 2020. Disponível em:

https://www.jstage.jst.go.jp/article/josnusd/62/4/62_402/_article. Acesso em: 13 nov. 2025.

KIM, J. H. et al. Accuracy comparison among 3-D printing technologies to produce dental models. **Applied Sciences**, v. 12, n. 17, p. 8425, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/17/8425>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MIURA, S.; FUJISAWA, M. Current status and perspective of CAD/CAM-produced resin composite crowns: a review of clinical effectiveness. **Japanese Dental Science Review**, v. 56, n. 1, p. 184-189, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7704397/>. Acesso em: 13 nov. 2025.

NÉMETH, A. et al. Clear guidance to select the most accurate technologies for full-arch dental models: network meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 6764, 2023. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-33920-7>. Acesso em: 13 nov. 2025.

NULTY, A. et al. A comparison of trueness and precision of 12 3D printers used in dentistry. **BDJ Open**, v. 8, n. 1, p. 14, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9135705/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

OZBERK, T. et al. The use of additive manufacturing technologies in restorative dentistry. **Cyprus Journal of Medical Sciences**, 2024. Disponível em: <https://cjms.com.cy/index.php/cjms/article/view/1166>. Acesso em: 13 nov. 2025.

PARK, J. M.; SHIN, S. Y. Three-Dimensional Evaluation of the Accuracy of Complete-Arch Dental Models Fabricated Using Various 3D Printing Technologies. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32958301/>. Acesso em: 26 nov. 2025.

RUSE, N. D.; SADOUN, M. J. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. **Journal of Dental Research**, v. 93, n. 12, p. 1232-1234, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4462808/>. Acesso em: 18 nov. 2025.

SHIN, S. H. et al. Evaluation of the 3D printing accuracy of a dental model: analysis of internal structure and presence of cross-arch plate. **Clinical Oral Investigations**, v. 24, n. 8, p. 2995-3004, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7729473/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

SRINIVASAN, M. et al. CAD-CAM complete denture resins: an evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface characteristics. **Journal of Dentistry**, v. 114, p. 103785, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030057122100236X>. Acesso em: 13 nov. 2025.

TAPIE, L.; LEBON, N.; MAWUSSI, B.; FRON-CHABOUIS, H.; DURET, F.; ATTAL, J-P. Understanding dental CAD/CAM for restorations – the digital workflow from a mechanical engineering viewpoint. **International Journal of Computerized**

Dentistry, v. 18, n. 1, p. 21–44, 2015. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25911827/>. Acesso em: 13 nov. 2025.

TIAN, Y. et al. A review of 3D printing in dentistry: technologies, applications, and future trends. **Polymers**, v. 13, n. 16, p. 2708, 2021. Disponível em:
<https://www.mdpi.com/2073-4360/13/16/2708>. Acesso em: 13 nov. 2025.

TSOLAKIS, I. A. et al. Comparison in terms of accuracy between DLP and LCD printing technology for dental model printing. **Materials**, v. 15, n. 20, p. 7331, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9600557/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

VINCZE, Z. É. et al. Evaluation of the dimensional stability of 3D-printed dental models. **BMC Oral Health**, v. 24, n. 1, p. 550, 2024. Disponível em:
<https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-024-04860-1>. Acesso em: 13 nov. 2025.

Arnold, C.; Riß, L.; Hey, J.; Schweyen, R. Dimensional Accuracy of Different Three-Dimensional Printing Models as a Function of Varying the Printing Parameters. **Materials**, v. 17, n. 14, p. 3616, 2024. DOI: 10.3390/ma17143616. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/14/3616>. Acesso em: 25 nov. 2025.

ZHANG, Z.-C.; LI, P.-L.; CHU, F.-T.; SHEN, G. Influence of the three-dimensional printing technique and printing layer thickness on model accuracy. **Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie**, v. 80, n. 4, p. 194–204, 2019. DOI: 10.1007/s00056-019-00180-y. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s00056-019-00180-y>. Acesso em: 8 dez. 2025.

ANEXOS

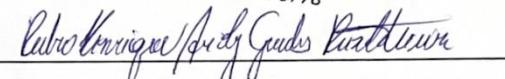
TERMO DE DISPENSA AO COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP)

Eu, Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira, CPF: 012.548.923-46, professor do curso de Odontologia Unichristus, pesquisador responsável pelo projeto **"AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DE MODELOS EM RESINA CAD OBTIDOS POR DUAS IMPRESSORAS 3D ODONTOLÓGICAS: ESTUDO IN VITRO"** das alunas CAMILA RAYANE ALVES PEREIRA e FRANCISCA JAYANE FREITAS BRAGA, declaro DISPENSA ao Comitê de Ética em Pesquisa para a realização desse projeto tendo em vista que o presente estudo experimental observacional sem utilização de humanos, tecidos biológicos e/ou animal.

Nestes termos, me comprometo a cumprir todas as diretrizes e normas reguladoras da metodologia científica, referentes a informações obtidas com o Projeto.

Atenciosamente,

Dr. Pedro Acioly
Cirurgião-dentista
Prótese Dentária
CRO-CE 6778



Prof. Dr. Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira
Fortaleza - CE, 10/11/2015

TERMO DE FIEL DEPOSITÁRIO

Eu, Andréa Galvão Marinho, fiel depositário do Laboratório de Prótese da Clínica Escola de Odontologia-Unichristus, situada na cidade de Fortaleza, estado do Ceará, declaro que o pesquisador Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira (orientador) e as alunas Camila Rayane Alves Pereira e Francisca Jayane Freitas Braga, estão autorizados a realizar nesta instituição projeto de pesquisa: "AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DE MODELOS EM RESINA COMPOSTA CAD OBTIDOS POR DUAS IMPRESSORAS 3D ODONTOLÓGICAS: ESTUDO IN VITRO". Cujo objetivo geral é avaliar a precisão e a estabilidade dimensional de modelos em resina CAD obtidos por duas impressoras 3D odontológicas, por meio de um estudo experimental in vitro.

Ressalto que estou ciente de que serão garantidos os direitos, dentre outros assegurados pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, de:

- 1) Garantia de confidencialidade do anonimato e da não utilização das informações em prejuízo dos outros.
- 2) Emprego dos dados somente para fins previstos nesta pesquisa.
- 3) Retorno dos benefícios obtidos por meio deste estudo para as pessoas e a comunidade onde ele foi realizado.

Fortaleza-CE, 15 de dezembro de 2015

Andréa Galvão

Cirurgiã-dentista

Médico da Clínica Escola de Odontologia Unichristus

Profa. Andréa Galvão Marinho

Coordenação da Clínica Escola de Odontologia - Unichristus



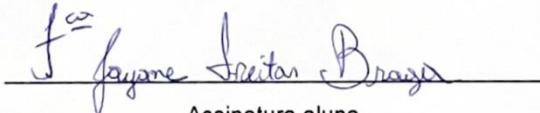
**CURSO DE ODONTOLOGIA
CARTA DE ACEITE DO ORIENTADOR**

Eu, Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira, Professor do Centro Universitário Christus - Unichristus, aceito orientar as alunas: Camila Rayane Alves Pereira e Francisca Jayane Freitas Braga, regularmente matriculado no curso de Odontologia da Unichristus, no desenvolvimento do projeto de pesquisa. O tema de estudo será: "**AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DE MODELOS EM RESINA CAD OBTIDOS POR DUAS IMPRESSORAS 3D ODONTOLÓGICAS: ESTUDO IN VITRO**". Os encontros de orientação serão presenciais e ocorrerão mensalmente na 1º Quarta - Feira de cada mês e no horário de 14:00 às 16:00, contabilizando 2 horas mensais.

Caso o dia de orientação caia em dia de feriado, deverá haver reposição a combinar entre professor e aluno.

Comprometo-me a cumprir os regulamentos gerais do Trabalho de Conclusão de Curso, que são conhecidos por mim.

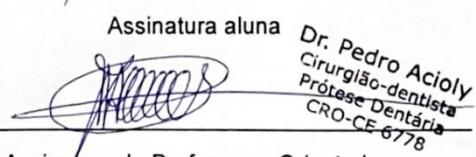
Atenciosamente,



Assinatura aluna



Assinatura aluna



Dr. Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira
Cirurgião-dentista
Prótese Dentária
CRO-CE 6778
Assinatura do Professor e Orientador

Fortaleza-CE, 11/11/2025