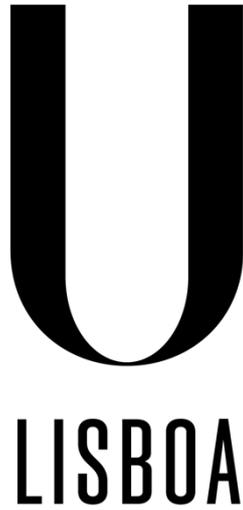


**Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária**



**UNIVERSIDADE
DE LISBOA**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E FIDELIDADE DO MÉTODO DE
IMPRESSÃO DIGITAL vs. CONVENCIONAL**

**E A INFLUÊNCIA DA DIREÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO, TIPO
DE *SCANNER* E EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA DO OPERADOR**

DIOGO MIGUEL DA COSTA CABECINHA PACHECO VIEGAS

Orientadores:

Prof. Doutor João Tiago Mourão

Coorientador: Prof. Doutor João Carlos Roque

Coorientador: Prof. Doutor Guilherme Saavedra

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor em MEDICINA
DENTÁRIA, na especialidade de Reabilitação Oral

2021

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E FIDELIDADE DO MÉTODO DE
IMPRESSÃO DIGITAL vs. CONVENCIONAL**

**E A INFLUÊNCIA DA DIREÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO, TIPO
DE *SCANNER* E EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA DO OPERADOR**

DIOGO MIGUEL DA COSTA CABECINHA PACHECO VIEGAS

Orientadores: Prof. Doutor João Tiago Mourão

Coorientadores: Prof. Doutor João Carlos Roque

Prof. Doutor Guilherme Saavedra

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor em MEDICINA DENTÁRIA, na especialidade de Reabilitação Oral

Presidente do Júri:

- Doutor Jaime Pereira Fontes de Almeida Portugal, Professor Catedrático e Presidente do Conselho Científico da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

Vogais:

- Doutor Marco António Bottino, Professor Titular Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Brasil;
- Doutor João Carlos Ramos, Professor Auxiliar Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra;
- Doutor João Tiago Cardoso Gonçalves Mourão, Professor Associado com Agregação Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, orientador;
- Doutor Duarte Nuno da Silva Marques, Professor Associado com Agregação Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa;
- Doutora Maria Cristina Bettencourt Neves, Professora Auxiliar com Agregação Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa;

Viegas, Diogo Miguel Cabecinha Pacheco
Avaliação da precisão e fidelidade do método de impressão digital vs. convencional
e a influência da direção de digitalização, tipo de *scanner* e experiência do operador /
Diogo Miguel Cabecinha Pacheco Viegas. – Lisboa : [s.n.], 2020.
177 f. : il.

Orientador: João Tiago Mourão
Coorientador: João Carlos Roque
Coorientador: Guilherme Saavedra

Tese de Doutoramento – Universidade de Lisboa (UL),
Faculdade de Medicina Dentária, Lisboa, 2020

1. Impressão convencional. 2. Impressão intraoral. 3. Exatidão. 4. Precisão. 5 Reprodutibilidade.

I. Universidade de Lisboa (UL), Faculdade de Medicina Dentária, Lisboa.
II. Título

Ficha catalográfica

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo o mundo vê”

Arthur Schopenhauer

“As grandes vitórias não se conseguem com mentes pequenas.”

José Felix Mourinho

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Maria Hermínia e José Miguel**, pela oportunidade que me deram em estudar e tornar-me o que sou hoje. Não foram apenas pais, mas amigos, pois incentivaram-me a prosseguir com dignidade, e nunca desistir. Esta vitória também lhes pertence!

À minha mulher e amiga **Joana**, que esteve presente em todos os momentos, por me deixar correr atrás dos meus sonhos. Obrigado pela ajuda, paciência, incentivo e amor dedicados à nossa FAMÍLIA e principalmente por ser a mãe dos meus dois filhos maravilhosos, **Zé Diogo e Maria Rita**.

Aos meus filhos, **Zé Diogo e Maria Rita**, agradeço a vossa compreensão, inspiração e peço desculpas pela minha ausência em muitos momentos importantes. Vocês foram e serão o maior motivo da minha árdua batalha nesta vida. Se esta etapa é uma nova conquista, ela não é só minha: É NOSSA!

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, através do seu Diretor, Prof. Doutor Luís Pires Lopes.

Aos **Membros do Júri examinador (titulares e suplentes)** deste concurso, que tão prontamente aceitaram o convite.

Aos Professores das Disciplinas de Prostodontia Fixa e Prótese Dentária, respectivamente, **João Tiago Mourão, Joaquim Valente, José Carracho, Pedro Rabaço, Rita Macedo, Manuel Marques, Leonel Gonzalez, João Carlos Roque, João Paulo Martins** pelos ensinamentos transmitidos e pelas oportunidades concedidas. Fui recebido no departamento e acreditaram no meu potencial e vontade de crescer e aprender.

Ao Prof. Doutor **João Tiago Mourão** pelas oportunidades profissionais e pelo incansável incentivo e apoio dispensados. Tê-lo como exemplo é uma grande fonte de inspiração!

Ao Prof. Doutor **João Carlos Roque** pelas orientações e atenção dispensados no decorrer da minha vida académica.

Ao Prof. Doutor **João Caramês** por ter apadrinhado a parceria entre faculdades e pela sua visão.

Ao Prof. Doutor **Alexandre Cavalheiro**, o responsável pelos meus primeiros passos na pesquisa.

Ao amigo Prof. Doutor **Hilton Riquieri**, o responsável por eu ter expandido os meus conhecimentos em prótese dentária. Incentivou-me a tirar o curso de prótese dentária, a fazer o doutoramento e apresentou-me o Guilherme Saavedra.

Ao amigo Prof. Doutor **Guilherme Saavedra**, pela sua incansável orientação e dedicação no meu caminho como pesquisador e como profissional. Fui e sou um sortudo por tê-lo conhecido. Obrigado por tudo!

Ao amigo Prof. Doutor **Reginaldo Miglioranza**, por tudo o que me ensinou e pelo incentivo que me deu para continuar a aprender.

Ao amigo Prof. Dr. **Marco Antonio Bottino**, por ter acreditado nesta parceria e pelas oportunidades que me deu ao longo do meu percurso académico e profissional.

Agradeço também aos Professores **Alexandre Luiz Souto Borgese e Renata Marques de Melo Marinho da UNESP** pela forma como me acolheram na sua Universidade.

Ao meu padrinho e amigo, DOC (aka José Reis), que contribuiu de forma inimaginável para a minha vida pessoal, profissional e académica. Esteve **SEMPRE** presente para me ajudar a dobrar o cabo Bojador. *Together we're stronger!*

Ao amigo **João Fernandes** que acreditou no meu potencial e contribuiu para que este trabalho fosse realizado. Foram horas e horas de maquinação.

Ao amigo **Fernando Arrobias** que, ao longo de todos estes anos, me tem apoiado e que também contribuiu para que este trabalho fosse realizado. As madrugadas a falar de estatística foram muitas.

A todos os **alunos da licenciatura** com os quais tive a oportunidade de exercer o ofício do ensino. Feliz é aquele que aprende com quem ensina. Obrigado por esta oportunidade incrível.

Aos amigos **Carlos Jorge Arrobias e José Lopes Matos** pela ajuda nas minhas inúmeras investidas a São Paulo. Vocês são grandes!

Não posso deixar de agradecer à empresa DMT pela disponibilidade para execução dos espécimens.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, **OS MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.**

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | IX |
| ÍNDICE DE QUADROS | X |
| ÍNDICE DE TABELAS | XI |
| LISTA DE ABREVIATURAS | XIII |
| RESUMO | XVII |
| ABSTRACT | XIX |
| 1) INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 15 |
| 2.1) IMPRESSÃO DIGITAL..... | 17 |
| 2.2) IMPRESSÃO DIGITAL COMPARADA À IMPRESSÃO CONVENCIONAL | 62 |
| 2.3) DIREÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO..... | 105 |
| 3) OBJETIVOS..... | 111 |
| 4) MATERIAL E MÉTODOS..... | 117 |
| 4.1) MATERIAL..... | 119 |
| 4.2) MÉTODOS..... | 123 |
| 4.2.1) CALIBRAÇÃO DO <i>SCANNER</i> DE REFERÊNCIA..... | 123 |
| 4.2.2) CÁLCULO DA AMOSTRA E OBTENÇÃO DOS MODELOS..... | 125 |
| 4.2.2.1) CÁLCULO <i>A PRIORI</i> DA DIMENSÃO DA AMOSTRA..... | 125 |
| 4.2.2.2) TÉCNICA DE IMPRESSÃO CONVENCIONAL..... | 129 |
| 4.2.2.3) TÉCNICA DE DIGITALIZAÇÃO..... | 132 |
| 4.2.3) ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA DO OPERADOR..... | 136 |
| 4.2.4) ANÁLISE DOS MODELOS OBTIDOS..... | 137 |
| 5) ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 139 |
| 6) RESULTADOS..... | 143 |
| 7) DISCUSSÃO..... | 167 |
| 7.1) VARIÁVEL INDEPENDENTE MÉTODOS DE IMPRESSÃO (DIGITAL E CONVENCIONAL) E DEPENDENTE PRECISÃO..... | 172 |
| 7.2) VARIÁVEL INDEPENDENTE MÉTODOS DE IMPRESSÃO (DIGITAL E CONVENCIONAL) E DEPENDENTE FIDELIDADE | 174 |

| | |
|---|-----|
| 7.3) VARIÁVEL INDEPENDENTE DIREÇÃO DE DIGITALIZAÇÃO (CONTÍNUA E SEGMENTADA) E DEPENDENTES PRECISÃO E FIDELIDADE..... | 177 |
| 7.4) VARIÁVEL INDEPENDENTE TIPO DE <i>SCANNER</i> (TRIOS 3, OMNICAM E CS 3600) E DEPENDENTES PRECISÃO E FIDELIDADE..... | 179 |
| 7.5) VARIÁVEL INDEPENDENTE EXPERIÊNCIA ADQUIRIDA DO OPERADOR E DEPENDENTE EXATIDÃO | 181 |
| 8) CONCLUSÕES..... | 183 |
| 9) SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS..... | 187 |
| 10) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 191 |
| APÊNDICE A | 213 |
| APÊNDICE B | 259 |
| APÊNDICE C | 265 |
| APÊNDICE D | 281 |
| APÊNDICE E | 285 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Estratégias de digitalização: (A) Exterior-Interior, (B) Quadrantes, (C) Sextantes, (D) Sequenciais..... | 107 |
| Figura 2, 3 e 4 - Imagens representativas do modelo de referência (MR). Vista vestibular..... | 119 |
| Figuras 5 - Imagem representativa da placa de calibração do scanner Arti600, ZirkohnZahn. | 123 |
| Figura 6 - Imagem representativa do processo de calibração do <i>software</i> ZirkohnZahn Scan. | 123 |
| Figura 7 - Imagem representativa do processo de calibração concluído. | 124 |
| Figura 8 – Cálculo de amostra <i>a priori</i> da dimensao da amotra para o teste <i>t</i> -Student (2 grupos, $\alpha=0.05$; $d=0.8$; $\beta=0.2$, $n=52$). | 126 |
| Figura 9 – Cálculo de amostra <i>a priori</i> da dimensao da amotra para o teste ANOVA one-way (3 grupos, $\alpha=0.05$; $d=0.8$; $\beta=0.2$, $n=66$). | 127 |
| Figura 10 – Cálculo de amostra <i>a priori</i> da dimensao da amotra para o teste ANOVA one-way (6 grupos, $\alpha=0.05$; $d=0.8$; $\beta=0.2$, $n=86$). | 127 |
| Figura 11 - Imagem representativa do modelo de referência (MR) e moldeira individual impressa inicial..... | 129 |
| Figura 12 - Imagem representativa do modelo de referência (MR), vista oclusal. ... | 130 |
| Figura 13 - Imagem representativa da moldeira individual impressa modificada com perfurações. | 130 |
| Figura 14 - Imagem representativa do modelo de referência (MR) e moldeira individual impressa, vista palatina. | 130 |
| Figura 15 - Imagem representativa da impressao em polivinilsiloxano <i>putty</i> e <i>light</i> do modelo de referência (MR), vista oclusal. | 130 |
| Figuras 16, 17 e 18 – <i>Scanners</i> utilizados no estudo. A: TRIOS3 (3Shape); B: CEREC Omnicam (Dentsply Sirona); CS 3600 (Carestream dental)..... | 132 |
| Figura 19 – Representação da direção e sequência da digitalização do modelo de referência (MR) contínua. | 134 |
| Figura 20 – Representação da direção e sequência da digitalização do modelo de referência (MR) segmentada. | 135 |

| | |
|---|-----|
| Figura 21 – Representação do método digital de análise dos modelos <i>software</i> Geomagic Control (Mennito et al., 2018) | 138 |
| Figura 22 – Cálculo da amostra <i>A priori</i> (software G-Power 3.1 – Erdfelder et al., 2009). Power (0,8), tamanho do efeito (0,35) e valor de alfa (0,05)..... | 174 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 – Resultados obtidos pelo operador em cada experiência quanto à precisão..... | 164 |
| Gráfico 2 – Resultados obtidos pelo operador em cada experiência quanto à fidelidade..... | 165 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 – Tipos de <i>scanners</i> analisados pelo estudo de Mangano <i>et al.</i> , 2019..... | 24 |
| Quadro 2 – Nome, composição, empresa e lote dos materiais a serem utilizados..... | 122 |
| Quadro 3 – Representação das características específicas de cada sistema de <i>scanner</i> intraoral..... | 133 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão para o método de impressão..... | 145 |
| Tabela 2 – Teste de hipótese para fidelidade e precisão ao método de impressão..... | 147 |
| Tabela 3 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão para a direção de digitalização..... | 149 |
| Tabela 4 – Teste de hipótese para fidelidade e precisão quanto à direção de digitalização..... | 150 |
| Tabela 5 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão para o tipo de <i>scanner</i> | 151 |
| Tabela 6 – Teste de hipótese para fidelidade quanto ao tipo de <i>scanner</i> | 152 |
| Tabela 7 – Comparações Múltiplas do teste ANOVA em relação à fidelidade..... | 153 |
| Tabela 8 – Teste de hipótese para precisão quanto ao tipo de <i>scanner</i> | 154 |
| Tabela 9 – Teste de hipótese para precisão Trios 3 vs Omnicam..... | 155 |
| Tabela 10 – Teste de hipótese para precisão Trios 3 vs CS 3600..... | 156 |
| Tabela 11 – Teste de hipótese para precisão Omnicam vs CS 3600..... | 157 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 12 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão quanto às interações das variáveis e direção de digitalização | 158 |
| Tabela 13 – Teste de hipótese para fidelidade quanto ao tipo de <i>scanner</i> e direção de digitalização..... | 159 |
| Tabela 14 – Comparações múltiplas quanto à interação direção de digitalização e tipo de scanner em relação à fidelidade | 160 |
| Tabela 15 - Teste de hipótese para precisão quanto ao tipo de <i>scanner</i> e direção de digitalização. | 161 |
| Tabela 16 – Teste de hipótese para precisão Trios 3 contínua vs segmentada..... | 162 |
| Tabela 17 – Teste de hipótese para precisão Omnicam contínua vs segmentada..... | 162 |
| Tabela 18 – Teste de hipótese para precisão CS 3600 contínua vs segmentada..... | 163 |

LISTA DE ABREVIATURAS

Unidades de medidas

DP – Desvio padrão

mm - Milímetros

mm² - Milímetros quadrados

µm - Micrómetros

Vs. - Versus

Símbolos

% - Por cento

> - Menor

> - Maior

n - Tamanho da amostra

p - Significância estatística

Abreviaturas Gerais Criadas

3F – Trios3 fidelidade

3P – Trios3 precisão

CAF – CS 3600 fidelidade

CAP – CS 3600 precisão

ECR – Estudo controlo randomizado

FC - Fidelidade contínua

FS - Fidelidade segmentada

MC - Método convencional

MD - Método digital

MR - Modelo de referência ou modelo mestre parcial

MRD - Modelo referência digital

OF - Omnicam fidelidade

OP - Omnicam precisão

PC - Precisão contínua

PVS - Polivinilsiloxano

PS - Precisão segmentada

SB - Scan body

SIO - *Scanner* intra-oral

Siglas establecidas

ADA - American Dental Association

CAD/CAM - Computer Aid Design/ Computer Aid Manufactured

EVA - Escala visual analógica

ISO - International Organization for Standardization

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo é avaliar a influência do tipo de técnica de impressão, tipo de *scanner* intraoral, direção de digitalização e experiência adquirida do operador na exatidão do modelo final.

Material e Métodos: Um modelo mestre parcial foi usado como referência. Foram obtidas 128 digitalizações, divididas em dois grupos: o método convencional (n = 32) e o método digital (n = 96). O grupo digital foi dividido em três grupos: Trios 3 (n = 32), Omnicam (n = 32) e CS 3600 (n = 32). Cada um desses grupos foi subdividido de acordo com a direção da digitalização (n = 16), e cada uma foi sobreposta ao modelo de referência digital para medir a fidelidade e precisão dos procedimentos.

Resultados: Os valores de precisão para o tipo de impressão obtidas foram de $59,89 \pm 13,08 \mu\text{m}$ para a técnica convencional e $13,42 \pm 4,28 \mu\text{m}$ para digital ($p < 0,05$); os valores de fidelidade foram $49,37 \pm 19,13 \mu\text{m}$ para a convencional e $53,53 \pm 4,97 \mu\text{m}$ para a digital ($p > 0,05$); os valores de fidelidade da direção de digitalização foram $53,05 \pm 4,36 \mu\text{m}$ para a técnica contínua e $54,03 \pm 5,52 \mu\text{m}$ para a segmentada ($p > 0,05$); e os valores de precisão foram $14,18 \pm 4,67 \mu\text{m}$ para contínua e $12,67 \pm 3,75 \mu\text{m}$ para segmentada ($p > 0,05$). Para o tipo de *scanner*, os valores de fidelidade foram de $50,06 \pm 2,65 \mu\text{m}$ para o Trios 3, $57,45 \pm 4,63 \mu\text{m}$ para a Omnicam e $52,57 \pm 4,65 \mu\text{m}$ para o CS 3600 ($p > 0,05$); e os de precisão foram $11,7 \pm 2,07 \mu\text{m}$ para o Trios 3, $10,09 \pm 2,24 \mu\text{m}$ para a Omnicam e $18,49 \pm 2,42 \mu\text{m}$ para o CS 3600 ($p < 0,05$).

Conclusões: O método de impressão digital é o método mais favorável em relação à precisão; em termos de fidelidade, não há diferenças entre os dois tipos de impressões.

PALAVRAS-CHAVE: *Impressão convencional, impressão intra-oral, exatidão, precisão, fidelidade.*

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to evaluate the influence of the type of impression technique, type of intraoral scanner, scanning direction and operator experience on the accuracy of the final cast.

Material and Methods: A partial master cast was used as a reference. A total of 128 scans were obtained to be separated into two groups: the conventional method (n=32) and the digital method (n=96). The digital group was divided into three groups: TRIOS 3 (n=32), Omnicam (n=32) and CS 3600 (n=32). These these groups were subdivided according to the scanning direction (n=16), and each scan was superimposed to the digital reference cast to measure the trueness and precision of the procedures.

Results: The overall precision values for the type of impression were $59.89 \pm 13.08 \mu\text{m}$ for conventional and $13.42 \pm 4.28 \mu\text{m}$ for digital ($p < 0.05$); the values for trueness were $49.37 \pm 19.13 \mu\text{m}$ for conventional and $53.53 \pm 4.97 \mu\text{m}$ for digital ($p > 0.05$); the scanning direction trueness values were $53.05 \pm 4.36 \mu\text{m}$ for continuous and $54.03 \pm 5.52 \mu\text{m}$ for segmented ($p > 0.05$); and the precision values were $14.18 \pm 4.67 \mu\text{m}$ for continuous and $12.67 \pm 3.75 \mu\text{m}$ for segmented ($p > 0.05$). For the scanner type, the trueness values were $50.06 \pm 2.65 \mu\text{m}$ for Trios 3, $57.45 \pm 4.63 \mu\text{m}$ for Omnicam, and $52.57 \pm 4.65 \mu\text{m}$ for CS 3600 ($p > 0.05$); and those for precision were $11.7 \pm 2.07 \mu\text{m}$ for Trios 3, $10.09 \pm 2.24 \mu\text{m}$ for Omnicam, and $18.49 \pm 2.42 \mu\text{m}$ for CS 3600 ($p < 0.05$).

Conclusions: The digital impression method is the most favorable method regarding precision; in terms of trueness, there are no differences between the types of impressions.

KEYWORDS: *Conventional impression, intra oral impression, accuracy, precision, trueness.*

Todos os materiais e equipamentos utilizados neste estudo são de fabricantes em que as marcas e modelos estão registadas nos países de origem.

3DArtec, MHT, Verona, Itália
3Dent, EnvisionTEC, Gladbeck, Alemanha
Aadva iOS100, GC Corp., Tóquio, Japão
Artec Studio, Artec, Luxemburgo, Luxemburgo
ATOS 3, GOM, Braunschweig, Alemanha
caraTrios, Kulzer, Hanau, Alemanha
Cares Visual, Straumann, Basileia, Suíça
CEREC Bluecam, Dentsply Sirona, Charlotte, EUA
CEREC inEOS, Dentsply Sirona, Charlotte, EUA
CEREC Omnicam, Dentsply Sirona, Charlotte, EUA
CS 3500, Carestream Dental, Atlanta, EUA
CS 3600, Carestream Dental, Atlanta, EUA
CS 3700, Carestream Dental, Atlanta, EUA
D2000, 3Shape, Copenhaga, Dinamarca
D250, 3Shape, Copenhaga, Dinamarca
D700, 3Shape, Copenhaga, Dinamarca
D810, 3Shape, Copenhaga, Dinamarca
D900, 3Shape, Copenhaga, Dinamarca
DWIO, Dentalwings, Montreal, Canada
Emerald S, Planmeca, Helsinquia, Finlândia
Emerald, Planmeca, Helsinquia, Finlândia
Express Penta Putty, 3M, Saint Paul, EUA
Express Penta Light Body, 3M, Saint Paul, EUA
Fastscan, Aranzmedical, Christchurch, Nova Zelândia
Geomagic Control X, Geomagic, Morrisville, EUA
Geomagic Qualify 12.0, Geomagic, Morrisville, EUA
Geomagic Studio, Geomagic, Morrisville, EUA
IdenticaBlue, Medit, Seul, Coreia do Sul

Impregum, 3M, Saint Paul, EUA
Intrascan, ZFX, Birmingham, Reino Unido
iOC, Cadent, Nova Jérсия, EUA
IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
iTero Element 2, Align Technology, San Jose, EUA
iTero Element 5D, Align Technology, San Jose, EUA
L2i, Imetric, Courgenay, Suíça
Lava COS, 3M, Saint Paul, EUA
Lythos, Ormco Corp, Orange, EUA
Nobel Biocare, Gutemburgo, Suécia
Ortho Insight 3D, MotionView 3D, Hixson, EUA
Orthoproof, Albuquerque, EUA
Permadyne, 3M, Saint Paul, EUA
PlanScan, Planmeca, Helsinquia, Finlândia
Primescan, Dentsply Sirona, Charlotte, EUA
Rapidform XOR, Inus Technologie, Seul, Coreia do Sul
Runyes 3DS IOS, Runyes Medical Instrument, Ningbo, China
Trios 3, 3Shape, Copenhaga, Dinamarca
True Definition, 3M, Saint Paul, EUA
Virtual Vivo, Straumann, Basileia, Suíça
Z4D, D4D Technologies, Texas, EUA
Zerion, Straumann, Basileia, Suíça

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O avanço constante da tecnologia em todas as áreas do saber tem permitido o aparecimento de variadas aplicações. Utilizadas, estas aplicações contribuem para uma vivência mais confortável, saudável e facilitada do ser humano. Inúmeras ofertas surgem constantemente no mercado para satisfazer a procura humana, cada vez mais sequiosa de coisas novas que possam fazer a diferença ao nível da praticidade das suas vidas. Nesse sentido, apontam-se, como exemplo, os equipamentos eletrónicos, os *softwares*, as aplicações para telemóveis, os utensílios domésticos, entre outros. Estes recursos, no entanto, rapidamente se tornam ultrapassados e conseqüentemente novas versões são desenvolvidas e apresentadas no mercado. E este dinamismo criativo acontece em todas as áreas do saber humano, incluindo no setor da medicina dentária. De facto, atualmente, é possível realizar tratamentos dentários com elevada agilidade e excelência. Com as atuais inovações, algumas etapas do processo de tratamento são eliminadas, ao mesmo tempo que é garantido um maior conforto ao paciente (Sim *et al.*, 2018; Revilla-León *et al.*, 2020; Zarone *et al.*, 2020).

Atualmente, empresas especializadas na investigação do ramo da medicina dentária estão a tentar desenvolver produtos que possam satisfazer as necessidades mais ambiciosas dos pacientes, que têm conhecimento das inovações que ocorrem nestas áreas. Ou seja, hoje em dia um paciente informado está a par das inovações existentes na medicina dentária. Estas

inovações nada têm a ver com as abordagens mais tradicionais, já obsoletas. Sendo assim, muitos profissionais têm sentido necessidade de se reciclarem e de se atualizarem, criando novos paradigmas. Esta necessidade de formação resulta do facto de ser absolutamente necessário enveredar pelos atuais processos de tratamento e adaptar ao uso dos tradicionais (Koch *et al.*, 2016).

A avaliação oral realizada para o estabelecimento de diagnóstico e plano de tratamento era efetuada com base em modelos confeccionados em gesso, a partir de moldes instáveis, em termos físicos e químicos, das arcadas dentárias dos pacientes que, por exemplo, culminavam numa falibilidade na adaptação das restaurações indiretas e próteses fixas. Paralelamente, as técnicas de impressão convencionais apresentavam as seguintes desvantagens: *i*) desconforto dos pacientes durante o processo; *ii*) risco de danificação do material visco-elástico através do contacto com as estruturas em reprodução; e *iii*) necessidade de prover, nos consultórios, espaço necessário para armazenamento dos modelos (Jeong *et al.*, 2016).

Atualmente, encontram-se ao serviço da medicina dentária novas técnicas, alternativas às de impressão convencional (Revilla-León *et al.*, 2020). No entanto, também apresentam limitações na sua utilização dado terem um elevado custo de aquisição de equipamentos, pelo que apenas se encontram disponíveis em poucas clínicas dentárias. Uma dessas técnicas é a tomografia computadorizada de feixe cónico (TCFC), que reproduz fielmente a topografia das superfícies oclusais, as relações intermaxilares e o remanescente ósseo.

Esta técnica, entre outras vantagens, também permite evidenciar as lesões subclínicas em dentes ou nas regiões intraósseas. Todavia, a alta dose de radiação produzida, comparativamente à dos demais exames radiográficos dentários, acaba por restringir a sua indicação ao diagnóstico de fraturas e patologias e também ao planeamento ortodôntico-cirúrgico, sendo adotada exceccionalmente para grandes reabilitações protéticas. As digitalizações e as impressões constituem uma técnica de elevada adequação à criação dos modelos orais (Craddock & Windhorn, 2011; Nagy *et al.*, 2020). No entanto, o elevado custo desses protótipos em resina, por vezes, inviabiliza o estudo e planeamento de casos.

Por outro lado, os fabricantes de *scanners* intraorais estão a produzir versões acessíveis a toda a classe de médicos dentistas, acompanhadas de *softwares* capazes de gerar modelos virtuais, em três dimensões, que substituem os outros muito dispendiosos. Para além disso, o armazenamento dos ficheiros em *hardwares* e/ou em *cloud computing* vem resolver também o problema do armazenamento, nas clínicas, dos modelos físicos. De facto, em determinados períodos, devido ao seu excessivo volume de armazenamento, torna-se imperioso reduzi-lo para permitir o armazenamento dos exames mais recentes. Deste modo, com o apoio da tecnologia, a qualidade das informações transmitidas entre profissionais da equipa multidisciplinar, ou entre médicos dentistas e protésicos, bem como a rapidez dessa mesma comunicação, vieram permitir a resolução de casos clínicos, de forma mais efetiva e agilizada. Esta nova perspectiva tecnológica teve a sua fase inaugural na década de 80 do

século XX, com o desenvolvimento das restaurações assistidas por computador (CAD/CAM) e a sua rápida expansão e incorporação, no campo da medicina dentária, encontra-se documentada desde o início dos anos 90 (Ender & Mehl, 2015; Güth *et al.*, 2017).

A ausência de desconforto, a distorção reduzida dos materiais de impressão, a pré-visualização tridimensional do preparo dentário bem como a sua efetividade no tempo constituem outros dos benefícios da impressão digital na medicina dentária contemporânea, que estão a validar a excelente aceitação por parte dos pacientes e também dos profissionais, apesar das desvantagens do elevado custo de aquisição, das dificuldades da manutenção dos equipamentos, dos consumíveis, de acordo com Suese (2020). Como benefício no campo das reabilitações com implantes as impressões digitais permitem a realização da avaliação virtual do espaço protético do implante (profundidade da interface restauradora e configuração do perfil de emergência), antes de se prosseguir com as etapas do laboratório. Alguns estudos investigaram a eficiência e precisão da impressão digital em prótese fixa apoiada sobre dentes. No entanto, não houve estudos clínicos realizados de forma padronizada e aleatória visando a eficiência, precisão e viabilidade clínica (Imburgia *et al.*, 2017; Fung & Brisebois 2020; Mangano *et al.*, 2020; Sawase & Kuroshima, 2020).

Os avanços tecnológicos no campo da medicina dentária também suscitaram a integração de múltiplos dispositivos, redundando num fluxo de trabalho complexo, altamente preciso e eficiente, apoiado por diagnóstico radiográfico, planeamento virtual, cirurgia guiada, digitalização ótica,

CAD/CAM, processamento virtual e até simulação virtual de pacientes. Os principais benefícios da digitalização na medicina dentária levaram à introdução de protocolos padronizados que garantem a previsibilidade, reprodutibilidade dos resultados do tratamento, e ainda, tempo de trabalho reduzido e com processos de produção simplificados. Em geral, para um tratamento ser bem-sucedido, é imperativo que a transferência 3D do paciente (codificada, no computador, num sistema binário de *bits*) seja feita com exatidão, através de *scanners* óticos. A combinação de digitalização intraoral com processamento em CAD/CAM, num ambiente virtual completo, assegura condições clínicas, técnicas e económicas vantajosas para a realização das próteses fixas sobre implantes (Joda & Brågger, 2015). Para além disto, os resultados centrados na conveniência do paciente, atestam os benefícios da técnica de digitalização associada às modalidades de impressão tridimensional quando comparada com os procedimentos convencionais.

Na perspetiva dos pacientes, o que estes pretendem ver assegurado, para além da mitigação do risco de asfixia e de irritação do paladar durante as impressões é, seguramente, o conforto na cadeira. Os médicos dentistas tendem a resistir à adoção de recursos tecnológicos diferentes dos convencionais. O grau de resistência depende da percepção pessoal e prática que vão tendo dos recursos inovadores, dos fatores sociais e dos aspetos financeiros, à medida que procuram investimentos em novos dispositivos, com períodos de durabilidade desconhecidos (Christensen, 2009; Joda *et al.*, 2017).

A motivação dos médicos dentistas para usar ou recusar tecnologias digitais, como digitalização intraoral, depende muito provavelmente da sua idade. Os jovens médicos dentistas cresceram a usar computadores pessoais, telemóveis e outros dispositivos portáteis e a sua vida social foi decisivamente influenciada por tecnologias digitais, que foram utilizadas para organizarem e executarem tarefas de forma regular e intuitiva. Essa tendência generalizada de digitalização foi confirmada por um estudo piloto *in vitro* sobre as preferências entre impressão digital ou convencional, num cenário universitário, com estudantes com graduação em medicina-dentária. Os resultados demonstraram uma preferência geral de 60% para a digitalização intraoral, enquanto apenas 7% dos estudantes selecionaram as técnicas convencionais de impressão e 33% utilizariam qualquer abordagem. No entanto, não há evidência científica no que se refere à utilização de *scanners* intraorais por médicos dentistas em função da experiência clínica, do campo da atividade medicina dentária e especialização, ou de fatores biológicos, como a idade e o género. É de primordial interesse analisar o desempenho e o impacto das impressões digitais sobre a modificação do *gold standard*, em relação às técnicas convencionais de impressão, tomando por base os procedimentos de reabilitação oral na rotina clínica médica dentária (Lee & Gallucci, 2013; van der Zande *et al.*, 2013).

Inúmeros procedimentos dentários, dos mais simples aos mais complexos, exigem a obtenção de uma cópia positiva dos dentes (preparados ou íntegros) e de outras estruturas de interesse, bem como do arco antagonista. Nesta cópia, denominada modelo, é necessária uma correta reprodução das

estruturas orais para simular as condições encontradas na boca. A comunicação entre os colegas de profissão é melhorada e é possível a confecção de restaurações indiretas por parte dos técnicos de prótese dentária, devido à utilização de modelos virtuais que podem ser acedidos em qualquer parte do mundo (Craddock & Windhorn, 2011; Brawek *et al.*, 2013).

É necessário que esta etapa seja realizada de forma correta para garantir uma boa adaptação e longevidade das peças protéticas aos dentes (Perakis *et al.*, 2004; Wettstein *et al.*, 2008; Persson *et al.*, 2009; Ender & Mehl, 2013). Os procedimentos de impressão digital, na altura, requerem uma focagem que assegure o refinamento em termos da precisão das restaurações dentárias, pela sua natureza. O elevado grau de padronização levada a cabo mitiga a propensão para erros das impressões convencionais e fundição a partir de modelos de gesso. As informações recolhidas pelos dispositivos de digitalização podem ser inseridas diretamente na cadeia de produção digital CAD/CAM (Osnes *et al.* 2020). Sob a perspetiva de processamento de dados, a impressão convencional também pode ser considerada um meio de transferir informações do paciente para o dentista e para o laboratório. Portanto, ambos os procedimentos, impressão digital e impressão convencional, podem ser descritos como “aquisição intraoral de dados”. Para minimizar os erros decorrentes do processo de impressão e fabricação de modelos, é prudente transferir-se as etapas de digitalização para o paciente e digitalizar diretamente os preparações dentárias na boca do paciente. A adaptação marginal de uma restauração é considerada um pré-requisito importante para a condição de saúde periodontal, enquanto o

ajuste interno é considerado relevante para a longevidade de uma restauração em cerâmica (Sakornwimon & Leevailoj, 2017).

Neste contexto, o CAD/CAM (*computer-aided design/ computer-aided manufacturing*), criado em 1950 e introduzido na Medicina Dentária na década de 80, ocupa um espaço importante e, pouco a pouco, tem-se tornado parte da rotina do médico dentista e do técnico em prótese dentária. Pode, por meio desta tecnologia, reproduzir-se os dentes e os tecidos adjacentes no computador, projetar peças protéticas, fresadas ou impressas. *Inlays, onlays*, coroas, facetas, próteses fixas sobre dentes e implantes podem ser confeccionados por meio do desenho assistido pelo computador (CAD) e da fresagem (CAM) (Ahlholm *et al.*, 2018).

Deste modo, é possível eliminar os modelos obtidos através do método tradicional, pois uma cópia tridimensional dos tecidos intraorais poderá ser obtida por meio de um *scanner* intraoral, o qual irá transmitir as informações ao computador, gerando um modelo virtual. Como continuação do processo, após o desenho virtual, as restaurações definitivas podem ser realizadas no consultório ou num laboratório, que receberá os dados virtualmente (Ender & Mehl, 2015).

Os modelos convencionais são obtidos a partir de um molde, definido como uma imagem negativa ou cópia invertida da superfície de um objeto; uma impressão dos dentes e estruturas adjacentes para uso na Medicina Dentária (*The glossary of prosthodontic terms - 9th edition, 2017, e105*). Na etapa de impressão, são usadas moldeiras contendo um material de impressão do tipo elastómero.

Este conjunto irá reproduzir as áreas de interesse, resultando num molde que será preenchido com gesso (Christensen, 2009; Gjelvold *et al.*, 2016).

O sistema de CAD/CAM permite que o *software* receba informações diretamente da boca do paciente, utilizando-se para isso um *scanner* intraoral para obtenção de imagens. O *scanner* intraoral funciona como uma câmara que, através da projeção de luz, capta informações precisas das áreas de interesse. Por meio de dados e cálculos de algoritmos, o *software* gera uma imagem no ecrã do computador, resultando num modelo virtual e tridimensional. Este poderá ser analisado, movimentado e ocluído com o antagonista (Ender & Mehl, 2015).

O médico dentista é responsável por verificar se a digitalização (por vídeo ou sequência de imagens) está a ser realizada de forma adequada, devendo corrigir possíveis falhas nas imagens. No caso da utilização de sequência de imagens, o *software* é capaz de formar uma estrutura tridimensional a partir de áreas previamente reconhecidas, unindo as imagens de forma precisa (Ender & Mehl, 2015).

A principal vantagem da digitalização, entre um grande número de outras conhecidas, resulta do facto de os pacientes a preferirem, relativamente à técnica convencional. Yuzbasioglu *et al.* (2014) realizaram um estudo com 24 pacientes com o objetivo de comparar, segundo a perspetiva dos mesmos, as duas técnicas, em termos do grau de conforto com que são realizadas e a predileção em relação aos procedimentos. Para isto, após submetidos aos dois tipos de impressão, os participantes receberam um questionário com nove

perguntas relacionadas com os fatores em estudo. Este continha questões relacionadas, por exemplo, com o tamanho dos dispositivos (*scanner* x moldeira), sensação de ansiedade, dificuldade de respirar e presença ou não de gosto/cheiro, além do tempo despendido durante o atendimento. Como resultado, obtiveram 100% de respostas favoráveis à digitalização, ou seja, todos os pacientes demonstraram, em todas as perguntas, preferência por esta técnica (Yuzbasioglu *et al.*, 2014).

Outra grande vantagem da digitalização é a diminuição do número de etapas até à obtenção do modelo, minimizando os erros inerentes ao procedimento, além da aceitação pelo paciente, já que o procedimento não gera ansiedade e não interfere na respiração natural (Watanabe-Kanno *et al.*, 2009; Anh *et al.*, 2016). Soma-se o facto de ser mais confortável, de fácil e rápida obtenção, além de gerar um modelo virtual, facilitando o armazenamento e possibilitando a manipulação dos dados obtidos (Al Mortadi *et al.*, 2012; Anh *et al.*, 2016).

Para eliminar a impressão convencional e o modelo de gesso, o resultado final da impressão digital deve ter, no mínimo, uma qualidade equivalente à das técnicas convencionais usadas atualmente (Nagy *et al.*, 2020; Zarone *et al.*, 2020). Portanto, considerando estas vantagens que facilitam a rotina do médico dentista e do técnico de prótese dentária, compararam-se duas técnicas, a impressão convencional (consagrada pelo tempo de uso e obtenção de resultados satisfatórios) e a digital, uma vez que esta última é um importante instrumento no sentido de ampliar a utilização, baseado na precisão e fidelidade

dos modelos obtidos (Al Mortadi *et al.*, 2012; Chun *et al.*, 2017; Renne *et al.*, 2017; Lim *et al.*, 2018; Sottomayor *et al.*, 2018).

Cabe ressaltar que o modelo PICO, que obtém a questão de investigação e as hipóteses, foi aplicado para definir as hipóteses de pesquisa, sendo:

- a população: arcadas dentárias;
- a intervenção: impressão digital;
- a comparação: impressão convencional;
- e resultado: exatidão (precisão e fidelidade).

O dinamismo da medicina dentária digital está documentado na literatura. Porém as informações são vagas quanto à exatidão do resultado final. Existem muitas empresas no mercado e diferentes técnicas podem ser utilizadas, mas nenhuma padronização está definida (Chiu *et al.*, 2020; Kihara *et al.*, 2020; Mangano *et al.*, 2020; Zarone *et al.*, 2020; Dutton *et al.*, 2020).

Esta investigação pretende averiguar se a técnica digital é uma alternativa viável à técnica convencional.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BILIOGRÁFICA

2.1 Impressão digital

A medicina dentária digital é representada principalmente pelos avanços na tecnologia CAD/CAM (*computer-aided design/ computer-aided manufacturing*), que está em constante desenvolvimento desde a década de 80 (Mörmann, 2006). Tem um papel de destaque na medicina dentária, pois é o primeiro passo para a confecção de um trabalho protético inteiramente digital (Lee & Gallucci, 2013).

Strub *et al.* (2006) elaboraram uma revisão sobre os sistemas existentes de desenho auxiliado por computador e descreveram os componentes das tecnologias CAD/CAM e as limitações dos sistemas existentes. Os sistemas CAD/CAM variam drasticamente nas suas capacidades, com vantagens e limitações. Ninguém pode ainda adquirir dados diretamente da boca e produzir todo o tipo de restauração (com a variedade de opções de materiais) que podem ser criados pelas técnicas tradicionais. As tecnologias emergentes podem expandir drasticamente as capacidades dos sistemas futuros, mas também podem exigir um tipo diferente de aprendizagem. No futuro, as restaurações estéticas podem ser produzidas mais rapidamente e ter maior durabilidade a longo prazo do que as restaurações atualmente produzidas com sistemas CAD/CAM. (Blatz *et al.*, 2019)

A partir da técnica de digitalização tridimensional ótica, já existente, foi possível pensar na aquisição de imagens de um preparo dentário, de acordo com o princípio da triangulação e com deslocamento de detecção de profundidade, por meio de um sensor de área. Assim, em 1983, Dr. Werner Mörmann e Dr. Marco Brandestini, obtiveram a primeira impressão ótica de uma cavidade dentária construída pela integração do sistema ótico e eletrônico de pequenas dimensões para caberem dentro da cavidade oral. O método de obtenção da impressão digital é atualmente um método internacionalmente comprovado e interligado à tecnologia CAM/CAM.

Este sistema permite a utilização de dois fluxos de trabalho: laboratorial, designado por *Labside ou Outsourced*, onde o técnico de prótese dentária realiza a digitalização do modelo de gesso ou recebe o arquivo já digitalizado do médico dentista, para o desenho e fresagem em CAD/CAM; ou em fluxo de consultório chamado de *Chairside* onde o médico dentista digitaliza os dentes preparados ou implantes, desenha e fabrica as restaurações com agilidade, permitindo a entrega do trabalho protético numa única consulta (Borbély *et al.* 2018).

A aplicação dos *scanners* digitais é extremamente ampla na área clínica. Diversos trabalhos relatam (Mangano *et al.* 2017; Sim *et al.* 2018) tratar-se de um método eficiente para a utilização clínica devido à exatidão encontrada nos modelos virtuais.

Apresenta como principais funções:

- confecção de ampla gama de restaurações fixas (*inlays / onlays, copings* e infraestruturas, coroas totais e próteses parciais fixas), sobre dentes naturais ou sobre implantes (Mangano *et al.* 2017; Ahlholm *et al.* 2018; Sim *et al.* 2018);
- diagnóstico e plano de tratamento, incluindo *design* do sorriso (Mangano *et al.* 2017);
- retentores intrarradiculares e núcleos protéticos (Mangano *et al.* 2017);
- próteses parciais removíveis (Mangano *et al.* 2017).

Porém, alguns fatores importantes que podem interferir na captura e digitalização da imagem devem ser considerados. Devem utilizar-se *softwares* e dispositivos atualizados, pois novos recursos são constantemente incluídos, uma vez que equipamentos mais antigos têm a redução na capacidade de indicações clínicas, em relação aos equipamentos de última geração (Mangano *et al.*, 2017), levando-se em consideração fatores como: necessidade de opacidade, velocidade na digitalização, peso, tamanho do dispositivo e a possibilidade de ter imagens coloridas.

Os fatores técnicos também devem ser avaliados, pois existem sistemas abertos e fechados. Se o sistema for fechado, irá gerar apenas arquivos internos. Já se o sistema for aberto, irá gerar arquivos em formato .STL, .OBJ, .PLY, que podem ser utilizados em qualquer *software* CAD. No sistema aberto há maior versatilidade na utilização, porém o sistema fechado pode ser menos complexo para um usuário com menor experiência na tecnologia (Mangano *et al.* 2017).

Rudolph *et al.* (2016) compararam a exatidão de vários sistemas de digitalização intraoral e extraoral da tecnologia CAD/CAM dentária. Uma configuração experimental para análise tridimensional com base em 2 troqueis mestras de cerâmica preparadas e seus correspondentes modelos virtuais de CAD foi usada para avaliar a exatidão de 10 sistemas de digitalização dentária sem contacto óptico extraoral e 4 óptico intraoral. Dependendo do procedimento clínico, foram feitas 10 medições ópticas de 10 troqueis de gesso duplicadas (digitalização extraoral) ou diretamente das troqueis cerâmicos (digitalização intraoral) e comparadas com os modelos CAD correspondentes. Os sistemas de digitalização mostraram diferenças na exatidão. No entanto, todos os sistemas estavam bem dentro da referência de $\pm 20 \mu\text{m}$. Os resultados do estudo são limitados, uma vez que apenas dentes unitários foram usados para comparação. As diferentes preparações representam vários ângulos e superfícies dentárias íngremes e paralelas opostas (incisivos). Para a maioria dos sistemas de digitalização, estes últimos geralmente são os mais difíceis de capturar. Os sistemas mais antigos podem ser limitados a uma certa altura ou conicidade do dente preparado, enquanto os sistemas mais recentes (digitalização extraoral e intraoral) não têm essas limitações.

Mangano *et al.* (2017) realizaram uma revisão para identificar as vantagens / desvantagens do uso de impressões óticas em comparação com impressões convencionais; investigar se as impressões óticas são tão precisas quanto as impressões convencionais; avaliar as diferenças entre os SIO disponíveis comercialmente; determinar as atuais aplicações / limitações

clínicas no uso de SIO. As pesquisas eletrônicas no banco de dados foram realizadas usando palavras-chave específicas e termos MeSH. As pesquisas foram confinadas a artigos de texto completo escritos em inglês e publicados em revistas especializadas entre janeiro de 2007 e junho de 2017. Cento e trinta e dois estudos foram incluídos na presente revisão; entre eles, 20 eram revisões de literatura anteriores a 2017, 78 eram estudos clínicos in vivo (6 ensaios clínicos controlados / cruzados aleatórios, 31 estudos controlados / comparativos; 24 estudos de coorte / séries de casos; 17 relatos de casos) e 34 estudos comparativos in vitro. Impressões óticas reduzem o desconforto do paciente; as SIO são eficientes em termos de tempo e simplificam os procedimentos clínicos para o dentista, eliminando os modelos de gesso e permitindo uma melhor comunicação com o técnico em prótese dentária e com os pacientes; no entanto, com o SIO, pode ser difícil detetar linhas de margem profundas em dentes preparados e / ou em caso de sangramento, existe uma curva de aprendizagem e há custos de compra e gestão. Os SIO atuais são suficientemente exatos para capturar impressões e fabricaram toda uma série de restaurações protéticas (*inlays / onlays, copings* e estruturas, coroas simples e próteses parciais fixas) em dentes e implantes; além disso, podem ser usados para o desenho de sorriso e para fabricar espigões e núcleos, próteses parciais removíveis e obturadores. A literatura até ao momento não suporta o uso de SIO em reabilitações extensas sobre dentes ou implantes. Finalmente, o SIO pode ser integrado na implantologia e na ortodontia.

Num estudo realizado por Mangano *et al.* (2019) foram comparados cinco tipos diferentes de *scanners* digitais para o uso na implantologia (CS 3600, Carestream Dental, Atlanta, Geórgia, EUA; Trios 3, 3Shape, Copenhagen, Dinamarca; CEREC Omnicam, Dentsply-Sirona, York, Pensilvânia, USA; DWIO, Dentalwings, Montreal, Quebec, Canadá; e Emerald, Planmeca, Helsinki, Finlândia) (Quadro 1). Os modelos de gesso foram preparados, representativos de uma maxila parcialmente edentula (MPE) a ser restaurada com uma coroa (SC) e uma prótese parcial (PP), e uma maxila totalmente edentula (MTE) a ser restaurada com um arco completo (FA). Esses modelos foram digitalizados com um *scanner* de laboratório para capturar modelos de referência (MR) e com 5 SIO (CS 3600, Trios 3, Omnicam, DWIO, Emerald). Foram realizadas 10 digitalizações para cada modelo, usando cada SIO. Todos os conjuntos de dados do SIO foram carregados num *software*, e sobrepostos aos RM correspondentes para avaliar a fidelidade e sobrepostos uns aos outros dentro dos grupos para determinar a precisão. Uma análise estatística foi realizada. No grupo SC, o CS 3600 apresentou a melhor fidelidade ($15,2 \pm 0,8 \mu\text{m}$), seguido por Trios3 ($22,3 \pm 0,5 \mu\text{m}$), DWIO ($27,8 \pm 3,2 \mu\text{m}$), Omnicam ($28,4 \pm 4,5 \mu\text{m}$), Emerald ($43,1 \pm 11,5 \mu\text{m}$). No PP, o CS 3600 apresentou a melhor fidelidade ($23 \pm 1,1 \mu\text{m}$), seguido pelo Trios 3 ($28,5 \pm 0,5 \mu\text{m}$), Omnicam ($38,1 \pm 8,8 \mu\text{m}$), Emerald ($49,3 \pm 5,5 \mu\text{m}$), DWIO ($49,8 \pm 5 \mu\text{m}$). Na FA, o CS 3600 apresentou a melhor fidelidade ($44,9 \pm 8,9 \mu\text{m}$), seguido pelo Trios 3 ($46,3 \pm 4,9 \mu\text{m}$), Emerald ($66,3 \pm 5,6 \mu\text{m}$), Omnicam ($70,4 \pm 11,9 \mu\text{m}$), DWIO ($92,1 \pm 24,1 \mu\text{m}$). Diferenças significativas foram encontradas entre os

SIO; uma diferença significativa na fidelidade foi encontrada entre os contextos (SC vs. PP vs. FA). No SC, o CS 3600 teve a melhor precisão ($11,3 \pm 1,1 \mu\text{m}$), seguido por Trios 3 ($15,2 \pm 0,8 \mu\text{m}$), DWIO ($27,1 \pm 10,7 \mu\text{m}$), Omnicam ($30,6 \pm 3,3 \mu\text{m}$), Emerald ($32,8 \pm 10,7 \mu\text{m}$). No PP, o CS 3600 apresentou a melhor precisão ($17 \pm 2,3 \mu\text{m}$), seguido pelo Trios 3 ($21 \pm 1,9 \mu\text{m}$), Emerald ($29,9 \pm 8,9 \mu\text{m}$), DWIO ($34,8 \pm 10,8 \mu\text{m}$), Omnicam ($43,2 \pm 9,4 \mu\text{m}$). Na FA, o Trios 3 apresentou a melhor precisão ($35,6 \pm 3,4 \mu\text{m}$), seguido pelo CS 3600 ($35,7 \pm 4,3 \mu\text{m}$), Emerald ($61,5 \pm 18,1 \mu\text{m}$), Omnicam ($89,3 \pm 14 \mu\text{m}$), DWIO ($111 \pm 24,8 \mu\text{m}$). Diferenças significativas foram encontradas entre os SIO; uma diferença significativa na precisão foi encontrada entre os contextos (SC vs. PP vs. FA). Os SIO mostraram diferenças significativas entre eles, tanto na fidelidade quanto na precisão.

Quadro 1 – Tipos de *scanners* analisados pelo estudo de Mangano *et al.* 2019.

| | Fabricante | Tecnologia | Pó | Cor | Sistema |
|----------|---------------------------|---|-----------|------------|---|
| CS 3600 | Carestream Dental, EUA | Projetado Light-Active Speed 3D Video | Não | Sim | Arquivos proprietários (.CSZ), mas também formatos abertos (.PLY, .STL) imediatamente disponíveis. |
| Trios 3 | 3Shape Dinamarca | Luz Estruturada - Microscopia Confocal e Digitalização Óptica Ultra- Rápida | Não | Sim | Arquivos fechados (.DCM) disponíveis, com possibilidade de exportar arquivos .STL através do novo Trios no Dental Design |
| Omniscam | Dentsply- Sirona, EUA | Luz estruturada - triangulação óptica e microscopia confocal | Não | Sim | Arquivos fechados (.CS3, .SDT, .CDT, .IDT) estão disponíveis, com possibilidade de exportar arquivos .STL através do Cerec Connect. |

| | | | | | |
|---------|------------------------|--|-----|-----|--|
| DWIO | Dentalwings, Canadá | Tecnologia Blue Laser- Multiscan Imaging | Não | Não | Arquivos fechados (.XORDER), mas também abertos em formatos (.STL) imediatamente disponíveis. |
| Emerald | Planmeca, Finlândia | Lasers vermelho, verde e azul - Projeta Triangulação Padrão | Não | Sim | Formatos abertos (.PLY; .STL) imediatamente disponíveis. |

Fonte: Mangano *et al.* 2019.

Podem observar-se evidências, em diversos estudos, sobre a dificuldade na obtenção da exatidão das imagens ser diretamente proporcional ao aumento da área a ser digitalizada, apresentando menores erros para arcadas parciais em relação à digitalização de arcadas totais (Ajioka *et al.*, 2016; Chew *et al.*, 2017; Imburgia *et al.*, 2017; Sottomayor *et al.*, 2018; Sim *et al.*, 2018). Quanto a este aspecto, há necessidade de mais estudos que avaliem próteses extensas (Sim *et al.*, 2018).

Com o objetivo de medir a fidelidade e a precisão de um sistema para a criação de imagens tridimensionais de arcadas dentárias, DeLong *et al.* (2003) realizaram um estudo que utilizou como padrão impressões convencionais em polivinilssiloxano com posterior obtenção de modelo de gesso, confeccionados a partir de um padrão com medidas conhecidas (n=10). Os modelos de gesso e o padrão de referência foram digitalizados (Comet100) e um *software* criou imagens tridimensionais (modelos virtuais) a partir dos dados digitalizados. Para verificar a fidelidade, os modelos virtuais foram comparados ao modelo de referência, tendo como padrão de análise a média das diferenças entre os modelos físicos e os modelos virtuais. A precisão, por sua vez, foi definida pela comparação dos modelos digitalizados entre si. A partir disso, foi possível concluir que o *software* para criação de imagens tridimensionais foi capaz de confeccionar modelos com exatidão suficiente para aplicação clínica. A fidelidade e a precisão dos modelos e impressões foi de $0,024 \pm 0,002$ mm e $0,013 \pm 0,003$ mm, respectivamente. Concluíram que o sistema produziu modelos computacionais com precisão suficiente para aplicação clínica. O significado disso é que os modelos tridimensionais fornecem um registo quantitativo permanente que pode ser visualizado a qualquer momento.

Flugge *et al.* (2013) desenharam um estudo que teve como objetivos avaliar a precisão da digitalização intraoral em condições clínicas e compará-lo com a precisão da digitalização extraoral. Foram feitas 10 digitalizações intraorais de arcada total (com o *scanner* iTero) e de seguida impressões convencionais (poliéter). Os modelos de gesso obtidos a partir das impressões

foram digitalizados 10 vezes com um *scanner* extraoral (D250, 3Shape) e 10 vezes com o iTero. Os modelos virtuais obtidos por cada método foram alinhados e os bordos aparados com planos de corte para criar áreas comuns (Rapidform XOR; Inus Technologies). Um segundo alinhamento de modelos foi feito sobre as distâncias mais pequenas das superfícies (*software* Artec Studio; Grupo Artec). Para avaliar a precisão, foram comparados os desvios entre os modelos correspondentes. A digitalização intraoral repetida foi avaliada no grupo 1, a digitalização extraoral repetida do modelo com o iTero foi avaliada no grupo 2, e a digitalização modelo repetida com o D250 foi avaliada no grupo 3. Os desvios entre modelos foram medidos e expressos como máximos, médias, medianas e erros quadrados médios da raiz para a análise quantitativa. Representações por cores permitiram a visualização qualitativa dos desvios. Os maiores desvios e, portanto, a menor precisão foi no grupo 1, com desvios médios de 50 μm , desvios medianos de 37 μm e erros quadrados médios de raiz de 73 μm . Grupo 2 mostrou uma maior precisão, com desvios médios de 25 μm , desvios medianos de 18 μm , e erros quadrados de raiz média de 51 μm . A digitalização com o D250 teve a maior precisão, com desvios médios de 10 μm , desvios medianos de 5 μm , e erros quadrados médios de raiz de 20 μm . A digitalização intraoral e extraoral com o iTero resultou em desvios vestibulares dos dentes anteriores e as superfícies vestibulares dos molares. Os autores concluíram que a digitalização com o iTero é menos precisa do que a digitalização com o D250. A digitalização intraoral com o iTero é menos precisa do que a digitalização do modelo com o iTero, sugerindo

que as condições intraorais (saliva, espaçamento limitado) contribuem para a imprecisão de impressão. Para o planejamento e fabricação de aparelhos suportados por dentes, modelos virtuais criados com o iTero podem ser usados.

Andriessen *et al.* (2014) aferiram a aplicabilidade e a exatidão de *scanners* intraorais através de impressões de pilares posicionados em mandíbulas edêntulas. Para isto, compararam medidas lineares entre os pilares das impressões obtidas e os pilares do modelo de referência. Os autores concluíram que os erros de angulação e posicionamento podem dificultar a adaptação de infraestruturas extensas após a obtenção das impressões.

Nedelcu *et al.* (2014) avaliaram a fidelidade e a precisão de 4 *scanners* intraorais e a influência de diferentes materiais e espessuras pós digitalização. Os modelos foram fabricados em três materiais (polimetilmetacrilato [Telio CAD], titânio e zircônia) e o modelo de referência digitalizado com um *scanner* óptico industrial. Os modelos foram digitalizados com *scanners* intraorais (Lava C.O.S, CEREC AC Bluecam, E4D e iTero). Para o *scanner* Lava C.O.S foi aplicada uma camada espessa de pó. Os dados foram avaliados por meio de uma análise de comparação tridimensional. Os sistemas Lava C.O.S, CEREC AC Bluecam e iTero exibiram resultados semelhantes em relação aos desvios. Os desvios máximos, no entanto, aumentaram para os *scanners* sem pó (iTero e E4D). Foi encontrada significância estatística em relação às propriedades do material para *scanners* sem pó ($p < 0,05$). O iTero exibiu erros localizados específicos no material translúcido (Telio CAD). E4D mostrou os maiores desvios. As digitalizações do modelo de gesso exibiram maiores desvios em

áreas localizadas. O uso do pó de digitalização excessivo não foi significativo. Foram encontradas diferenças significativas entre os *scanners* com pó e sem pó, e foram encontrados erros de digitalização específicos para o sistema com microscopia confocal paralela para certos materiais. As áreas específicas com desvios consideráveis para o sistema com tecnologia de triangulação a laser podem ser explicadas pelo design do *scanner* e pela tecnologia sem pó.

Grunheid *et al.* (2014) verificaram a precisão, o tempo de digitalização e a aceitação do paciente de um *scanner* intraoral *chairside* quando usado para fazer digitalizações de arcada completa; estes são fatores críticos para a aceitação desta tecnologia na ortodontia. Quinze pacientes tinham modelos digitais feitos a partir de digitalizações intraorais (Lava C.O.S) e impressões de alginato. Cada procedimento foi cronometrado, e a preferência do paciente foi avaliada com um exame. Além disso, os modelos digitais foram feitos a partir de 5 pares de modelos de gesso usando o *scanner* intraoral e um *scanner* extraoral de modelos ortodônticos. Os pares de modelos foram sobrepostos digitalmente, e as diferenças entre os modelos foram quantificadas. A precisão foi avaliada usando o método Bland-Altman. As diferenças de tempo foram testadas para significância estatística com o teste de *t*-Student. Os resultados não diferiram significativamente. O tempo de cadeira necessário para receber impressões foi significativamente menor do que o tempo necessário para os exames intraorais. Quando o tempo de processamento foi incluído, a exigência de tempo não diferiu significativamente entre os métodos. Embora 73,3% dos pacientes preferissem impressões por serem "mais fáceis" ou mais rápidas",

26,7% preferiram o exame por ser "mais confortável". Os autores concluíram que apesar da alta precisão dos *scanners* intraorais *chairside*, as impressões de alginato ainda são as preferidas (método de aquisição de modelo sem respeito ao tempo da cadeira e à aceitação do paciente). À medida que a tecnologia digital continua a progredir, a digitalização intraoral pode tornar-se mais aceita para uso em ortodontia.

Patzelt *et al.* (2014) avaliaram a exatidão dos *scanners* intraorais nas impressões de arcada completa. Um modelo de referência com 14 pilares preparados foi digitalizado por um *scanner* industrial (*scanner* de referência), bem como quatro *scanners* intraorais (iTero, CEREC AC Bluecam, Lava C.O.S. e Zfx IntraScan). Os conjuntos de dados obtidos de diferentes digitalizações foram carregados no *software* de avaliação 3D, sobrepostos e comparados quanto à exatidão. A análise de variância unidirecional (ANOVA) foi implementada para calcular diferenças entre grupos (precisão), bem como comparações com a digitalização de referência (fidelidade). Foi estabelecido um nível de significância estatística de $p < 0,05$. Os valores médios de fidelidade variaram de 38 a 332,9 μm . A análise dos dados produziu diferenças estatisticamente significativas entre o CEREC AC Bluecam e outros *scanners*, bem como entre o Zfx IntraScan e o Lava C.O.S.. Os valores médios de precisão variaram de 37,9 a 99,1 μm . Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o CEREC AC Bluecam e o Lava C.O.S., o CEREC AC Bluecam e o iTero, o Zfx Intra Scan e o Lava C.O.S e o Zfx Intra Scan e o iTero ($p < 0,05$). Os autores concluíram que, à exceção de um *scanner* intraoral, todos

os sistemas mostraram um nível de exatidão comparável para impressões de arcada completa de dentes preparados. Os autores sugeriram que mais estudos eram necessários para validar a exatidão desses *scanners* sob condições clínicas.

Su *et al.* (2015) teve como objetivo do seu estudo comparar a repetibilidade da digitalização intraoral com a repetibilidade da digitalização extraoral usando um *software* de análise, GeomagicQualify12. Para tal usou um modelo dentário, Nissin (maxila superior), com 5 combinações de pilares preparados com a seguinte disposição:

grupo 1: um incisivo central maxilar superior preparado;

grupo 2: um molar superior;

grupo 3: incisivo central e canino com o incisivo lateral ausente;

grupo 4: metade do arco superior com 7 dentes preparados;

grupo 5: arco superior inteiro com 14 dentes preparados.

Cada combinação do modelo de estudo Nissin foi digitalizado pelo *scanner* digital intraoral Trios (grupo experimental) e *scanner* extraoral D800 (grupo controle) 10 vezes e a sua exportação gerou 100 arquivos .STL no total. Os dados foram processados e analisados por meio de Geomagic Qualify 12 *software* para avaliar a repetibilidade da digitalização intraoral. No grupo experimental obtiveram valores de desvio padrão de: 13.33; 7.0; 16.33; 41.56; 88,44 µm para as combinações de 1 a 5, respectivamente. No grupo controle foram de: 14.89; 8.67; 24.33; 14.22; 12.67 µm as combinações de 1 a 5, respectivamente. O teste Mann-Whitney revelou uma diferença significativa entre os 2 grupos em relação às combinações de 2 a 5 ($p < 0.05$). Os autores

concluíram que a precisão diminui quando aumenta a área a digitalizar. A precisão era clinicamente aceitável quando a região de digitalização era inferior a meio arco. A precisão da digitalização extraoral é aceitável em arcadas completas.

Martin *et al.* (2015) fez uma revisão dos tipos de *scanners* laboratoriais e *scanners* intraorais atualmente disponíveis. A popularidade e disponibilidade da tecnologia virtual em ortodontia para a substituição de registos impressos por registos digitais está a aumentar rapidamente, com uma mudança para um paciente “digital” para o diagnóstico, planeamento de tratamento, monitorização do progresso e resultado do tratamento. Como parte desse desenvolvimento contínuo, os modelos digitais das arcadas dentárias têm o potencial de substituir os modelos tradicionais de gesso e as suas limitações associadas ao planeamento do tratamento, confecção da prótese e simulação dos resultados do tratamento. É provável que essa tecnologia se torne cada vez mais comum na especialidade de ortodontia.

Ali (2015) comparou a precisão das impressões obtidas por vários sistemas de impressões digitais. Um modelo foi preparado para uma ponte de três elementos e obtido um modelo de resina *epoxy* a partir deste. Um *scanner* de laboratório foi usado para criar um modelo digital de referência. Os diferentes sistemas (Lava C.O.S., 3Shape D900, iTero, CEREC Bluecam e E4D) foram usados para digitalizar o modelo de referência de resina *epoxy* e criar cinco impressões digitais cada ($n = 5$). Foi usado um *software* para medir as diferenças espaciais entre o modelo de referência digital e as impressões

digitais. A exatidão foi avaliada com base na diferença média e desvio padrão em micrómetros (μm) para o conjunto de cinco impressões digitais de cada sistema. As medidas para diferença média (desvio padrão) foram as seguintes: iTero-23 (3) μm , Lava C.O.S. - 36 (19) μm , 3Shape D900- 44 (18) μm , CEREC Bluecam - 68 (12) μm , E4D - 84 (4) μm . O teste ANOVA One-way demonstrou diferenças significativas ($p \leq 0,001$). Os testes *post-hoc* de múltiplas comparações mostraram que o sistema E4D foi significativamente diferente dos sistemas iTero, Lava C.O.S. e 3Shape D900. Além disso, o CEREC Bluecam exibiu diferenças significativas em relação ao iTero e Lava C.O.S. Ao mesmo tempo, não houve diferenças significativas entre o iTero, o Lava C.O.S. e o 3Shape D900. Dentro das limitações deste estudo os autores concluíram que houve diferenças estatisticamente significativas entre a exatidão dos sistemas de impressão digital. Mais especificamente ao comparar os sistemas de menor exatidão *versus* aqueles que demonstraram maior exatidão. As impressões com o sistema iTero foram as mais exatas. Os resultados deste estudo podem afetar a decisão do clínico em selecionar um *scanner* apropriado para impressões digitais. Para além disso, os resultados trazem implicações se as impressões digitais são exatas o suficiente para serem usadas como uma alternativa às técnicas de impressão convencionais.

Zimmermann *et al.* (2015) realizaram uma revisão da literatura sobre atualidades de aplicação dos *scanners* intraorais. Muitas possibilidades e o potencial dos sistemas digitais são incontestáveis em diversas especialidades. As inúmeras inovações, bem como avanços nos campos da ortodontia e

implantologia tornaram os sistemas de impressão intraoral mais promissores e previsíveis do que as digitalizações laboratoriais e em alguns aspetos superiores à técnica de impressão convencional. Tornou-se importante a integração versátil da impressão digital no diagnóstico e nas estratégias de tratamento para o paciente. Os desenvolvimentos futuros serão incorporados em procedimentos digitais consolidados numa medicina dentária do dia-a-dia. Os autores apresentaram uma visão geral dos benefícios e limitações dos sistemas de digitalização intraoral com aspetos relevantes dos *scanners* disponíveis no mercado.

Yang *et al.* (2015) avaliaram a exatidão (precisão e fidelidade) de impressões digitais e a adaptação de coroas unitárias fabricadas com base em impressões digitais. Foram confeccionados modelos correspondentes à região dos dentes 14 a 17, em resina *epoxy*, enquanto as preparações para coroas totais, em dentes naturais extraídos foram inseridos na posição do dente 16. Para avaliar a precisão foram calculados os desvios, através do uso de um algoritmo de melhor ajuste e comparação tridimensional, entre os modelos obtidos pelo *scanner* intraoral Trios, MHT, *scanner* D700 e inEos. Os valores de *root mean square* (RMS) e as imagens com código de cores foram disponibilizados. Para avaliar a fidelidade foi feita uma micro-tomografia do modelo de referência (MR). Foram calculados os desvios entre o MR e os modelos digitalizados com os diferentes *scanners*. A adaptação das coroas foi avaliada ao estereoscópio após secção transversal. As impressões digitais demonstraram ter menor precisão e melhor fidelidade. Com exceção de MHT, os valores de RMS para

precisão foram inferiores a 10 μm . As impressões digitais mostraram melhor adaptação interna e oclusal, no entanto menor adaptação marginal. Todas as impressões digitais obtiveram valores de adaptação clinicamente aceitáveis. As impressões digitais podem ser um método alternativo para a confecção de coroas unitárias.

Goracci *et al.* (2015) verificaram vários *scanners* para impressões digitais de arcada total, quanto à validade, repetibilidade, reprodutibilidade, bem como para a eficiência do tempo e aceitação do paciente. Foi feita uma pesquisa eletrônica através do PubMed, Scopus, Cochrane Library, Web of Science e Embase, com os termos de consulta "impressão digital", "impressão digital intraoral", "digitalização intraoral", "scanner intraoral", "scanner digital intraoral", combinado pelo operador Boolean 'OR'. Nenhuma língua ou limitação de tempo foi aplicada. Foram usados apenas estudos de impressões digitais intraorais de arcada total. Foram encontrados oito estudos. Apenas quatro estudos relataram dados sobre validade, repetibilidade, reprodutibilidade de medições digitais e sua amostra; limitaram-se a paciente com dentição completa permanente. Apenas dois *scanners* intraorais, Lava C.O.S. e iTero, foram testados. Os tempos de digitalização foram medidos em seis estudos e variou em grande parte. A aceitação dos pacientes da digitalização intraoral foi avaliada em quatro estudos, mas não foi avaliada especificamente para crianças. Os autores concluíram que as evidências científicas, até agora relatadas, sobre a digitalização intraoral não são exaustivas nem atualizadas. Os dados das digitalizações de arcada completa executadas em crianças devem ser recolhidos.

Para uma avaliação significativa da eficiência do tempo deve ser alcançado um acordo sobre as medidas processuais a serem incluídas na computação do tempo de digitalização.

Jacob *et al.* (2015) avaliaram a confiabilidade e a validade de um *scanner* extraoral (Ortho Insight 3D) e dois *scanners* intraorais (iTero e Lythos). Quinze mandíbulas humanas foram digitalizadas duas vezes com cada um dos *scanners* e os modelos digitais foram gerados. Foram realizadas cinco medições nas mandíbulas e em cada um dos modelos gerados, incluindo largura intermolar, largura intercanina, comprimento do arco posterior, diâmetro da coroa pré-molar e altura do canino. Erros sistemáticos e aleatórios foram avaliados com base em análises replicadas. As diferenças foram avaliadas com o teste *t* - Student emparelhados. As análises replicadas mostraram erros sistemáticos estatisticamente significativos para apenas uma medida (largura intermolar medida com o Ortho Insight 3D). As medições realizadas nos três *scanners* foram altamente confiáveis, com correlações intraclasse variando de 0,926 a 0,999. Os erros do método foram todos inferiores a 0,25 mm (média \pm 0,12 mm). O comprimento do arco posterior e a altura do canino foram significativamente menores quando medidos no Ortho Insight 3D do que quando medidos nas mandíbulas e significativamente menores do que quando medidos nos modelos iTero e Lythos. Enquanto os três *scanners* produziram medidas confiáveis, o Ortho Insight 3D subestimou sistematicamente o comprimento do arco e a altura do canino.

Ting-Shu *et al.* (2015) realizaram uma revisão para identificar vantagens das impressões digitais intraorais sobre impressões convencionais em vários aspectos. A presente revisão discutiu técnicas de impressão digital intraoral em termos dos seguintes aspectos: (1) categorias e princípios de dispositivos de impressão digital intraoral atualmente disponíveis; (2) características de operação dos dispositivos; e (3) comparação da manipulação, precisão e repetibilidade entre a impressão digital intraoral e a impressão convencional. Concluíram que a impressão digital pode ser usada como uma técnica auxiliar no processo CAD / CAM. No entanto, por se tratar de uma técnica recente apresenta limitações quanto à exatidão quando comparada com a impressão convencional. Além disso, a técnica digital é eficiente e permite economia de material de impressão.

Gimenez *et al.* (2015) avaliaram a exactidão de um sistema de impressão digital considerando parâmetros clínicos. Num modelo mestre com 6 implantes (27, 25, 22, 12, 15 e 17) foram colocados *scan bodies*. O implante 25 foi colocado com 30° de angulação e o implante 15 com uma angulação distal de 30° em relação ao plano vertical. O implante 22 foi colocado a 2 mm e o 12 colocado 4 mm infragengival. N=2 operadores experientes e n=4 operadores não experientes utilizaram o sistema Cerec. As medições envolveram 5 distâncias (27-25, 27-22, 27-12, 27-15 e 27-17). A experiência dos operadores influenciou a exatidão. O operador 3 (inexperiente) teve um melhor desempenho do que o resto. A angulação e profundidade do implante não afetaram os resultados de exatidão. A posição da câmara afetou a exatidão do

sistema. O primeiro quadrante digitalizado teve erro menor $-17 \pm 26,3 \mu\text{m}$, do que o segundo quadrante, $-116 \pm 103 \mu\text{m}$. Os autores concluíram que as impressões digitais com CEREC Bluecam podem ser uma alternativa viável para casos desafiantes onde a angulação e profundidade dos implantes estão presentes, uma vez que não apresentam desvios significativos. A exatidão do sistema CEREC depende da forma como é utilizado e não tanto da experiência do operador. A posição e angulação da câmara são fatores importantes que afetam a exatidão. A exatidão foi maior para o primeiro quadrante e diminuiu quando digitalizamos um arco completo o erro aumentou do 1º para o último implante.

Park (2016) realizou um estudo para avaliar a reprodutibilidade tridimensional de diferentes *scanners* intraorais (SIO). Um modelo com cinco dentes preparados foi digitalizado pelo *scanner* de referência (Dental Wings) e 5 SIO (E4D, Fastscan, iTero, Trios e Zfx Intrascan). As imagens adquiridas dos grupos de *scanner* foram comparadas com a imagem do *scanner* de referência (fidelidade) e dentro de cada grupo de *scanner* (precisão). A análise estatística foi realizada usando o teste *t* independente de duas amostras e a análise de variância ($\alpha = 0,05$). Os desvios médios de fidelidade e precisão do Fastscan, iTero e Trios foram significativamente menores que os outros *scanners*. De acordo com o tipo de restauração, foi observada uma fidelidade significativamente maior na coroa e no *inlay* do que na ponte. No entanto, nenhuma diferença significativa foi observada entre os quatro locais da forma da preparação. Ao comparar as características da SIO foi observada alta

fidelidade no grupo que adotou a triangulação ativa e utilizou pó. No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos de aquisição de imagens estáticas e de vídeo. Os autores concluíram que à exceção de dois *scanners* intraorais, o Fastscan, o iTero e o Trios exibiram níveis comparáveis de fidelidade e de precisão no modelo testado. Observou-se diferença na fidelidade, dependendo do tipo de restauração, da forma da preparação e das características do SIO, que devem ser levadas em consideração quando os dados da impressão intraoral são utilizados.

Jeong *et al.* (2016) compararam a fidelidade e a precisão de um *scanner* de vídeo intraoral, um *scanner* de imagem estática intraoral e um *scanner* de luz azul para a produção de impressões digitais. Os dados de referência foram obtidos pela digitalização de um modelo de arcada total. Um modelo idêntico foi digitalizado 8 vezes por um *scanner* de vídeo intraoral (CEREC Omnicam; Sirona) e um *scanner* de imagem estática intraoral (CEREC Bluecam; Sirona), e modelos de gesso feitos a partir de impressões convencionais do modelo de referência. Estes modelos foram digitalizados 8 vezes com um *scanner* de luz como controlo (Identica Blue; Medit). A exatidão consiste em fidelidade (a extensão em que os dados da digitalização diferem da digitalização de referência) e precisão (a semelhança dos dados em várias digitalizações). Para avaliar a precisão, 8 digitalizações foram sobrepostas usando o *software* de análise tridimensional; os dados da digitalização de referência foram então sobrepostos para determinar a fidelidade. As diferenças foram analisadas usando ANOVA de 1 fator e testes *post hoc* de Tukey HSD ($\alpha = 0,05$). A

fidelidade no grupo de *scanner* de vídeo não foi significativamente diferente daquela no grupo de controle. No entanto, o grupo de *scanner* de vídeo mostrou valores significativamente mais baixos do que os do grupo de *scanner* de imagens fixas para todas as variáveis ($p < 0,05$), exceto na faixa de tolerância. Os valores de RMS, os desvios-padrão e os valores médios de precisão negativa para o grupo de *scanner* de vídeo foram significativamente maiores que os dos outros grupos ($p < 0,05$). As impressões digitais obtidas pelo *scanner* de vídeo intraoral mostraram melhor exatidão em áreas de longo alcance do que aquelas capturadas pelo *scanner* de imagens fixas. No entanto, o de vídeo era menos exato que o *scanner* de laboratório.

Renne *et al.* (2017) avaliaram a exatidão (através da precisão e da fidelidade) de sete *scanners* numa análise *in vitro* baseada em comparações tridimensionais. Neste estudo, foram utilizados seis *scanners* intraorais e um de laboratório para digitalizações totais e parciais. Um modelo mestre e um de referência foram utilizados como parâmetro para as análises. Desta forma, um *software* de análises 3D foi utilizado para medir as discrepâncias entre os modelos experimentais e o modelo mestre virtual. Os autores concluíram que o Planscan é mais exato em pequenas digitalizações, enquanto o Trios é mais exato em digitalizações de arcadas completas.

Güth *et al.* (2017) estudaram a precisão de diferentes *scanners* intraorais e compararam com o processo de digitalização indireta. Um modelo de teste, em titânio, foi digitalizado diretamente 12 vezes com cada *scanner* intraoral (1) CS 3500 (CS), (2) Zfa Intrascan (ZFX), (3) CEREC AC Bluecam (BLU), (4)

CEREC AC Omnicam (OC) e (5) True Definition (TD). Como controle, foram tiradas 12 impressões de poliéter e os modelos de gesso foram digitalizados indiretamente com o *scanner* de laboratório D810 (CON). A exatidão (fidelidade/precisão) dos ficheiros .STL foi avaliada por um *software* de análise (Geomagic Qualify 12.1) usando o "*best fit alignment*" com um conjunto de dados de referência altamente preciso do teste modelo. A digitalização direta usando o TD mostrou a maior fidelidade, seguido por CS. Ambos tiveram um melhor desempenho que o CON, BLU, ZFX e o OC apresentou maiores diferenças que o CON em relação à referência. Quanto à precisão o CS e o TD apresentaram melhores resultados CON, BLU e OC mais precisos que o ZFX. Os autores concluíram que os dados obtidos dependiam do sistema de digitalização usado. A digitalização direta não foi superior à indireta. Em relação a exatidão todos os *scanners* intraorais testados foram capazes de reproduzir um quadrante com precisão clínica aceitável.

Vecsei *et al.* (2017) compararam a exatidão (fidelidade, precisão) da digitalização direta e indireta dos métodos CAD/ CAM. Criaram um modelo mestre com pilares preparados e áreas edêntulas a partir de um modelo em polimetilmetacrilato (PMMA). Um *scanner* industrial de alta resolução foi usado para criar um modelo de referência digital. Foram feitas dez impressões de polivinilsiloxano (PVS) e impressões digitais com três *scanners* intraorais (iTero, Cerec, Trios) a partir do modelo de PMMA. Um *scanner* de laboratório (Scan CS2) foi usado para digitalizar o modelo seccionado feito a partir da impressão em PVS. Os arquivos em .STL das impressões (n = 40) foram

exportados. Cada arquivo foi comparado à referência usando o *software* Geomagic Verify. Seis pontos foram designados para permitir a medição virtual de três distâncias de tamanho variável dentro da arcada. Os métodos foram comparados usando regressão de intervalo interquartil e igualdade de variância e testes de precisão e regressão linear de efeitos mistos para correção. O desvio médio para as medições de pequena distância do valor de referência foi de 40,3 (79,7) μm no método indireto e 22,3 (40,0) μm no método direto. Para a distância média, o desvio foi de 5,2 (DP: 111,3) μm para os métodos indireto e de 115,8 (DP: 50,7) μm para o método direto. Para as medições grandes obtiveram de 325,8 (DP: 134,1) μm com o método indireto e 163,5 (DP: 145,5) μm com o método direto. Diferenças significativas foram encontradas entre os dois métodos ($p < 0,05$). Quanto menor a distância, mais exatos foram os resultados. Os modelos virtuais obtidos por impressões digitais podem ser mais exatos que os convencionais.

Shimizu *et al.* (2017) avaliariam a exatidão de um *scanner* intraoral com triangulação ativa (Cerec Omnicam), um *scanner* intraoral com laser confocal (Trios 3, 3Shape) e um *scanner* extraoral com triangulação ativa (D810). O segundo objetivo deste estudo foi comparar a exatidão das coroas digitais projetadas com dois *scanners* e diferentes combinações de CAD. A exatidão dos *scanners* intraorais e extraorais foi clinicamente aceitável. Os autores concluíram que o ajuste marginal e interno das coroas obtidas com o *scanner* intraoral eram inferiores às obtidas com o *scanner* extraoral e *softwares* CAD.

Lee *et al.* (2017) compararam a exatidão dos *scanners* laboratoriais com a do *scanner* intraoral usando diferentes técnicas de impressão de imagem. Foi fabricado um modelo mestre de polimetilmetacrilato para replicar um modelo dum primeiro molar superior. O modelo principal foi digitalizado com um *scanner* de alta precisão para obter um valor verdadeiro ($n = 1$) e com 2 *scanners* intraorais (CEREC Bluecam e CEREC Omnicam; $n = 6$ cada). O *scanner* laboratorial digitalizou o modelo principal e duplicou a peça dentária do modelo principal ($n = 6$). A fidelidade e precisão dos dados foram medidas usando um programa de análise tridimensional. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os diferentes conjuntos de dados, seguido de um teste *post hoc* de Mann-Whitney U com um nível de significância modificado pela correção de Bonferroni ($\alpha / 6 = 0,0083$). O nível de erro do tipo 1 (α) foi definido em 0,05. O valor de correção (quadrado médio da raiz: média \pm desvio padrão) foi de $17,5 \pm 1,8 \mu\text{m}$ para o Bluecam, $13,8 \pm 1,4 \mu\text{m}$ para o Omnicam, $17,4 \pm 1,7 \mu\text{m}$ para o *scanner* laboratorial 1 e $12,3 \pm 0,1 \mu\text{m}$ para o *scanner* de laboratorial 2. As diferenças entre o Bluecam e o *scanner* laboratorial 1 e entre o Omnicam e o *scanner* laboratorial 2 não foram estatisticamente significativas ($p > 0,0083$), mas foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre todos os outros pares ($p < 0,0083$). A precisão dos *scanners* foi de $12,7 \pm 2,6 \mu\text{m}$ para o Bluecam, $12,5 \pm 3,7 \mu\text{m}$ para o Omnicam, $9,2 \pm 1,2 \mu\text{m}$ para o *scanner* laboratorial 1 e $6,9 \pm 2,6 \mu\text{m}$ para o *scanner* laboratorial 2. As diferenças entre Bluecam e Omnicam e entre Omnicam e o *scanner* laboratorial 1 não foram estatisticamente significativas ($p > 0,0083$), mas houve uma diferença

estatisticamente significativa entre todos os outros pares ($p < 0,0083$). O Omnicam teve melhor fidelidade do que o *scanner* laboratorial, mas com um nível semelhante de precisão.

Carbajal Mejía *et al.* (2017) elaboraram um estudo para avaliar a influência de diferentes geometrias de preparos dentários na exatidão (baseada na precisão e na fidelidade) de impressões pelo método digital e convencional. Para viabilizar o estudo, preparos para coroas no elemento 21 com convergência oclusal total foram criados virtualmente com diferentes angulações (-8° , -6° , -4° , 0° , 4° , 8° , 12° , 16° e 22°) e duplicados em resina acrílica. Posteriormente, cada um dos modelos de referência foi digitalizado por um *scanner* de laboratório e os arquivos foram guardados em formato .STL para viabilizar a comparação com os grupos experimentais. O grupo convencional foi composto por 5 impressões (polivinilsiloxano) de cada modelo de referência seguida de preenchimento com gesso tipo IV. Os modelos obtidos foram digitalizados pelo *scanner* de laboratório e os arquivos exportados em .STL. Por fim, para formar o grupo do método digital, os modelos foram digitalizados por um *scanner* intraoral. Para analisar os resultados, um *software* específico realizou a sobreposição das imagens dos grupos experimentais nas imagens de referência (aferição da fidelidade) e também relacionou cada modelo virtual dos grupos testados entre si (aferição da precisão). Aplicou-se o teste ANOVA de dois fatores e os dados foram analisados estatisticamente. Os autores concluíram que ambos os grupos apresentaram bons resultados, porém, o grupo convencional (antes e depois da digitalização pelo *scanner* padrão), mostrou não ser eficaz na

reprodução de preparos com angulações próximas a 0°. Por outro lado, a digitalização intraoral foi capaz de reproduzir com exatidão todos os preparos confeccionados, sem influência da angulação.

Atieh *et al.* (2017) estudaram a exatidão (fidelidade e precisão) das impressões óticas e convencionais por meio de um novo modelo de estudo. Para cada participante (n=5) foram obtidas impressões óticas e convencionais (polivinilsiloxano) de um aparelho de referência intraoral de liga de Co-Cr, montado na arcada mandibular. Os modelos obtidos pela técnica convencional foram digitalizados por um *scanner* de referência. Para o grupo de impressão ótica, os modelos digitais em 3D foram obtidos diretamente das imagens intraorais. A média total da fidelidade, para cada sistema de impressão, foi calculada através da média dos desvios das réplicas de impressão do modelo de referência 3D para cada participante, seguido da média dos valores obtidos em todos os participantes. A média total da precisão de cada sistema de impressão foi calculada através da média dos desvios médios entre todas as réplicas de impressão de cada participante (10 pares), seguida da média dos valores obtidos em todos os participantes. Os dados foram analisados através de medidas repetidas ANOVA ($\alpha = 0,05$), primeiro para avaliar se há uma diferença sistemática na fidelidade ou precisão das impressões entre os participantes e segundo para avaliar se os valores médios da fidelidade e precisão diferiram entre os dois sistemas de impressão. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os dois sistemas de impressão, tanto para fidelidade média ($p=0,010$) quanto para precisão média ($p=0,007$). As

impressões convencionais apresentaram maior exatidão com uma fidelidade média de $17,0 \pm 6,6 \mu\text{m}$ e precisão média de $16,9 \pm 5,8 \mu\text{m}$ do que as impressões óticas com uma fidelidade média de $46,2 \pm 11,4 \mu\text{m}$ e precisão média de $61,1 \pm 4,9 \mu\text{m}$. As impressões óticas de arcada total (primeiro molar ao primeiro molar) eram menos exatas que as impressões convencionais, mas podem ser adequadas para impressões de quadrante.

Imburgia *et al.* (2017) compararam a fidelidade e a precisão de quatro *scanners* intraorais num modelo parcialmente edêntulo (MPE) com três implantes num modelo totalmente edêntulo (MTE) com seis implantes. Dois modelos de gesso foram preparados com três e seis análogos de implante, respetivamente. Estes modelos foram digitalizados por um *scanner* de referência (ScanRider), e por quatro *scanners* intraorais (CS 3600, Trios 3, Omnicam, True Definition); cinco digitalizações foram feitas para cada modelo. Todos os dados foram carregados em *software* e sobrepostos no modelo de referência para avaliar a fidelidade e precisão. No MPE, o CS 3600 teve a melhor fidelidade ($45.8 \pm 1.6\mu\text{m}$) seguido por Trios 3 ($50.2 \pm 2.5\mu\text{m}$), Omnicam ($58.8 \pm 1.6\mu\text{m}$) e TrueDefinition ($61.4 \pm 3\mu\text{m}$). Diferenças significativas foram encontradas entre CS 3600 e Trios 3, CS 3600 e Omnicam. CS 3600 e TrueDefinition, Trios 3 e Omnicam, Trios 3 e TrueDefinition. No MTE, CS 3600 teve a melhor fidelidade ($60.6 \pm 11.7\mu\text{m}$), seguido por Omnicam ($66.4 \pm 3.9\mu\text{m}$), Trios 3 ($67.2 \pm 6.9\mu\text{m}$) e TrueDefinition ($106.4 \pm 23.1\mu\text{m}$). Diferenças significativas foram encontradas entre CS 3600 e TrueDefinition, Trios 3 e TrueDefinition, Omnicam e TrueDefinition. Para

todos os *scanners*, os valores de fidelidade obtidos no MPE foram significativamente melhores do que os obtidos no MTE. No MPE, o TrueDefinition obteve a melhor precisão ($19.5 \pm 3.1\mu\text{m}$), seguido por Trios 3 ($24.5 \pm 3.7\mu\text{m}$), CS 3600 ($24.8 \pm 4.6\mu\text{m}$), Omnicam ($26.3 \pm 1.5\mu\text{m}$); Diferenças estatisticamente significativas não foram encontradas. No MTE o Trios3 ($31,5 \pm 9.8\mu\text{m}$) foi mais preciso, seguido por Omnicam ($57,2 \pm 9,1\mu\text{m}$), CS 3600 ($65,5 \pm 16,7\mu\text{m}$) e TrueDefinition ($75.3 \pm 43,8\mu\text{m}$). Para CS 3600, Omnicam e TrueDefinition os valores obtidos no MPE foram significativamente melhores do que os obtidos no MTE; não foram encontradas diferenças significativas para Trios 3. Foram encontradas diferenças significativas na fidelidade entre os diferentes *scanners*, sendo maior para arcadas parciais. Quanto à precisão, não houve diferenças significativas. Para CS 3600, Omnicam e TrueDefinition a precisão foi maior para o PEM.

Richert *et al.* (2017) elaboraram uma revisão de literatura que apresentou as dificuldades associadas às impressões com técnicas convencionais, impressões com SIO (*scanner* intraoral) e ao desenho e fabricação auxiliados por computador (CAD / CAM). Na última década, houve um aumento do número de dispositivos SIO óticos, e estes são baseados em diferentes tecnologias; cuja escolha pode ter impacto sobre o uso clínico. Para permitir escolhas informadas antes de comprar ou renovar um SIO, os autores abordaram, primeiro, as tecnologias atualmente em uso (projeção de luz, determinação de objetos à distância e reconstrução). Numa segunda etapa, apresentaram as considerações de cada estratégia tais como: o manuseamento,

curva de aprendizagem, uso de revestimento, trajetos de digitalização, mapeamento e qualidade da malha. A última secção é dedicada à exatidão dos arquivos e à relação intermaxilar registada no SIO como a renderização de arquivos na interface gráfica do usuário. Essa visão geral leva à conclusão de que o SIO atual é adaptado para uma prática comum, embora existam diferenças entre as tecnologias usadas. Um aspeto importante foi a redução no volume de *hardware* que levou a um aumento da importância do *software*.

Abduo *et al.* (2018) elaboraram uma revisão sistemática da literatura para avaliar os fatores que interferem na exatidão de impressão digital intraoral (SIO) que se tornaram uma alternativa cada vez mais popular às impressões convencionais. A pesquisa bibliográfica incluía inicialmente um total de 2305 estudos. Após a aplicação dos critérios de inclusão, 32 estudos foram adequados para a análise. Os seguintes sistemas foram incluídos na revisão: CEREC Bluecam, CEREC Omnicam, iTero, Lava C.O.S., Lava True Definition, Trios, Trios 3, E4D, Planscan, MHT, CS 3500 e Zfx IntraScan. Em comparação com as impressões convencionais, os sistemas SIO podem ser usados com segurança para fins de diagnóstico e digitalização de hemiarcadas. No entanto, para digitalização de arcadas totais, o SIO é suscetível a mais desvios. Os estudos indicaram resultados variáveis dos diferentes sistemas SIO. Embora a precisão dos sistemas SIO pareça promissora e comparável aos métodos convencionais, eles ainda estão vulneráveis a imprecisões. Para a confecção de restaurações indiretas, a exatidão do SIO é aprimorada reduzindo

o tempo de digitalização e garantindo que as superfícies digitalizadas exibam irregularidades mínimas.

Braian *et al.* (2019) estudaram a fidelidade e precisão de 5 dispositivos SIO diferentes para digitalizar um modelo dentado e edêntulo de uma forma padronizada para hemiarçadas e arcadas completas. Ambos foram digitalizados 15 vezes. Todas as digitalizações foram realizadas por 1 operador experiente de forma padronizada. Foram adicionadas cinco marcações cilíndricas a cada modelo. Esses cilindros tornaram possível a medição de distâncias ponto a ponto, dividindo os testes em medidas de arcada cruzada e medidas intercilíndricas (hemiarçada). O teste *t*-Student, o teste de *Mann-Whitney* e o teste de *Levene* para igualdade foram usados para calcular a diferença entre as digitalizações edêntulas e dentadas para as medidas de arcada cruzada e intercilíndrico ($\alpha = 0,05$). Para as medidas de arcada cruzada nas imagens edêntulas, os valores de fidelidade variaram entre 6 μm (Emerald P1-P2) e 193 μm (Omnicam P1-P5) e para as medidas intercilíndricas, entre 2 μm (Itero P4-P5) e -103 μm (CS 3600 P1-P2). Para o modelo dentado, os valores de fidelidade de arcada cruzada variaram entre 6 μm (CS 3600 P1-P2) e 150 μm (Trios 3 P1-P5) e para as medidas intercilíndricas, entre 4 μm (Itero P4-P5) e -56 μm (Emerald P4-P5). Diferenças significativas foram encontradas em digitalizações edêntulas e dentadas para hemiarçadas e arcadas completas. A fidelidade para digitalizações de arcada completa foi menor que 193 μm para digitalizações edêntulas e inferior a 150 μm para digitalizações dentadas. A

fidelidade para digitalizações de hemiarcada foi menor que 103 μm para digitalizações edêntulas e inferior a 56 μm para arcadas dentadas.

Revilla-León *et al.* (2020) avaliaram o impacto das condições de iluminação na exatidão (fidelidade e precisão) de diferentes SIO. Um modelo foi digitalizado por um *scanner* extraoral (L2i; Imetric) para obter um arquivo .STL. Foram avaliados três SIO: iTero Element, CEREC Omnicam, e Trios 3 com 4 condições de iluminação para cadeira: 10.000 lux, luz ambiente de 1003 lux, luz natural de 500 lux e nenhuma luz de 0 lux. Foram gravadas dez digitalizações por grupo. O arquivo .STL foi usado como uma referência para medir a discrepância entre o modelo digitalizado e as digitalizações utilizando o *software* MeshLab. O Kruskal-Wallis, ANOVA de um fator e comparação par a par foram usados para analisar os dados. Foram observadas diferenças significativas para valores médios de fidelidade e precisão. Em todos os grupos, os valores médios de precisão foram superiores aos valores de fidelidade. As condições de iluminação ambiente influenciaram a exatidão (fidelidade e precisão) dos SIO testados. As condições de iluminação recomendadas dependem do SIO selecionado. Para o iTero Element, as condições de luz da cadeira e da sala resultaram em valores médios de melhor exatidão. Para CEREC Omnicam, luz zero resultou em melhor exatidão, e para Trios 3, a luz ambiente resultou em melhor exatidão.

Na sequência do trabalho anterior, Revilla-León *et al.* (2020) mediram o impacto de várias condições de luz na qualidade da malha de diferentes SIO.

Foram avaliados três SIO - iTero Element, CEREC Omnicam e Trios 3 com 4 condições de iluminação luz da cadeira: 10.000 lux; luz ambiente, 1003 lux; luz natural, 500 lux; e sem luz, 0 lux. Foram realizadas dez digitalizações por grupo de um modelo mandibular. A qualidade da malha foi analisada usando o pacote iso2mesh da MATLAB. O teste estatístico ANOVA de dois fatores e ANOVA de um fator de Kruskal-Wallis foram usados para analisar os dados ($p = 0,05$). Diferenças significativas nos valores de qualidade de malha foram encontradas entre os diferentes SIO sob as mesmas condições de iluminação e entre as diferentes condições de iluminação usando o mesmo SIO. O Trios 3 apresentou os maiores valores médios de consistência e qualidade de malha em todas as condições de iluminação testadas. CEREC Omnicam teve os menores valores médios de qualidade de malha em todas as condições de iluminação de digitalização. O iTero Element exibiu alguma consistência nos valores de qualidade da malha dependendo das condições de iluminação: a luz da cadeira e as condições da luz da sala apresentaram boa consistência na qualidade da malha, e a luz natural e nenhuma condição de luz apresentaram consistência diferente nos valores de qualidade da malha. No entanto, nenhuma condição de luz levou à qualidade de malha média mínima em todos os grupos SIO. Devem ser esperadas diferenças na qualidade da malha entre diferentes SIO. As técnicas de digitalização fotográfica avaliadas apresentaram valores médios de qualidade de malha mais elevados do que a tecnologia de digitalização baseada em vídeo testada. Além disso, as mudanças nas condições de iluminação afetam significativamente a qualidade da malha. O Trios 3 apresentou a maior

consistência em termos de qualidade média da malha, indicando melhor sistema fotográfico em comparação com o iTero Element.

Mangano *et al.* (2020) avaliaram (in vitro) e compararam a fidelidade de 12 *scanners* (SIO) diferentes na digitalização de arcadas totais com implantes. Foi digitalizado um modelo de gesso de uma maxila edêntula com 6 análogos de implantes e corpos de digitalização (SB) com um scanner de laboratório (Freedom UHD) para gerar um modelo de referência (MR), e com 12 SIO iTero Element 5D ; Primescan e Omnicam; CS 3700 e CS 3600; Trios 3; i-500; Emerald S e Emerald; Virtuo Vivo e DWIO; Runeyes Quickscan). Foram feitas dez digitalizações usando cada *scanner* e cada uma foi comparada com o MR, para avaliar a fidelidade. Um método de sobreposição (*mesh*) e um método comparação por pontos (*nurbs*) foram usados para avaliar a fidelidade geral das digitalizações; distâncias lineares e cruzadas entre os SB foram usadas para avaliar a fidelidade local dos exames. A análise foi realizada por meio de *software* (Studio, Geomagics; Magics, Materialise). Com o método de sobreposição das malhas, os melhores resultados foram obtidos pelo CS 3700 (erro médio 30,4 μm) seguido por iTero Element 5D (31,4 μm), i-500 (32,2 μm), Trios 3 (36,4 μm), CS 3600 (36,5 μm), Primescan (38,4 μm), Virtuo Vivo (43,8 μm), Runeyes (44,4 μm), Emerald S (52,9 μm), Emerald (76,1 μm), Omnicam (79,6 μm) e DWIO (98,4 μm). Com o método *nurbs / nurbs*, os melhores resultados foram obtidos por iTero Element 5D (erro médio de 16,1 μm), seguido de Primescan (19,3 μm), Trios 3 (20,2 μm), i-500 (20,8 μm), CS 3700 (21,9 μm), CS 3600 (24,4 μm), Virtuo Vivo (32,0 μm), Runeyes (33,9

μm), Emerald S (36,8 μm), Omnicam (47,0 μm), Emerald (51,9 μm) e DWIO (69,9 μm). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os *scanners*. As distâncias lineares e cruzadas entre os SB (análise de exatidão local) confirmaram os dados que emergiram da avaliação geral de fidelidade. Diferentes níveis de fidelidade foram encontrados entre os *scanners* avaliados neste estudo. Mais estudos são necessários para confirmar esses resultados.

Lee *et al.* (2020) avaliaram a topografia de superfície e as medidas de precisão de diferentes *scanners* digitais intraorais e extraorais. Foi preparado e digitalizado um modelo de referência de uma arcada superior com quatro análogos de implante por três *scanners* intraorais e dois extraorais. Foi digitalizado o modelo de referência quinze vezes com cada sistema de digitalização, investigando a topografia da superfície e medidas de precisão para a mesma arcada e arcada cruzada. Os dados foram exportados para *software* de inspeção 3D e processamento de malha (GOM Inspect, Braunschweig, Alemanha). A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA) de um fator com o método de Tukey para comparações emparelhadas. O efeito dos parâmetros na geração da topografia da superfície foi analisado por análise de regressão linear univariada. Dos sistemas de *scanners* avaliados, o iTero (IT) exibiu o maior número de pontos de triangulação, seguido pelo Trios 3 (TR) e Straumann Cares (SC). Não foram observadas diferenças significativas na topografia da superfície ao comparar as superfícies planas e contornadas, a posição anterior e posterior e as áreas interproximais. Para a medição de precisão no mesmo quadrante, não foi

observada diferença estatística entre os *scanners* intra e extraorais. No entanto, os extraorais mostraram medições de precisão substancialmente mais altas para a medição de arcada cruzada. A topografia da superfície não se correlacionou com a precisão. Em vez disso, a precisão está relacionada com o mecanismo de digitalização. Para uma digitalização de quadrante, tanto os *scanners* intraorais quanto os de laboratório são recomendados, mas estes últimos são recomendados para uma digitalização de arcada completa.

Chiu *et al.* (2020) compararam, *in vitro*, a precisão das impressões digitais na margem da preparação da coroa usando diferentes resoluções de digitalização de um sistema de *scanner* intraoral específico. Uma preparação de coroa total de cerâmica de um primeiro molar inferior foi construída num modelo, e uma digitalização (n = 3) foi criada com um *scanner* de laboratório de nível industrial (D2000, 3Shape) como controlo. As impressões digitais foram obtidas com um *scanner* intraoral (Trios 3, 3Shape) em três configurações - alta resolução (HR), resolução padrão (SR) e resolução combinada (SHR). A análise 3D comparativa das digitalizações foi realizada com o *software* Geomagic Control X para medir a discrepância entre as digitalizações intraorais e a digitalização de controle ao longo da linha de chegada da preparação. O tempo de digitalização e o número de imagens capturadas por digitalização foram registados. A análise estatística foi realizada por ANOVA one-way, ANOVA de two-way, correlação de Pearson e teste T3 de Dunnett ($\alpha = 0,05$). Diferenças significativas foram observadas para o tempo de digitalização e para o número de imagens capturadas entre as configurações

de resolução de digitalização ($\alpha < 0,05$). O tempo de digitalização para o grupo SR foi, em média, 34,2 s menos do que o grupo SHR e 46,5 s menos do que o grupo HR. Para discrepância na linha de chegada, não foram observadas diferenças significativas entre as resoluções de digitalização (HR: $31,5 \pm 5,5 \mu\text{m}$, SHR: $33,2 \pm 3,7 \mu\text{m}$, SR: $33,6 \pm 3,1 \mu\text{m}$). Diferenças significativas na discrepância foram observadas entre as superfícies dentárias, com a superfície distal a apresentar as maiores discrepâncias. Em conclusão, a resolução do *scanner* intraoral é definida principalmente pelo hardware do sistema e otimizada para digitalizações padrão. Um modo de *software* de alta resolução que obtém mais dados ao longo de um tempo pode não beneficiar necessariamente a exatidão da digitalização, enquanto a preparação do dente e os parâmetros de superfície afetam a exatidão.

Dutton *et al.* (2020) compararam *in vitro* a mais nova geração de *scanners* intraorais com seus equivalentes mais antigos e avaliaram se os substratos dos materiais afetam a fidelidade e a precisão dos *scanners* intraorais (SIO). Foi produzido um modelo customizado, usado como referência, com dentes compostos por diferentes materiais dentários. A digitalização padrão de referência foi obtida por meio de um *scanner* óptico tridimensional (3D), o ATOS III. Foram obtidas digitalizações experimentais usando oito SIO diferentes, operados por clínicos experientes, usando a estratégia de digitalização recomendada pelo fabricante. O *software* Geomagic Control X foi usado para comparar a digitalização padrão de referência com as digitalizações experimentais. Para todos os *scanners* testados, exceto o Trios 3, o substrato

influencia a fidelidade e precisão da digitalização. Além disso, existem diferenças ao comparar o mesmo substrato em diferentes *scanners* com alguns dos *scanners* de última geração em relação à fidelidade e precisão. O tipo de substrato afeta a fidelidade e a precisão de uma digitalização. Os *scanners* de triangulação ativos são mais sensíveis às diferenças de substrato do que as suas contrapartes confocais paralelas. Alguns *scanners* digitalizam certos substratos melhor, mas em geral a nova geração de *scanners* supera a antiga, em todos os substratos.

Fung & Brisebois (2020) relataram como estamos cercados pela tecnologia e a sua influência na medicina dentária. A palavra tecnologia vem de 2 palavras gregas, traduzidas em *techne* e *logos*. *Techne* significa arte, habilidade ou a maneira ou meios pelos quais uma coisa é adquirida. *Logos* significa estudo, o enunciado pelo qual o pensamento interior é expresso, um ditado ou uma expressão. Para os fins deste artigo, os autores expandem os subconjuntos tecnologia, objeto, conhecimento e processo para medicina dentária digital. A sua implementação na prática é mais do que um equipamento. É importante entender mais do que como usar o dispositivo, as nuances da tecnologia, os processos envolvidos e como a tecnologia se encaixa no seu sistema de prática existente. O uso desta técnica está a aumentar à medida que os custos para adquirir tecnologia digital caíram drasticamente e permitiram que mais profissionais integrassem equipamentos digitais com investimento reduzido. Um dos benefícios mais significativos da tecnologia digital em medicina dentária é a capacidade de agilizar processos que podem ser

complicados por meio do modo analógico. Na Medicina Dentária digital, é importante entender as vantagens e desvantagens de cada dispositivo ou sistema disponível.

Gintaute *et al.* (2020) compararam a precisão do registro maxilo-mandibular e a oclusão total da arcada resultante produzida por três *scanners* intraorais *in vitro*. Seis modelos dentários (grupos A – F) foram digitalizados cinco vezes com *scanners* intraorais (CEREC, Trios, Planmeca), produzindo ambas as arcadas completas e dois registros bucais intermaxilares. Foi medida a área de superfície total dos pontos de contacto (definidos como regiões dentro de 0,1 mm e todas as penetrações da malha) e as distâncias entre quatro pares de pontos-chave foram comparadas, cada um na parte posterior e anterior. A área total da superfície dos pontos de contato variou significativamente entre os *scanners* em todos os grupos. CEREC produziu as menores áreas de superfície de contacto (5,7–25,3 mm²), enquanto o Planmeca tendeu a produzir as maiores áreas em cada grupo (22,2–60,2 mm²). A precisão dos *scanners*, medida pelo intervalo de IC de 95%, variou de 0,1–0,9 mm para os pontos chave posteriores. Para pontos-chave anteriores, a faixa de IC de 95% foi menor, particularmente quando vários dentes posteriores ainda estavam presentes (0,04–0,42 mm). Com a perda progressiva das unidades posteriores (grupos D – F), as diferenças na oclusão anterior entre os *scanners* tornaram-se significativas em cinco dos seis grupos (D – F caninos esquerdos e D, F caninos direitos, $p < 0,05$). Registros maxilo-mandibulares de três *scanners* intraorais criaram áreas de superfície de contacto oclusal significativamente diferentes. Todos revelaram menor precisão

para as oclusões posteriores e melhor para as anteriores. O CEREC tendeu para mordidas abertas posteriores incorretas, enquanto o Trios foi mais consistente em reproduzir unidades de oclusão.

Kihara *et al.* (2020) avaliaram a precisão e praticidade de vários *scanners* intraorais e método de verificação de *scanners* intraorais. Esta revisão foi baseada em artigos pesquisados nas bases de dados MEDLINE e PubMed. As principais palavras-chave utilizadas durante a busca foram “Oral *Scanner*, Intraoral *Scanners*, Desktop *Scanner* e Digital Impression”. Foi relatado que a iluminação e a temperatura da cor afetaram a fidelidade e a precisão dos *scanners* intraorais. A repetibilidade dos *scanners* intraorais indicava a possibilidade de confecção de próteses fixas na faixa de ser parcialmente edêntula. É considerado difícil o uso de *scanners* intraorais na confecção de próteses fixas em arcada cruzada. No entanto, com *scanners* intraorais, pode ser considerado possível fabricar goteiras oclusais e próteses equivalentes aos de *scanners* de laboratório. As digitalizações intraorais atuais são consideradas mais confortáveis do que as impressões tradicionais que usam hidrocolóide irreversível e materiais de impressão elastoméricos. Uma vez que o *scanner* intraoral é um dispositivo em evolução é esperada uma melhoria na verificação da exatidão.

Osnes *et al.* (2020) investigaram a precisão de seis *scanners* intraorais usando o método tradicional de medição do erro médio e um método proposto considerando apenas os aspectos mais extremos e clinicamente relevantes de um exame. Foi digitalizado um modelo edêntulo cinco vezes usando os seis

scanners intraorais. As digitalizações repetidas foram alinhadas, uniformemente e o desvio médio da superfície foi medido em todas as 20 combinações de digitalização dentro de cada grupo de *scanner*. Todas as combinações de digitalização foram então medidas organizando vértices de digitalização da maior à menor distância não sinalizada da sua digitalização comparada e medindo o valor mediano dentro de 1% dos pontos mais desviantes. Os resultados dos desvios médios tradicionais e os desvios do limite superior foram comparados. O desvio do limite superior numa digitalização relatou erros até duas vezes maiores do que aqueles encontrados ao medir distâncias médias globais. Os resultados revelaram erros clinicamente relevantes de mais de 0,3 mm em digitalizações produzidas pelos *scanners* Planmeca e Dentalwings, achados não vistos ao medir o erro de distância média da digitalização completa. O desvio do limite superior de uma digitalização cortada pode fornecer uma métrica clinicamente útil para a precisão do *scanner*. O Aadvia, 3Shape, CEREC e TDS produziram digitalizações potencialmente apropriadas para uso clínico, enquanto Planmeca e Dentalwings produziram desvios maiores que 0,3 mm ao medir o desvio do limite superior.

Park *et al.* (2020) estudaram a precisão dos SIO representativos na obtenção de digitalizações de preparações de *inlay* e avaliaram se os SIO tinham profundidade de campo suficiente para obter imagens precisas de preparações de cavidades estreitas e profundas. Digitalizações de um modelo bimaxilar com preparações cavitárias para restaurações do tipo *inlay* no primeiro pré-molar superior, primeiro e segundo molar, segundo pré-molar inferior e primeiro

molar foram obtidas ao usar 6 SIO (CEREC Omnicam, E4D, FastScan, iTero, Trios e Zfx IntraScan). As malhas (.STL) foram analisadas usando o *software* de análise tridimensional (Geomagic Verify). Foram usados mapas codificados por cores para comparar a magnitude e o padrão de desvio geral dos SIO com as digitalizações de referência. Cada dente preparado para a restauração *inlay* foi cortado digitalmente, e a fidelidade e precisão de cada SIO foram medidas usando a técnica de sobreposição. As análises estatísticas foram realizadas usando *software* estatístico ($\alpha = 0,05$). Os valores de fidelidade foram mais baixos com o FastScan (22,1 μm), seguido por TRIOS (22,7 μm), CEREC Omnicam (23,2 μm), iTero (26,8 μm), Zfx IntraScan (36,4 μm) e E4D (46,2 μm). Em geral, as digitalizações de desenhos de cavidades mais complicadas mostraram mais desvios. Mapas codificados por cores mostraram discrepância vertical positiva com o E4D e discrepância vertical negativa com o Zfx IntraScan, especialmente no pavimento da cavidade. Em relação à precisão, o maior valor foi observado no E4D (37,7 μm), enquanto o menor valor foi observado no Trios (7,0 μm). No entanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dentes com diferentes preparações de *inlay*. Erros de digitalização foram vistos com mais frequência na região cervical. Diferentes SIO e tipos de desenho de cavidades influenciaram a precisão dos exames digitais. Digitalizações de geometria de cavidade mais complexa geralmente mostraram desvio mais alto. O E4D exibiu o maior desvio em veracidade e precisão, seguido pelo Zfx IntraScan. O E4D e o Zfx IntraScan parecem ter

menos profundidade de campo do que os outros para obter digitalizações para a preparação de *inlay* com alturas diferentes.

Sawase & Kuroshima (2020) relataram que a tecnologia óptica proporcionou uma mudança de paradigma na implantologia. Porém, há poucas informações sobre o uso da tecnologia ótica na implantologia, uma vez que essa tecnologia é relativamente nova e tem evoluído nas condições atuais. Na presente revisão narrativa da literatura, os efeitos do uso de *scanners* intraorais (SIO) na precisão e no tempo de operação, bem como na segurança e na percepção do paciente, em implantologia foram avaliados do ponto de vista clínico. A exatidão das digitalizações com SIO foi comparável às técnicas de impressão convencionais para próteses simples ou parciais, e as digitalizações com SIO são eficientes em termos de tempo ao fazer moldes para pilares simples ou duplos. No entanto, a exatidão e a eficiência do tempo são reduzidas para digitalizações de vários implantes ou impressões de áreas extensas com o uso de SIO. A satisfação do paciente e a preferência por exames de SIO são geralmente superiores àqueles com procedimentos de impressões convencionais.

2.2 Impressão digital comparada à impressão convencional

Na literatura, encontram-se diversos estudos que realizaram a comparação entre os métodos de impressão digital e convencional. De entre estes estudos, alguns não encontraram diferenças significativas entre os métodos (Ting-shu *et al.* 2015; Ahlholm *et al.* 2016; Chochlidakis *et al.* 2016; Mangano *et al.* 2017; Marghalani *et al.* 2018; Sim *et al.* 2018), já em outras análises o método convencional desempenhou melhor precisão na cópia dos detalhes (Ender & Mehl, 2013, 2015; Mangano *et al.*, 2017; Ahlholm *et al.*, 2018; Nedelcu *et al.*, 2018), geralmente quando se analisou a digitalização total da arcada. Porém, há estudos que apresentaram maior eficiência para os *scanners* relativamente à impressão convencional (Lee&Gallucci, 2013; Carbajal Mejía *et al.* 2017; Nedelcu *et al.* 2018).

Lee & Gallucci (2013) avaliaram a eficiência, dificuldade e preferência do operador de uma impressão digital em comparação com uma impressão convencional para restaurações implanto-suportadas unitárias. Trinta estudantes do segundo ano do HSDM (Harvard School of Dental Medicine) realizaram impressões convencionais e digitais a um implante num modelo personalizado. O resultado das impressões foi avaliado sob um critério de aceitação e a necessidade de nova impressão foi decidida. A eficiência de ambas as técnicas de impressão foram avaliadas medindo-se os tempos de preparação, trabalho e impressão / digitalização e o número de repetições / digitalizações.

A percepção dos participantes sobre o nível de dificuldade das duas impressões foi avaliada com um questionário de escala visual analógica (EVA). Vários questionários foram obtidos para avaliar a percepção dos participantes sobre preferência, eficácia e proficiência. O tempo total médio de tratamento foi de 24:42 m / s para impressões convencionais e 12:29 m / s para impressões digitais ($p < 0,001$). O tempo médio de preparação foi de 4:42 m / s para impressões convencionais e 3:35 m / s para impressões digitais ($p < 0,001$). O tempo médio de trabalho, incluindo repetições / novas digitalizações, exigiu 20:00 m / s para impressão convencional vs. 8:54 m / s para impressão digital ($p < 0,001$). Numa escala de EVA de 0 a 100, os participantes obtiveram um nível médio de dificuldade de 43,12 ($\pm 18,46$) para a técnica de impressão convencional e 30,63 ($\pm 17,57$) para a técnica de impressão digital ($p = 0,006$). 60% dos participantes preferiram a impressão digital, 7% a técnica de impressão convencional e 33% indiferença pela técnica. As impressões digitais resultaram numa técnica mais eficiente do que as impressões convencionais. Mais tempo de preparação, trabalho e aprimoramento foram gastos para concluir uma impressão convencional aceitável. A dificuldade foi menor para a impressão digital em comparação à impressão convencional, quando realizada por estudantes inexperientes do segundo ano.

Lee *et al.* (2015) compararam a exatidão dos modelos de gesso adquiridos a partir da impressão convencional sobre implante com os modelos fresados digitalmente criados a partir da digitalização direta por análise tridimensional. Foram elaborados 30 modelos de gesso e 30 digitais impressos

diretamente a partir de um modelo de referência. Os modelos de gesso e o modelo de referência foram digitalizados por um *scanner* de laboratório, e 30 arquivos .STL de cada grupo foram importados para um programa de *software* de inspeção. Os conjuntos de dados foram alinhados ao conjunto de dados de referência por um algoritmo de melhor ajuste, e foram selecionadas 10 áreas de interesse e medidos os desvios médios volumétricos. As áreas foram agrupadas por cúspides, fossas, contatos interproximais, eixos horizontal e vertical da posição e angulação do implante. As áreas agrupadas foram analisadas estatisticamente comparando-se cada grupo ao modelo de referência para investigar os desvios médios volumétricos, responsáveis pela exatidão e os desvios-padrão da precisão. Os modelos fresados de impressões digitais tiveram exatidão comparável aos modelos de gesso das impressões convencionais. No entanto, as diferenças nas fossas e no deslocamento vertical da posição do implante nos modelos de gesso e fresados (arquivo digital) em comparação ao modelo de referência exibiram significância estatística ($p < 0,001$, $p = 0,020$, respectivamente). Os modelos fresados de impressão digital são comparáveis aos modelos de gesso da impressão convencional.

Joda *et al.* (2015) analisaram a relação custo / tempo para reconstruções unitárias suportadas por implantes no fluxo de trabalho digital em comparação com a via convencional. Vinte pacientes foram incluídos para reabilitação com 40 coroas de implantes num desenho de estudo cruzado e tratados consecutivamente, cada um com pilares de titânio mais supraestruturas CAD / CAM-zircônia (teste: digital) e com pilares de titânio mais coroas de PFM

(controle convencional). A análise foi estimada para etapas de trabalho clínico e laboratorial, incluindo taxas de produtividade e minimização de custos para terapia de primeira linha. Os cálculos estatísticos foram realizados com o teste de Wilcoxon. Ambos os protocolos funcionaram com sucesso em todas as reconstruções de teste e controle. Os custos de tratamento foram significativamente mais baixos para o fluxo de trabalho digital 1815,35 CHF em comparação com a via convencional 2119,65 CHF ($p=0,0004$). Para avaliação de subprocessos, custos totais de laboratório foram calculados como 941,95 CHF para o grupo teste e 1245,65 CHF para o grupo controle, respectivamente ($p=0,003$). A taxa de produtividade clínica de medicina dentária foi de 29,64 CHF / min (digital) e 24,37 CHF / min (convencional) ($p=0,002$). No geral, a análise de minimização de custos exibiu uma redução de custos de 18% no processo digital. O fluxo de trabalho digital foi mais eficiente que o convencional para coroas implanto-suportadas.

Zarauz *et al.* (2016) compararam o ajuste de coroas cerâmicas fabricadas a partir de impressões convencionais com o ajuste de todas as coroas fabricadas a partir de impressões digitais intraorais. Foram selecionados vinte pacientes com 26 dentes posteriores com indicação para colocação uma coroa protética. Duas coroas (Straumann Zerion) foram confeccionadas para cada preparação. A primeira a partir de um sistema digital de impressão intraoral (grupo IDI; iTero); a segunda fabricada a partir de uma impressão convencional de silicone (grupo CI; Express Penta *putty* e *light*). Para replicar o interface entre a coroa e a preparação, cada restauração foi cimentada com a sua preparação

correspondente com silicone ultrafluido (*Express Ultra Light Body*). Posteriormente, foram embebidas em resina para estabilizar a interface registada e depois cortadas em fatias de 2 mm de espessura com uma orientação buco-lingual. Os desajustes marginais foram medidos em micra através do uso de um estereomicroscópio com uma ampliação de 40x. As medições foram feitas em diferentes localizações: margem, chanfro, parede axial, crista marginal e fossa oclusal. Após avaliar a normalidade foi usado o teste de *t*-Student. Os valores de ajuste foram significativamente afetados pela técnica de impressão ($p = 0,000$). O desajuste interno médio e o desajuste marginal médio foram 111,40 μm (DP = 54,04) / 80,29 μm (DP = 26,24) para as coroas do grupo IDI e 173,00 μm (DP = 92,65) / 133,51 μm (SD = 48,78) para o grupo IC. Os autores concluíram que todas as coroas cerâmicas confeccionadas através de impressões digitais foram consideradas clinicamente aceitáveis e com um ajuste marginal equiparável ao da impressão convencional.

Sailer *et al.* (2017) compararam o tempo de produção laboratorial de coroas unitárias sobre dentes feitas com 4 fluxos de trabalho digitais diferentes e um fluxo de trabalho convencional. Para cada um dos 10 participantes foi feita uma coroa monolítica em dissilicato de lítio (IPS e.max CAD). Os sistemas (CAD/CAM) de desenho e fabricação utilizados foram Lava C.O.S. Software CAD e CAM (grupo L), software Cares CAD e CAM (grupo iT), software CAD CEREC Connect e CAM do lado do laboratório (grupo CiL) e software CAD CEREC Connect com CAM (grupo CiD). A confecção pela técnica convencional (grupo K) incluiu um padrão de cera da coroa para injeção

de acordo com a técnica de cera perdida (IPS e.max Press). O tempo para a fabricação dos modelos e das coroas foi registado. Posteriormente, as coroas foram avaliadas clinicamente e os tempos de tratamento correspondentes foram registados. O teste de Wilcoxon emparelhado com a correção de Bonferroni foi aplicado para detetar diferenças entre os grupos de tratamento ($\alpha=0,05$). A média total (\pm desvio padrão) do tempo de trabalho ativo para o técnico foi de 88 ± 6 minutos no grupo L, 74 ± 12 minutos no grupo iT, 74 ± 5 minutos no grupo CiL, 92 ± 8 minutos no grupo CiD e 148 ± 11 minutos no grupo K. O técnico gastou significativamente mais tempo no fluxo de trabalho convencional do que nos digitais ($p<0,001$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre o grupo L e o grupo CiD ou entre o grupo iT e o grupo CiL. Também não foram encontradas diferenças estatísticas no tempo para a avaliação clínica entre os grupos, indicando resultados semelhantes ($p>0,05$). Independentemente do sistema CAD-CAM, o tempo de trabalho geral do laboratório para um fluxo de trabalho digital foi significativamente menor do que para o fluxo de trabalho convencional, pois o técnico precisava de menos tempo de trabalho ativo.

Ender *et al.* (2016) estudaram *in vivo* a precisão dos métodos de impressão convencional e digital para impressões arcadas totais. Deste modo foram obtidas 5 impressões pela técnica convencional (polieter, POE; polivinilsiloxano, VSE; polivinilsiloxano direto, VSES; polivinilsiloxano digitalizado, VSES-D; e hidrocolóide irreversível. ALG) e 7 pela técnica digital (CEREC Bluecam, CER; CEREC Omnicam, OC; iTero, ITE; Lava C.O.S,

LAV; Lava True Definition *Scanner*, T-Def; Trios 3Shape, TRI; e 3Shape Trios Color, TRC). As impressões foram feitas 3 vezes por participante (n=15) e então comparadas dentro e entre os grupos de teste. As superfícies dos modelos foram medidas ponto a ponto de proximidade. A precisão foi calculada a partir do valor de percentil $(90\%-10\%)/2$. Obtiveram-se como resultados que a precisão variou de 12,3 μm (VSE) a 167,2 μm (ALG), com a maior precisão nos grupos V5E e VSES. O desvio padrão variou de acordo com o método de impressão. As impressões convencionais de arcada total mostraram a maior precisão para todos os grupos, exceto para o grupo ALG. Os autores concluíram que os métodos de impressão convencionais e digitais diferem significativamente na exatidão de arcadas totais, sendo os convencionais melhores. Os sistemas digitais de impressão não obtiveram diferenças entre si, mas tiveram desvios mais elevados na digitalização de arcos completos quando comparados com os métodos convencionais; no entanto, conseguem valores maiores ou iguais de precisão do que alguns materiais de impressão.

Joda *et al.* (2017) verificaram técnicas de impressão de implantes aplicando a digitalização intraoral (SIO) e o método convencional de acordo com a eficiência de tempo, dificuldade e preferência do operador. Cem participantes (n = 100) com diversos níveis de experiência na medicina dentária foram incluídos e aleatoriamente designados para o Grupo A realizando a digitalização (Trios Pod) primeiro ou o Grupo B conduzindo impressão convencional (elastómero) primeiro, enquanto o segundo método foi realizado consecutivamente. Um modelo maxilar personalizado com um implante, nível

ósseo, na posição do canino (13) foi montado num manequim. O parâmetro de resultado foi a eficiência do tempo e a influência potencial da experiência clínica, a percepção do operador sobre o nível de dificuldade, a aplicabilidade de cada método e as preferências subjetivas foram analisadas com os testes de Wilcoxon Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. O tempo total médio de trabalho variou entre $5,01 \pm 1,56$ min (estudantes) e $4,53 \pm 1,34$ min (médico médicos dentistas) para SIO e entre $12,03 \pm 2,00$ min (estudantes) e $10,09 \pm 1,15$ min (médico médicos dentistas) para impressões convencionais com diferenças significativas entre os dois métodos. A não atribuição ao Grupo A ou B, nem o sexo, nem o número de procedimentos de impressão influenciaram o tempo de trabalho. A dificuldade e a aplicabilidade do SIO foram mais favoráveis em comparação às impressões convencionais, e a eficácia do SIO foi melhor avaliada pela maioria dos estudantes (88%) e médicos dentistas (64%). Enquanto 76% dos estudantes preferiam SIO, 48% dos médicos- dentistas eram favoráveis às impressões convencionais e 26% cada SIO e qualquer uma das técnicas. Para implantes unitários, a impressão intraoral parcial foi mais eficiente em termos de tempo do que a técnica convencional de impressão de arco completo num manequim. Foi observado um alto nível de aceitação para SIO entre estudantes e médicos dentistas.

Sakornwimon *et al.* (2017) avaliaram a adaptação marginal de coroas monolíticas de zircónia e as preferências dos pacientes por impressões digitais versus impressões de polivinilsiloxano (PVS). Foram incluídos neste estudo dezasseis participantes com indicações para coroas unitárias em molares. Após

a preparação da coroa foram feitas impressões digitais com um *scanner* intraoral e impressões PVS. Os participantes foram convidados a preencher um questionário de 6 itens com uma escala visual analógica relacionada com cada um dos seguintes tópicos: tempo envolvido, paladar / olfato, registo oclusal, tamanho da moldeira de impressão / *scanner*, reflexo de vômito e preferência. As coroas monolíticas de zircónia foram desenhadas e fresadas a partir de ambas as impressões. As coroas foram avaliadas intraoralmente, e um examinador neutro mediu a discrepância marginal das réplicas de silicone sob um estereomicroscópio. A confiabilidade intraexaminador foi avaliada calculando o coeficiente de correlação intraclasse. Os dados das preferências dos pacientes e discrepâncias marginais foram analisados pelo teste *t* emparelhado ($\alpha = 0,05$). Os resultados obtidos da escala analógica visual para impressões digitais foram estatisticamente significativamente maiores do que os das impressões PVS em todos os tópicos ($p < 0,05$), exceto no registo oclusal. Os resultados mostraram excelente confiabilidade do examinador com um coeficiente de correlação intraclasse de 0,996. Não foram encontradas diferenças significativas nas discrepâncias marginais entre o grupo PVS e o grupo digital em todos os lados ($p > 0,05$). Os autores concluíram que não foram encontradas diferenças de adaptação marginal das coroas de zircónia fabricadas a partir de impressões digitais em comparação com impressões PVS. Para além disso, a satisfação dos pacientes com as impressões digitais foi significativamente maior do que com as impressões convencionais.

Numa revisão de literatura, Mangano *et al.* (2017) analisaram estudos comparativos entre os métodos de impressões digital e convencional, e não foram encontradas diferenças no quesito precisão para próteses unitárias, ou próteses fixas de 3 a 4 elementos, sobre dentes ou sobre implante. Porém, encontraram vantagens para a impressão convencional, quando se trata de próteses de arcadas completas, sobre dentes ou implantes (Mangano *et al.* 2017).

Joda *et al.* (2017) compararam os fluxos de trabalho totalmente digitalizados com fluxos de trabalho analógico-digitais (convencionais e / ou mistos) para o tratamento de reconstruções de próteses fixas suportadas por implantes ou por dentes. Foi usada a estratégia PICO através de uma pesquisa eletrônica (MEDLINE, EMBASE, Google Scholar) e manual até 16/09/2016, com foco em ECRs que investigam fluxos de trabalho digitais completos em prótese fixa em relação à economia, estética ou resultados centrados no paciente, com ou sem acompanhamento ou análise da taxa de sobrevivência / sucesso, bem como avaliação de complicações de pelo menos 1 ano em função. A estratégia de pesquisa partiu dos termos MeSH e de palavras em texto livre inespecíficas: (("Dental Prothesis" [MeSH]) OR ("Crowns" [MeSH]) OR ("Dental Prothesis implant supported" [MeSH])) OR ((crown) OR (Fixed Dental Prothesis) OR (Fixed reconstruction) OR (dental bridge) OR (implant crown) OR (implant prothesis) OR (implant restoration) OR (implant reconstruction))) AND {"Computer Aided Design"[MeSH]) OR ((digital workflow) OR (digital technology) OR (computadorized dentistry) OR

(intraoral scan) OR (digital impression) OR (scanbody) OR (virtual design) OR (digital design) OR (cad / cam) OR (rapid prototyping) OR (monolithic) OR (full contour))} AND {"Dental Technology" [MeSH] OR ((convencional workflow) OR (lost-wax technique) OR (porcelain fused to metal) OR (PFM) OR (implant impression) OR (hand layering) OR (vennering) OR (framework))} AND {(("study, feasibility" [MeSH])) OU ("Survival" [MeSH]) OR ("Sucess" [MeSH]) OR ("Economics" [MeSH]) OR ("Costs, Cost analysis" [MeSH]) OR ("Dental esthetics "[MeSH]) OR (" Patient satisfaction "[MeSH])) OR ((feasibility) OR (efficiency) OR (patient centered outcome))}.

A avaliação do risco de viés em estudos selecionados foi feita num 'nível de teste', incluindo geração de sequência aleatória, ocultação de alocação, ocultação, integridade dos dados dos resultados, relatórios seletivos e outros vieses através da ferramenta Cochrane Collaboration. A avaliação do risco de viés foi atribuída se um ou mais domínios-chave apresentassem um risco alto ou pouco claro de viés. Um registo oficial da revisão sistemática não foi realizado. A revisão sistemática identificou 67 títulos, 32 resumos dos mesmos foram selecionados e, posteriormente, três textos completos incluídos para extração de dados. Os ensaios clínicos aleatorizados analisados foram heterogêneos sem acompanhamento. Um estudo demonstrou que coroas totais produzidas digitalmente revelaram a viabilidade do próprio processo; no entanto, a precisão marginal foi menor nas restaurações com dissilicato de lítio (LS2) (113,8 µm) em comparação com as coroas convencionais de metalocerâmica (92,4 µm) e dióxido de zircónio (ZrO2) (68,5 µm) (p<0,05).

Outro estudo mostrou que as coroas vitrocerâmicas reforçadas com leucita eram esteticamente preferidas pelos pacientes (8/2 coroas) e clínicos (7/3 coroas) ($p < 0,05$). O terceiro estudo investigou coroas de implantes. O fluxo de trabalho digital foi duas vezes mais rápido (75,3 min) em comparação com o fluxo de trabalho analógico-digital misto (156,6 min) ($p < 0,05$). Não foram encontrados ECR ao avaliar próteses dentárias fixas de várias unidades. Os autores concluíram que o número de ECR que testam fluxos de trabalho digitais em prótese fixa é baixo. Não podem ser dadas recomendações cientificamente comprovadas para a rotina clínica no momento. A pesquisa com testes de alta qualidade parece ser mais lenta que o progresso industrial dos aplicativos digitais disponíveis. São necessárias futuras pesquisas com ECR bem projetados, incluindo observação de acompanhamento.

No entanto, num estudo comparativo, Nedelcu *et al.* (2018) avaliaram sete tipos diferentes de *scanners* e compararam ao método convencional. O Trios apresentou maior contagem de triângulos, e alto nível de nitidez na linha de terminação, assim como o CS 3600, superando a impressão convencional. Já por outro lado os *scanners* DWIO e Planmeca exibiram baixo nível de nitidez e precisão na linha de terminação, assim como o True Definition e o Planscan, que utiliza tecnologia de laser e triangulação, foi o que apresentou menor precisão dentre todos os *scanners* analisados no estudo, com desvios negativos, o que pode resultar em uma restauração com pontos contatos prematuros. Sendo que estes desvios se estendem para a linha de terminação da restauração, e podem desempenhar um papel importante na longevidade da restauração final.

O fator de coloração também é um ponto que auxilia na melhor identificação da linha de terminação gengival, devido ao contraste entre as cores, sendo peculiar de cada tecnologia empregada no sistema. Portanto, é muito importante que o profissional conheça as limitações técnicas e as variações específicas entre os diferentes sistemas de *scanners*, principalmente quando for necessária a utilização em condições subgengivais (Nedelcu *et al.* 2018).

Abduo (2019) avaliou, por meio de quatro técnicas de impressão, sendo duas convencionais (alginato e polivinilsiloxano) e duas digitais (intraoral e de laboratório). Foram realizadas impressões de arco completo e de dentes unitários (n=10) para cada técnica. A exatidão (fidelidade e precisão) são variáveis frequentemente utilizadas para avaliação entre os modelos, considerando-se a fidelidade como a comparação ao modelo de referência e a precisão a quantificação da reprodutibilidade de cada técnica. E quanto menor o valor do desvio maior a exatidão e a precisão. Todos os modelos virtuais foram importados para o software de renderização 3D (Geomagic Studio, sistemas 3D), para quantificar a similaridade entre os modelos e calcular a diferença entre as superfícies. Os autores concluíram que a exatidão de arco completo foi inferior para o intraoral, enquanto que para as outras três técnicas foram semelhantes. E para a cópia de um único elemento dentário os fluxos digitais apresentaram maior exatidão do que os convencionais.

Carbajal Mejia *et al.* (2017) avaliaram a influência da geometria do dente pilar na exatidão de impressões digitais e convencionais por meio da precisão

e fidelidade. Nove modelos de referência com preparos de diferentes angulações foram digitalizados pelo *scanner* de referência e comparados com os modelos convencionais e digitais através de arquivos .STL (fidelidade). A aferição intragrupos também foi realizada (precisão) e os resultados foram submetidos a análises estatísticas. Os autores concluíram que o método convencional não é exato em angulações próximas a zero. O método digital, por sua vez, reproduziu corretamente os preparos em todas as angulações.

Marti *et al.* (2016) compararam as diferenças de tempo entre a instrução a estudantes de medicina dentária sobre impressão digital (ID) (sistema de impressão digital Lava C.O.S.) e uma técnica de impressão convencional (IC) (polivinilsiloxano), assim como também compararam as atitudes e dúvidas dos alunos em relação a ambas as técnicas. Os alunos do segundo ano (n = 25), sem experiência anterior em impressões clínicas, foram recrutados e o consentimento foi obtido. Os participantes responderam a um questionário pré e pós-exposição e foram instruídos sobre o uso da ID e da IC na restauração com coroa total unitária, através de uma sequência de vídeo, demonstração liderada pelo investigador e exercício de impressão individual. O tempo necessário para cada etapa (minutos) foi registado. A significância estatística foi calculada usando testes t dependentes (medidas de tempo) e Mann-Whitney de 2 amostras (respostas ao questionário). O tempo gasto no ensino dos alunos foi maior para ID do que IC para vídeo-aula (15,95 e 10,07 min, p= 0,0000), tempo de demonstração (9,06 e 4,70 min, p= 0,0000) e tempo de impressão (18,17 e 8,59 min, p= 0,0000). Antes da instrução e prática, os

alunos consideravam-se mais familiarizados com a IC (3,96) do que com a ID (1,96) ($p=0,0000$). Após a instrução e a prática, os participantes relataram que a técnica de IC mostrou-se significativamente mais fácil do que o esperado (pré-instrução: 3,52 e pós-instrução: 4,08, $p=0,002$). No entanto, a percepção geral dos participantes sobre a facilidade de uso do *scanner* não foi influenciada por essa experiência de instrução e prática (pré-instrução: 3,84 e pós-instrução: 3,56, $p=0,106$). Apesar dos resultados, 96% dos participantes expressaram a expectativa de que o ID se torne a sua técnica de impressão predominante. Os estudantes de medicina dentária sem experiência clínica têm grandes expectativas em relação à impressão digital e, apesar da dificuldade inicial, esperam que ela se torne a sua principal técnica de impressão no futuro. O tempo de instrução necessário para introduzir a ID no currículo é significativamente maior que o IC nas configurações de sala de aula e de simulação clínica (demonstração conduzida pelo investigador).

Sailer *et al.* (2019) testaram se as impressões digitais de arcada completa eram iguais ou melhores que as impressões convencionais em relação à eficiência do tempo e às percepções dos pacientes e do clínico. Foram incluídos dez participantes que necessitavam de uma prótese parcial fixa, sobre dentes, de 3 elementos. Três *scanners* intraorais e fluxos de trabalho subsequentes (Lava C.O.S; iTero, CEREC Bluecam) foram comparados com o método de impressão convencional em poliéster (Permadyne, 3M), e o fluxo de trabalho convencional. Uma aleatorização gerada por computador foi usada para determinar a sequência dos procedimentos de impressão testados para cada

participante. O tempo necessário para os procedimentos de impressão, incluindo o registo oclusal, foi avaliado. Além disso, as percepções dos pacientes e do clínico sobre o conforto e a dificuldade da impressão foram avaliadas por meio de escalas visuais analógicas. Os dados foram analisados com o teste não paramétrico de Wilcoxon emparelhado, juntamente com uma correção de Bonferroni apropriada para detectar diferenças entre os sistemas de impressão ($\alpha = 0,05$). O tempo total para as impressões de arcada completa, incluindo a preparação (pulverização) e o registo oclusal foi menor na impressão convencional do que nas digitalizações (Lava 1091 ± 523 segundos, iTero 1313 ± 418 segundos, CEREC 1702 ± 558 segundos, 658 ± 181 segundos convencionais). A diferença foi estatisticamente significativa para 2 dos 3 *scanners* digitais (iTero $p=0,001$, CEREC $p<0,001$). Os médicos dentistas preferiram a impressão convencional à digital. O sistema sem pó foi o preferido. Nenhum método de impressão foi claramente preferido em relação aos outros pelos participantes. Para impressões de arco completo, os procedimentos de impressão convencionais foram objetivamente menos demorados e subjetivamente preferidos por clínicos e participantes em relação aos procedimentos de digitalização.

Sim *et al.* (2018) compararam a exatidão (precisão e fidelidade) de modelos utilizados em prótese parcial fixa fabricados de maneira convencional e pelo fluxo digital. Neste estudo, um modelo de referência foi confeccionado com três dentes preparados de formas diferentes (coroa unitária, fixa de três elementos e *inlay*). Os modelos de gesso foram obtidos de maneira

convencional e os virtuais foram gerados através de um *scanner* intraoral (CS 3500), que seguiu a sequência de digitalização recomendada pelo fabricante. A partir destes, foram confeccionados modelos físicos por meio de uma impressora 3D (3Dent). Por fim, o modelo de referência, os modelos convencionais e impressos foram digitalizados, por um *scanner* de laboratório (referência); os arquivos em .STL foram exportados e analisados num *software* através da sobreposição de imagens para avaliação da exatidão do arco completo e entre os preparos dentários. Os dados foram submetidos às análises estatísticas e os autores concluíram que o fluxo digital mostrou resultados compatíveis com o método convencional em relação à exatidão, para análise de arcada total e preparações. Por outro lado, os modelos impressos em 3D ainda não são capazes de substituir os modelos convencionais até que melhorias sejam realizadas.

Marghalani *et al.* (2018) avaliaram impressões para implantologia obtidas de maneira digital (através de dois *scanners* intraorais) e convencional, com o objetivo de comparar a exatidão de cada técnica. Após a obtenção de 60 impressões digitais, os modelos virtuais foram analisados num *software* específico através da sobreposição de imagens para medir a exatidão, e não foram encontradas diferenças clinicamente significativas entre os métodos.

Moura *et al.* (2019) verificaram a exatidão de diferentes técnicas de impressão, duas convencionais e uma digital, para implantes com e sem angulação. Foi utilizado um modelo de poliuretano que simula a maxila humana de acordo com a norma ASTM F1839, e foram colocados 6 implantes

cónicos de conexão hexagonal externa para simular as posições dos dentes 17, 15, 12, 23, 25 e 27. Os implantes 17 e 23 foram inseridos com 15° de angulação mesial e distal, respetivamente. Foram instalados pilares intermédios nos implantes com uma cinta de metal de 1 mm de altura. Os procedimentos convencionais e de impressão digital foram realizados no modelo mestre maxilar e os implantes foram separados em 6 grupos com base na técnica utilizada e no tipo de medição: G1 - controlo, G2 - impressão digital, G3 - impressão convencional com moldeira aberta, G4 - impressão convencional com moldeira fechada; G5 - impressão convencional com moldeira aberta e impressão digital; e G6 - impressão convencional com moldeira fechada e impressão digital. Uma análise estatística foi realizada através do ANOVA para comparar os grupos, e um teste de Kruskal-Wallis foi realizado para analisar a precisão das técnicas. Não foi observada diferença significativa na exatidão das técnicas entre os grupos. Portanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre a impressão convencional e a combinação de impressões convencionais e digitais, e a angulação dos implantes não afetou a precisão das técnicas. Todas as técnicas exibiram fidelidade e tiveram precisão aceitável. A variação do ângulo dos implantes não afetou a exatidão das técnicas.

Ahlholm *et al.* (2018), através de uma revisão sistemática, avaliaram possíveis benefícios e a exatidão das técnicas de impressão digital comparada ao método convencional. Após pesquisarem artigos pertinentes os autores concluíram que as técnicas de impressão digital são clinicamente aceitáveis

como alternativa ao método convencional para coroas e próteses parciais fixas de poucos elementos, pois apresentam bons resultados e podem diminuir o tempo clínico. No entanto, o método convencional foi recomendado para impressões de arcadas totais.

Ender & Mehl (2013) mediram a exatidão de impressões de arco completo através da precisão e da fidelidade por meio de um *scanner* de referência. Modelos convencionais foram digitalizados e, juntamente com digitalizações do modelo de referência, a sobreposição de imagens foi utilizada para tal avaliação. Concluíram que este método de análise é eficaz e que, em arcadas totais, as impressões convencionais são mais exatas.

O método de impressão digital apresenta vantagens sobre o método convencional, tais como:

- a economia de tempo: diminui as etapas laboratoriais de confecção de modelo e da peça protética (eliminando a técnica de injeção), além de reduzir o tempo de transporte entre o laboratório e a clínica medicina dentária. Com transferência eletrônica e armazenamento digital dos arquivos (Chochlidakis *et al.*, 2016). E ainda a possibilidade de fresagem em consultório da peça protética por meio do CAD/CAM (Chochlidakis *et al.* 2016);
- Economia de materiais: a impressão digital elimina etapa de confecção ou seleção da moldeira e materiais de impressão (Chochlidakis *et al.* 2016). Embora os materiais de impressão

convencionais, como o polivinilsiloxano e o poliéter, forneçam alta precisão e estabilidade dimensional, a impressão digital apresenta superioridade distinta na eficiência de trabalho e economia de material (Ting-shu *et al.* 2015). Na impressão convencional, há inclusão de diversos fatores de erro como: variação de temperatura, tempo de espera entre a impressão e o vazamento da impressão, procedimento de desinfecção do molde e confecção do modelo de gesso, aumentando-se as hipóteses de possíveis distorções da impressão em alguma dessas etapas, o que afetará na exatidão do material final;

- Diminuição do desconforto do paciente, assim como também acarreta em melhorias na comunicação entre profissional e paciente (Mangano *et al.* 2017);
- Armazenamento e reprodutibilidade: as impressões digitais permitem novas tomadas de imagens, apenas de pequenas áreas que foram alteradas, sem a necessidade de repetir imagens da impressão por completo (Lee & Gallucci, 2013), permitindo o arquivamento do documento para futura utilização.

As limitações do método digital, quando comparado com o método convencional, são:

- Dificuldade de detecção de margens profundas nas preparações dentárias (Nedelcu *et al.* 2018): uma vez que a luz não consegue separar fisicamente a gengiva, diferentemente dos materiais de impressão convencional, o que pode levar ao não registo destas áreas que não estão “visíveis”. No entanto, com a técnica adequada (inserção de um fio simples ou duplo) e agilidade (o sulco tende a fechar, após a retirada do fio), o profissional poderá realizar uma adequada impressão digital (Aragón *et al.*, 2016; Mangano *et al.*, 2017);
- Curva de aprendizagem: há a necessidade de adaptação do profissional à nova tecnologia (Chochlidakis *et al.* 2016; Mangano *et al.* 2017). Porém, pode relacionar-se este fator com o ensino na licenciatura, pois comumente, até ao presente momento, o aluno aprende apenas a impressão convencional. No entanto, é provável que isso mude no futuro próximo, com inserção desta nova tecnologia no plano curricular do curso, o que tornará a adaptação do profissional à educação digital mais fácil, uma vez que foi relatado por Lee & Gallucci (2013) que o nível de dificuldade foi menor para a impressão digital para alunos inexperientes do segundo ano quando se comparou com a impressão convencional; .
- Custo de aquisição e gestão: o custo de aquisição do sistema de impressão digital pode variar, dependendo do modelo, entre 15.000 e

35.000 euros. Deve também considerar-se o custo adicional do *software*, que varia entre as empresas. A tecnologia utilizada atualmente pode ser facilmente substituída por outra, ainda mais recente (Chochlidakis *et al.* 2016). E em caso de sistema fechado, pode haver uma taxa para o “desbloqueio” caso queira utilizá-lo em outro *software* CAD, devendo o profissional ser informado sobre todos os custos, antes de adquirir o *scanner* (Aragón *et al.* 2016; Mangano *et al.* 2017).

Chambers (2012) analisou os dados sobre a repetição de procedimentos para desenvolver competências clínicas em medicina dentária recolhidos de três turmas (n=465) de alunos da Faculdade de Medicina Dentária Arthur A. Dugoni, Universidade do Pacífico, na Califórnia, EUA. Foram divididas em dezassete competências clínicas de cinco departamentos para os quais os dados de casos-teste (desempenho independente) estavam disponíveis. Colocou-se a hipótese de que uma curva de aprendizagem seria observada com pontuações gradualmente crescentes em função da quantidade de trabalho de caso de teste repetido e experiência de prática geral. Outros fatores, tais como as avaliações do corpo docente e avaliações clínicas, poderiam modificar esta curva. A ausência de um padrão que mostre que a quantidade de experiência prévia melhora o desempenho clínico levanta questões sobre a prática de definir "requisitos" para a graduação e desafia os professores a explicar melhor a relação presumida entre prática e desempenho e a validade da avaliação clínica no desempenho. A literatura sobre curvas de aprendizagem e sobre a educação

competente oferecem informações importantes sobre o que os alunos estão a aprender, mas as escolas não estão a medir a experiência clínica.

Seelbach *et al.* (2013) realizaram um estudo *in vitro* para comparar a exatidão de coroas de cerâmica pura obtidas pela técnica de digitalização intra-oral (Lava C.O.S., CEREC e iTero) e técnicas de impressão convencionais. Foram feitas dez impressões em duas etapas e dez numa única etapa com silicone de consistência *putty* e *light*. De seguida foi vazado com gesso tipo IV. Para ambas as técnicas, 10 coroas foram feitas de dois materiais. Em seguida, realizaram-se 10 impressões digitais com três *scanners* (Lava C.O.S.) e confeccionadas 10 coroas de zircónia-Lava, 10 coroas com o sistema CEREC AC (Empress CAD) e 10 com o iTero (Copran Zr-i). O desajuste marginal acessível (IAM) e o ajuste interno (FI) foram medidos. Obtiveram-se os seguintes resultados (média \pm DP): grupos globais, $44 \pm 26 \mu\text{m}$; *putty+light* etapa única (zircónia de lava), $33 \pm 19 \mu\text{m}$ *putty + light* etapa única (Cera-E), $38 \pm 25 \mu\text{m}$; dois passos impressão com *putty + light* (zircónia Lava), $60 \pm 30 \mu\text{m}$; dois passos impressão com *putty + light* (Cera-E), $68 \pm 29 \mu\text{m}$; Lava C.O.S., $48 \pm 25 \mu\text{m}$; CEREC, $30 \pm 17 \mu\text{m}$; e iTero, $41 \pm 16 \mu\text{m}$. Em relação ao AI, os erros foram avaliados da seguinte forma (média \pm DP): grupos globais, $49 \pm 25 \mu\text{m}$; impressão *putty + light* etapa única (zircónia Lava), $36 \pm 5 \mu\text{m}$; impressão *putty+light* etapa única (Cera-E), $44 \pm 22 \mu\text{m}$; impressão *putty + light* duas etapas (zircónia da Lava), $35 \pm 7 \mu\text{m}$; impressão *putty + light* duas etapas (Cera-E), $56 \pm 36 \mu\text{m}$; Lava C.O.S., $29 \pm 7 \mu\text{m}$; Cerec, $88 \pm 20 \mu\text{m}$; e iTero, $50 \pm 2 \mu\text{m}$. Pode afirmar-se que os sistemas de impressão digital permitem o fabrico

de restaurações protéticas fixas com exatidão semelhante ao método de impressão convencionais. A técnica de impressão digital pode ser considerada uma alternativa clínica às impressões convencionais para restaurações dentárias fixas.

Schepke *et al.* (2015) desenvolveram um estudo de comparação intra-sujeito para avaliar a percepção do paciente e o tempo despendido por dois métodos de impressão de arcada completa: uma técnica digital e uma convencional. Foram incluídos cinquenta participantes com um único pré-molar ausente. O tratamento consistiu no tratamento com implantes. Três meses após a colocação do implante foram feitas impressões digitais de arcada completa (CEREC Omnicam) e convencional (moldeira individual com Impregum), e a opinião do participante foi avaliada com um questionário padrão que abordava vários domínios (inconveniência, falta de ar, medo de repetir a impressão e sentimentos de desamparo durante o procedimento) com a escala visual analógica. Todos os participantes foram questionados sobre qual o procedimento que preferiram. O tempo foi medido com um cronómetro. Também foram comparadas as diferenças entre as impressões realizadas nos implantes maxilar e mandibular. Os dados foram analisados com amostras *t* emparelhadas e independentes e os tamanhos dos efeitos foram calculados. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas a favor do procedimento digital em relação a todos os domínios subjetivos ($p < 0,001$), com tamanhos de efeito médio a grande. De todos os participantes, mais de 80% preferiram o procedimento digital ao procedimento convencional. A duração

média da impressão digital foi de 6 minutos e 39 segundos (DP = 1: 51) versus 12 minutos e 13 segundos (DP = 1: 24) para a impressão convencional ($p < 0,001$, tamanho do efeito = 2,7). A impressão digital para a restauração unitária sobre implante leva menos tempo que a impressão convencional. Além disso, os participantes preferiram a digitalização e relataram menos inconvenientes, menos falta de ar, menos medo de repetir a impressão e menos sentimentos de desamparo durante o procedimento.

Kim *et al.* (2016) avaliaram o efeito da curva de aprendizagem do operador no tempo de digitalização (TD) utilizando dois *scanners* intraorais (Trios x iTero) e determinaram se a experiência repetida tinha influência na diminuição do tempo de digitalização. Vinte e nove higienistas foram divididos em dois grupos (G1: 3-5 anos de experiência; G2: acima de 6 anos de experiência). Cada operador digitalizou a cavidade oral de quatro participantes dez vezes (participantes A, B, C e D) 10 vezes D1-D10). O TD foi medido e as alterações foram comparadas entre os 2 dispositivos. A média de TD para 10 sessões foi maior com o iTero do que com Trios, mas a diminuição do TD medido foi maior para o iTero do que para Trios. Entre a D1 e as seguintes digitalizações com iTero as diferenças foram estatisticamente significativas, com diminuição no tempo relacionada aos níveis de experiência clínica dos higienistas orais (grupo 1: T2 e T4, $p < .01$); grupo 2 (grupo 2: T2 e T5, $p < .01$). A curva de aprendizagem com o iTero não foi influenciada pelas características orais dos participantes, sendo que o TD foi maior para os participantes do grupo B e C do que para os A e D quando usado o Trios. Os autores concluíram que,

embora a taxa de aprendizagem do iTero fosse rápida, o TD médio para o iTero era mais longo do que Trios, e os níveis de experiência clínica influenciaram a capacidade do operador de manipular o dispositivo. Em contraste, a curva de aprendizagem do Trios foi lenta, o TD medido foi menor que o iTero, e foi muito influenciada pela experiência clínica.

Lim *et al.* (2018) investigaram o efeito da curva de aprendizagem na fidelidade de digitalizações de arcos completos. Vinte higienistas orais com mais de 3 anos de experiência de prática clínica (o grupo 1 tinha 3 a 5 anos; o grupo 2 tinha >6 anos) foram recrutados para aprender a operar 2 sistemas de *scanners* intraorais. Todos os alunos digitalizaram a cavidade oral do paciente designado 10 vezes. A precisão foi calculada como o desvio médio entre todas as combinações de sobreposição dos 10 conjuntos de dados digitalizados de cada aluno [$n_{10}=C_2=41$]. A fidelidade foi avaliada sobrepondo os 10 dados consecutivos de digitalização intraoral aos dados de digitalização de impressões de corpo de impressão de cada paciente ($n=10$). As imagens adquiridas foram processadas e analisadas usando um software de análise tridimensional. Para análise estatística, o teste independente de 2 amostras *t* e as medidas repetidas ANOVA foram realizados ($\alpha=.05$). A média da precisão do *scanner* Trios foi maior do que a do iTero (Trios, 52.30 μ m; iTero, 60.46 μ m; $p<.01$). O grupo iTero obteve maior fidelidade com a experiência repetida que o grupo Trios ($p>.05$). Relativamente à região digitalizada, obtiveram-se maiores valores de fidelidade para o maxilar superior em relação ao inferior no grupo iTero ($p<.05$), tendo em conta a experiência repetida. Por fim,

concluíram que para obter uma imagem clínica adequada são necessárias várias sessões de formação. O novo sistema ofereceu melhores resultados de precisão e fidelidade, sendo que não sofreu influência da experiência do operador nem da região a digitalizar.

Ahlholm *et al.* (2018) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo principal de evidenciar potenciais benefícios e a exatidão de técnicas de impressão digital comparadas ao fluxo convencional. Após a busca pelos artigos em três plataformas distintas (PubMed, Web of Science e Cochrane Central Register of Controlled Trials) e aplicação dos critérios de inclusão, 19 artigos foram selecionados. Com a exclusão de artigos repetidos, 11 trabalhos foram utilizados, sendo 6 com o propósito de avaliar a exatidão do fluxo digital em coroas e 5 em reabilitações de arcos totais.

A partir das referências em questão, os resultados tabulados apontaram que a exatidão para ambos os métodos (digital e convencional) é equivalente para confecção de coroas e pequenas próteses fixas, estando dentro dos limites clinicamente aceitáveis. O mesmo vale para próteses sobre implante, sejam unitárias ou múltiplas. Por outro lado, no caso de impressões de arcos totais, a impressão tradicional ainda mostrou ser mais efetiva.

Desta forma, a revisão realizada por estes autores permite concluir que o método digital possui a mesma exatidão para a confecção de coroas unitárias e próteses parciais fixas que a técnica convencional, sendo uma alternativa viável. O mesmo sucedeu para a fabricação de coroas e PPF implanto-suportadas. No caso de reabilitações totais, porém, a opção mais segura e previsível ainda é a

utilização da técnica convencional. Quando corretamente indicado, o método digital é preferível pela diminuição do tempo de trabalho e conforto do paciente.

Com o objetivo de verificar a exatidão de impressões digitais obtidas por diferentes sistemas, Ali (2015) realizaram um estudo com cinco *scanners* comerciais e analisaram os resultados com o auxílio de um *software*. A exatidão foi calculada, então, a partir da diferença média e do desvio padrão em micras para cada uma das digitalizações realizadas. Um modelo de resina epóxi (MR) foi obtido a partir de um outro modelo mestre preparado para receber uma prótese parcial fixa (PPF) de 3 elementos. Após isto, este modelo foi digitalizado por um *scanner* laboratorial. O mesmo procedimento foi realizado utilizando 5 diferentes sistemas de *scanners* (Lava C.O.S., D900, iTero, CEREC Bluecam e E4D; n=5). Para avaliar as discrepâncias de exatidão (micrometros) entre o modelo de referência (MR) e as diferentes impressões digitais foi utilizado o *software* 3Shape Convince versão 2.8.8.8. Neste estudo, encontraram diferenças estatísticas significativas entre os sistemas utilizados, mais especificamente entre o iTero ($23\pm 3\mu$), CEREC Bluecam ($68\pm 12\mu$), e E4D ($84\pm 4\mu$). Os autores concluíram que o sistema iTero foi o mais exato. Assim os resultados deste trabalho mostram que a impressão digital é uma alternativa e que pode influenciar a decisão do médico dentista na seleção do sistema de digitalização.

Marghalani *et al.* (2018) conduziram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar a exatidão de impressões digitais para confecção de próteses sobre implante através da comparação entre dois *scanners* intraorais e do método de

impressão convencional com elastómeros. A partir da formação de seis grupos (n=10), sendo dois grupos de cada método de impressão (convencional e dois tipos de *scanners* intraorais), utilizaram modelos parciais de mandíbula com dois implantes instalados para verificar a efetividade de cada um dos métodos na impressão de transferência. Os dois grupos formados pela impressão convencional foram também digitalizados por um *scanner* de referência. Posteriormente, através da sobreposição de imagens, os autores avaliaram a exatidão de cada um dos métodos. O padrão de comparação, neste caso, foi o arquivo obtido a partir da digitalização dos modelos originais através do *scanner* de referência. A diferença nos valores médios (mediana \pm intervalo interquartil) entre os três grupos de impressão da Nobel Biocare foi estatisticamente significativa para todos os grupos ($p < 0,001$), exceto Omnicam (20 ± 4 mm) e True Definition (15 ± 6 mm); a mediana \pm intervalo interquartil para o grupo convencional foi de 39 ± 18 mm. A diferença nos desvios tridimensionais entre os três grupos de impressão para Straumann foi estatisticamente significativa entre todos os grupos ($p=0,003$), exceto para os grupos de impressão convencional (22 ± 5 mm) e True Definition (17 ± 5 mm); a mediana \pm intervalo interquartil para o grupo Omnicam foi de 26 ± 15 mm. A diferença nos desvios tridimensionais entre os 2 sistemas de implante foi significativa para as técnicas de impressão Omnicam ($p = 0,011$) e convencionais ($p < 0,001$), mas não para o True Definition ($p = 0,247$). Apesar da limitação do estudo, ambos os grupos (com as variáveis “sistema de implante” e “modelo”) apresentaram dados dentro

dos limites clinicamente aceitáveis, o que viabiliza a utilização deste método de obtenção de imagens na prática diária dos profissionais.

Andriessen *et al.* (2014), após perceberem um aumento exponencial do número de *scanners* intraorais e do potencial da tecnologia, verificaram a ausência de estudos que avaliassem este tipo de digitalização em casos de próteses sobre implantes. Por isto, desenvolveram um estudo com o objetivo de avaliar a aplicabilidade e a exatidão de *scanners* intraorais através do uso de pilares específicos posicionados sobre implantes em mandíbulas edêntulas. Neste estudo clínico participaram 25 pacientes com mandíbulas edêntulas com próteses do tipo “*overdenture*” fixadas por 2 implantes em conjunto com a infraestrutura. Os pilares de impressão foram posicionados e as digitalizações foram feitas com o SIO iTero. Além disso, um *scanner* de laboratório (Lava Scan ST) foi utilizado para captar as imagens de pilares posicionados sobre modelos de trabalho. Dois modelos previamente confeccionados pelo sistema CAD com distâncias pré-determinadas como referência para as análises foram comparados com os modelos virtuais obtidos pelo *scanner* intraoral e pelo *scanner* de laboratório. Das 25 digitalizações, apenas 21 foram consideradas usadas para o estudo. Apenas 5 apresentaram uma distância inter-implantar significativa em relação a referência ($>100\mu$); na aferição da angulação entre eles, três digitalizações mostraram-se inadequados. Adicionalmente, apenas uma digitalização mostrou exatidão ao considerar os dois parâmetros descritos. Desta forma, os autores concluíram que ainda existem limitações para confecção deste tipo de prótese com os *scanners* avaliados, o que pode ter

relação direta com a distância entre os implantes, angulação dos pilares e a falta de referências anatômicas para a impressão.

Aragón *et al.* (2016) realizaram uma revisão sistemática para validar a confiabilidade dos *scanners* intraorais comparados aos métodos convencionais em modelos de gesso. O objetivo foi comparar se as distâncias inter e intra arcadas dentárias obtidas através das digitalizações são válidas e confiáveis. Foram utilizadas 7 bases de dados até fevereiro de 2015 e tinham como critério de seleção risco QUADAS: estudos com focos na exatidão e confiabilidade das imagens digitalizadas. Quatro trabalhos com *scanner* OrthoProof, Lava, iOC intraoral, Lava C.O.S., iTero e D250 foram selecionados para sintetizar qualitativamente os resultados. Avaliaram a largura dos dentes, razão de Bolton, e sobreposição de imagem. Apenas um estudo avaliou o tempo necessário para o procedimento e a opinião do paciente. Os pacientes referiram mais conforto com a técnica de impressão convencional. Concluíram que as distâncias inter e intra arcadas dos modelos digitalizados foram confiáveis e exatos. Porém, um tempo maior foi necessário para realizar as digitalizações.

Benic *et al.* (2019) por meio de um estudo clínico aleatório, avaliaram a adaptação interna e marginal de infraestruturas, de próteses parciais fixas de 3 elementos, em zircônia fabricadas com fluxos de trabalho totalmente digitais versus estruturas de metal fabricadas com o fluxo de trabalho convencional. Em cada um dos 10 participantes, foram fabricadas 4 estruturas de prótese parcial- fixa para os mesmos dentes pilares, de acordo com uma sequência gerada aleatoriamente. Fluxos de trabalho digitais foram aplicados para a fabricação de

três estruturas de zircónia com os sistemas Lava C.O.S, iTero e CEREC. O fluxo de trabalho convencional incluía uma impressão de poliéter, enceramento manual, a técnica de cera perdida e a fundição de uma estrutura metálica. As discrepâncias entre as estruturas e os dentes pilares foram registadas pela técnica de réplica com polivinilsiloxano. As dimensões da discrepância marginal (*Discrepancymarginal*) e da discrepância interna em 4 regiões diferentes de interesse (*Discrepancyshoulder*, *Discrepancyaxial*, *Discrepancycusp*, *Discrepancycusp* e *Discrepancyocclusal*) foram avaliadas usando um microscópio óptico. Testes *post hoc* com correção de Bonferroni foram aplicados para detectar diferenças ($\alpha = 0,05$). A discrepância na terminação cervical foi de $96,1 \pm 61,7$ mm para o iTero, $106,9 \pm 96,0$ mm para o Lava, $112,2 \pm 76,7$ mm para o CEREC infiniDent e $126,5 \pm 91,0$ mm para o fluxo de trabalho convencional. A diferença entre o iTero e o fluxo de trabalho convencional foi estatisticamente significativa ($p=0,029$). A discrepância oclusal foi de $153,5 \pm 66,8$ mm para o iTero, $203,3 \pm 127,9$ mm para a Lava, $179,7 \pm 63,1$ mm para o CEREC infiniDent e $148,8 \pm 66,8$ mm para o fluxo de trabalho convencional. A discrepância-oclusal foi significativamente menor no fluxo de trabalho convencional do que nos fluxos de trabalho CEREC infiniDent, Lava e Cerec ($p < 0,01$). O iTero obteve valores significativamente mais baixos de discrepância oclusal do que os fluxos de trabalho Lava e CEREC infiniDent ($p < 0,01$). Em termos de ajuste da estrutura na região de terminação cervical, as estruturas de 3 unidades de zircónia fabricadas digitalmente apresentaram ajuste semelhante ou melhor que as estruturas metálicas

fabricadas convencionalmente. Nas regiões oclusais, as estruturas metálicas fabricadas convencionalmente obtiveram um ajuste mais favorável do que as estruturas de zircônia CAD-CAM.

Berrendero *et al.* (2019) desenvolveram um estudo clínico comparativo de coroas totais cerâmicas confeccionadas por dois métodos distintos: convencional e digital. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do fluxo de trabalho na confecção de restaurações livres de metal. Foram selecionados 30 pacientes com 30 dentes posteriores com necessidade de reabilitação com coroas. As coroas de cerâmica, à base de zircônia, foram obtidas por meio de um sistema de impressão digital intraoral (Trios, 3Shape) e técnica de impressão em silicone em duas etapas. Dois operadores externos cegos avaliaram as coroas totalmente em cerâmica. Foram verificados cinco itens de seleção, dos quais quatro eram clínicos: ajuste marginal, contatos oclusais, interproximais, e retenção primária. Em seguida, o último item de seleção foi avaliado quando os operadores, considerando todas as variáveis, tiveram de selecionar qual das coroas, digital ou convencional, apresentava as melhores condições clínicas. Os dados foram analisados pelo teste do índice Kappa e pelo teste do qui-quadrado de Pearson ($\alpha = 0,05$).

Após um criterioso estudo dos resultados, os autores concluíram que as coroas confeccionadas pelo método digital apresentaram melhores resultados. Isto está de acordo com a “escolha final” de ambos os operadores externos, já que para os fatores “adaptação marginal” e “ponto de contato interproximal” o método digital mostrou ser superior, enquanto que para os fatores “contato

oclusal” e “retenção primária” não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Boeddinghaus *et al.* (2015) conduziram um estudo clínico para investigar a adaptação marginal de coroas confeccionadas a partir de diferentes métodos de impressão (digital, com diferentes *scanners* intraorais, e convencional, com material elastomérico). Quarenta e nove elementos de 24 pacientes foram preparados para receberem coroas totais e, posteriormente, separados em 3 grupos (CEREC AC Omnicam, Heraeus Cara Trios e Lava True Definition) de acordo com o fluxo empregado, sendo que os modelos obtidos pelo método convencional e preenchidos com gesso foram também digitalizados por um de laboratório (D700-referência) para possibilitar a comparação entre cada um dos grupos. Baseado nos dados obtidos, quatro infra-estruturas de zircónia por dente foram produzidos e avaliados clinicamente através da técnica da réplica. Os resultados mostraram equivalência entre os métodos avaliados. A discrepância marginal para o Lava True definition foi de 88 μ , Heraeus Cara Trios 112 μ e CEREC AC Omnicam 149 μ . Concluiu-se então, que *copings* de zircónia confeccionados pelo método digital (independentemente do tipo de *scanner*) apresentaram resultados semelhantes estatisticamente daqueles observados pelo método convencional no que diz respeito à adaptação marginal. Com isso, destaca-se que as digitalizações intraorais consistem numa alternativa segura para a confecção de coroas, principalmente quando a linha de terminação marginal está claramente visível e o local livre de humidade durante a digitalização. Sabe-se que é possível registar dados e obter imagens de preparos

de maneira direta (*scanner* intraoral) ou maneira indireta (*scanner* de laboratório), independente da geometria da estrutura digitalizada. No entanto, sempre com o objetivo de avaliar uma possível influência deste fator nas digitalizações.

Cho *et al.* (2015) realizaram um estudo *in vitro* para comparar a exatidão e a reprodutibilidade de modelos obtidos pelo método convencional e pelo método digital. Utilizaram um modelo do tipo *typodont* como modelo mestre, a partir do qual foram formados os grupos (experimental e controle). O grupo controle foi composto por modelos de gesso obtidos a partir de impressão tradicional de uma etapa com material de impressão elastomérico. O grupo experimental, por sua vez, foi obtido através da impressão 3D por estereolitografia a partir de digitalizações por *scanners*. Além disso, os modelos de gesso e o modelo mestre foram digitalizados por um *scanner* de referência, o que permitiu que todos os modelos fossem salvos no formato .STL. Para aferir dos parâmetros de interesse, a sobreposição de imagens foi utilizada e os dois grupos foram comparados com o objetivo de verificar a discrepância, a exatidão e a reprodutibilidade de cada um deles. O teste de Levene foi utilizado para verificação da igualdade de variância e o teste ANOVA de 1 fator também foi aplicado. Os resultados mostraram não haver diferenças estatísticas entre os grupos no que diz respeito à confecção de coroas unitárias ou próteses múltiplas, bem como na adaptação marginal. No entanto, este estudo mostrou um desempenho superior do método convencional quando a precisão e a fidelidade.

Carbajal Mejía *et al.* (2017) elaboraram um estudo para avaliar a influência de diferentes geometrias de preparos dentário na exatidão (baseada na precisão e na fidelidade) de impressões pelo método digital e convencional. Para viabilizar o estudo, preparos para coroas no elemento 21 com convergência oclusal total foram criados virtualmente com diferentes angulações (-8°, -6°, -4°, 0°, 4°, 8°, 12°, 16° e 22°) e impressos em resina acrílica. Posteriormente, cada um desses modelos de referência foram digitalizados por um *scanner* de laboratório e os arquivos foram salvos em formato .STL para viabilizar a comparação com os grupos experimentais. O grupo convencional foi composto por 5 impressões (polivinilsiloxano) de cada modelo de referência seguida de preenchimento com gesso tipo IV. Também visando a análise dos resultados, os modelos obtidos foram digitalizados pelo *scanner* de laboratório e os arquivos exportados em .STL. Por fim, para formar o grupo do método digital, os modelos foram digitalizados por um *scanner* intraoral. Para analisar os resultados, um *software* específico realizou a sobreposição das imagens dos grupos experimentais nas imagens de referência (aferição da fidelidade) e também relacionou cada modelo virtual dos grupos testados entre si (aferição da precisão). Aplicou-se o teste ANOVA de dois fatores e os dados foram analisados estatisticamente. Os autores concluíram que ambos os grupos apresentaram bons resultados, porém, o grupo convencional (antes e depois da digitalização pelo *scanner* padrão), mostrou não ser eficaz na reprodução de preparos com angulações próximas a 0°. Por outro lado, a digitalização intraoral

foi capaz de reproduzir com exatidão todos os preparos confeccionados, sem influência da angulação.

Com o objetivo de aumentar o número de evidências acerca da avaliação da adaptação marginal e interna de próteses fixas confeccionadas pelo método digital em comparação ao convencional, Chochlidakis *et al.* (2016) conduziram uma revisão de literatura com meta-análise para que um levantamento criterioso fosse elaborado. Sendo assim, o objetivo do estudo foi, além de comparar os dois métodos de impressão, determinar se outras variáveis podem influenciar na adaptação marginal e interna dessas próteses. Pesquisas foram realizadas em diversas plataformas eletrônicas (Medline, Cochrane e EMBASE) e artigos que tratam de adaptação marginal e interna foram selecionados. Os dados foram analisados estatisticamente e os fatores que afetam a exatidão da adaptação foram identificados para que o impacto de cada um deles fosse medido. Os resultados mostraram valores semelhantes entre os métodos empregados e, adicionalmente, notou-se que a técnica de fabricação, o tipo de restauração e o material utilizado não afetaram de maneira significativa nos parâmetros avaliados. As restaurações dentárias fabricadas com técnicas de impressão digital exibiram desajuste marginal semelhante às aquelas fabricadas com técnicas de impressão convencionais ($p > 0,05$). As discrepâncias marginais e internas foram maiores para os modelos de gesso, enquanto os moldes digitais produziram restaurações com as menores discrepâncias ($p < 0,05$). Quando uma impressão digital foi usada para gerar modelos impressos (SLA) / poliuretano, os valores de desajuste foram intermédios. A técnica de fabricação, o tipo de

restauração e o material de impressão não tiveram efeito sobre os valores desajustes ($p > 0,05$), enquanto que o material dos troquéis e materiais das restaurações finais foram estatisticamente associados ($p < 0,05$). Os autores concluíram, portanto, que apesar do grande número de estudos *in vitro*, o que pode implicar na confiabilidade dos resultados, é possível concluir que as técnicas de impressão digital possibilitam a confecção de restaurações com maior adaptação interna e marginal.

Alsharbaty *et al.* (2020) avaliaram a exatidão de uma técnica de impressão digital sobre implantes com *scanner* intraoral Trios em comparação com técnicas convencionais de impressão de implantes (*pick-up* e transferência) em situações clínicas. Participaram deste estudo 36 pacientes que tinham dois implantes (implante de conexão interna) com diâmetro 3.8 e 4.8 mm nas regiões posteriores. Foram fabricados 36 modelos de referência (MR) e após a impressão intraoral com dois pilares de transferência, unidos com resina acrílica autopolimerizável, seccionados por corte ao meio e unidos novamente com o padrão de resina acrílica autopolimerizável recém-misturada (Pattern Resin). Depois disso, os conjuntos foram fixados aos análogos de implantes (DANSE) e vazados com gesso pedra tipo III (Gypsum Microstone). Obtiveram-se 36 modelos de trabalho para cada técnica de impressão convencional (isto é, *pick-up* e transferência). 36 impressões digitais foram feitas com o Trios 3 SIO. Oito dos arquivos digitalizados ficaram danificados; 28 arquivos de digitalização foram recuperados no formato .STL. Uma máquina de medição de coordenadas (CMM) foi usada para registrar as medições de deslocamento linear

(coordenadas x, y e z), distâncias entre implantes e deslocamentos angulares para os RMs e modelos de trabalho fabricados convencionalmente. O *software* de avaliação CATIA 3D foi utilizado para avaliar os arquivos .STL para as mesmas variáveis que as medidas de CMM. As medidas de CMM feitas nos MR e modelos de trabalho fabricados convencionalmente foram comparadas com as medidas de *software* 3D feitas nos arquivos digitalizados. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando a equação de estimativa generalizada com matriz de correlação e método linear, seguida do método de Bonferroni para comparações emparelhadas ($\alpha=0,05$). Os resultados mostraram diferenças significativas entre os grupos pick-up e digital em todas as variáveis medidas ($p < 0,001$). Em relação aos grupos transferência e digital, os resultados foram estatisticamente significantes no deslocamento angular ($p < 0,001$), medidas de distância ($p = 0,01$) e deslocamento linear ($p = 0,03$); no entanto, entre os grupos de pick-up e transferência, não houve significância estatística em todas as variáveis medidas (desvio da distância entre os implantes, deslocamento linear e desvio angular). De acordo com os resultados deste estudo, a técnica de impressão de implante digital teve a menor precisão. Com base nos resultados do estudo os erros de distância e angulação associados às impressões intraorais de implantes digitais eram maiores no caso de confecção de restaurações bem ajustadas para pacientes parcialmente desdentados. A técnica de impressão do implante de pick-up foi a mais exata, e a técnica de transferência revelou uma precisão comparável.

Sottomayor *et al.* (2018) avaliaram se havia uma relação entre a resolução de sistema de imagem digital intraoral e a precisão nas impressões de uma arcada dentária completa. Um modelo mestre do arco maxilar completo foi construído com diferentes preparações dentárias. Foram usados quatro sistemas de impressão digital e o modelo mestre foi digitalizado dentro de uma caixa preta de resina e obtiveram-se um total de 40 impressões digitais de cada *scanner*. A resolução foi obtida dividindo o número de pontos de cada impressão digital pela área total da superfície do modelo. A precisão foi avaliada usando um *software* de medição tridimensional dos modelos com um modelo de referência altamente fiel obtido a partir de um *scanner* industrial. Correlação de Pearson foi utilizada para análise estatística dos dados. Dos *scanners* intraorais, o Omnicam foi o sistema com melhor resolução, com 79,82 pontos por mm², seguido por True Definition com 54,68 pontos por mm², Trios com 41,21 pontos por mm² e iTero com 34,20 pontos por mm². A resolução dos sistemas de impressão digital não tem relação com exatidão na impressão de uma arcada dentária completa. O estudo constatou que o *scanner* Omnicam é o sistema que tem a melhor resolução e à medida que a resolução aumenta a sua precisão aumenta.

Mühlemann *et al.* (2019) compararam o tempo de produção laboratorial de próteses fixas sobre dentes de três elementos por meio de sistemas CAD/CAM e um fluxo de trabalho convencional. Além disso, a qualidade da estrutura de três elementos de cada grupo foi avaliada clinicamente. Para cada um dos dez participantes, uma prótese parcial fixa de 3 unidades foi

confeccionada. Foi usado como material de estrutura nos sistemas CAD/CAM a zircónia e incluiu o Lava C.O.S. *software* CAD (3M) e CAM (grupo L); Software CARES CAD (Institut Straumann AG) e CAM (grupo iT); e *software* CAD CEREC Connect (Dentsply Sirona) e CAM (grupo C). A estrutura de liga nobre no fluxo de trabalho convencional (grupo K) foi fabricada por meio da técnica tradicional de cera perdida. Todas as estruturas foram avaliadas clinicamente antes da estratificação. O tempo para o fabrico do modelo, a estrutura de 3 unidades e o processo de estratificação foi registado. Além disso, foi registado o tempo de trabalho durante a consulta clínica para a avaliação da estrutura. O teste de Wilcoxon emparelhado, juntamente com a correção apropriada de Bonferroni, foi aplicado para detetar diferenças entre os grupos de tratamento ($\alpha = 0,05$). O tempo total efetivo de trabalho (média \pm desvio padrão) para o técnico foi de 220 ± 29 minutos no grupo L, 217 ± 23 minutos no grupo iT, 262 ± 22 minutos no grupo C e 370 ± 34 minutos no grupo K. O técnico passou mais tempo no fluxo de trabalho convencional do que no digital, independentemente dos sistemas CAD-CAM usados ($p < 0,001$). Independentemente do sistema CAD-CAM, o tempo total de laboratório para o técnico foi significativamente menor para um fluxo de trabalho digital do que para o fluxo de trabalho convencional.

Zarone *et al.* (2020) avaliaram, *in vitro*, e compararam a fidelidade e a precisão das imagens obtidas a partir de um modelo de referência de uma maxila edêntula usando um *scanner* intraoral (Trios 3 Pod, 3Shape A), um *scanner* de laboratório (DScan 3; EGS SRL), modelos de gesso Tipo IV e impressões de

polissulfito. Um modelo de referência de resina de poliuretano foi replicado de uma impressão clínica e foi digitalizada por um *scanner* de referência. Foram obtidos dez modelos digitais aplicando estratégias de digitalização padronizadas ao modelo de referência. Foi criado um dispositivo para fazer 10 impressões consistentes de polissulfito, e uma digitalização de cada impressão. Em seguida, foram revertidas digitalmente para obter 10 arquivos. O mesmo foi feito para os modelos de gesso Tipo IV. As digitalizações (.STL) foram importadas para um programa de *software*, e calculadas a fidelidade e a precisão em μm . Os valores de fidelidade (intervalo de confiança de 95%) foram para o modelo digitalizado pelo *scanner* intraoral = 48,7 (37,8-59,5), para modelo invertido pelo *scanner* intraoral = 249,9 (121,3- 378,5) e para modelo de *scanner* extraoral = 308,8 (186,6-430,9); diferenças significativas foram detetadas entre o modelo do *scanner* intraoral e modelo invertido digital ($p < 0,001$) e entre os modelos do SIO e modelo do scanner extraoral ($p < 0,001$). Os valores de precisão (intervalo de confiança de 95%) foram para o modelo digitalizado pelo *scanner* intraoral = 46,7 (29,7-63,7), para o modelo invertido pelo *scanner* intraoral = 271,2 (94,6-447,8) e para o modelo de *scanner* extraoral = 341,4 (175,5-507,3); diferenças significativas foram detectadas entre o modelo do *scanner* intraoral digital e modelo reverso digital ($p = 0,003$) e entre o modelo do *scanner* intraoral digital e modelo do *scanner* extraoral digital ($p = 0,001$). A digitalização direta de um modelo maxilar completamente edêntulo com o *scanner* intraoral produziu melhor fidelidade e precisão do que digitalizar as impressões de polissulfeto ou os moldes de gesso tipo IV com um *scanner* de laboratório.

Suese (2020) relatou que uma impressão óptica por um *scanner* intraoral (SIO) envolve a medição óptica da forma da superfície dos dentes ou gengivas alvo diretamente na boca do paciente. Os SIO têm muitas vantagens, como reduzir a dor e o desconforto dos pacientes, a carga do operador e o risco de infecção, digitalização e visualização de impressão em tempo real, replicação simples e digitalização seletiva, redução de custo e desperdício de materiais e detecção de cárie dentária e fraturas. Os SIO tornaram-se num dos dispositivos de tratamento dentário mais valiosos para pacientes, dentistas, técnicos de prótese dentária e higienistas orais. A precisão do SIO corresponde ou substitui a precisão do método de impressão convencional e indireto com modelos de trabalho. O IOS é clinicamente aplicável em restaurações de três até quatro unidades. A alta reprodutibilidade do SIO, capacidade de processamento de informações, capacidade de multimédia e simplicidade e velocidade na comunicação podem aplicar-se ao exame de grupo e identificação de vítimas de desastres ou pacientes com demência.

2.3 Direção de digitalização

Ender & Mehl (2013) relataram que a digitalização intraoral é uma parte fundamental da medicina dentária digital. Com as suas possibilidades, novas opções de tratamento para o paciente são fornecidas e o fluxo de trabalho protético é acelerado. Atualmente, o principal problema dos sistemas de digitalização intraoral é a falta de exatidão, especialmente em áreas mais extensas e a complexidade do manuseamento para o dentista. Além disso, investigaram diferentes estratégias de digitalização em relação à sua exatidão com impressões em arcadas totais num estudo *in vitro*. Um modelo de referência foi utilizado para as impressões digitais com o Lava C.O.S, CEREC Bluecam e um sistema de digitalização intraoral sem pó, o iTero. A fidelidade e precisão de cada digitalização foram medidas. O Lava COS fornece a fidelidade de 45,8 μ m com o protocolo de digitalização recomendado pelo fabricante. Um protocolo de digitalização diferente mostra uma precisão significativamente menor (exatidão \pm 90,2 μ m). O CEREC Bluecam também beneficia de um protocolo de digitalização ideal com uma fidelidade de \pm 23,3 μ m em comparação com \pm 52,5 μ m com um protocolo padrão. O sistema de impressão sem pó iTero mostrou também uma digitalização de arco completo de alta precisão com uma fidelidade de \pm 35,0 μ m e uma precisão de \pm 30,9 μ m. Com os atuais sistemas de digitalização intraoral, impressões dentárias de arcada total são possíveis com alta precisão, se as sequências de digitalização adequadas forem usadas. O sistema de impressão sem pó fornece o mesmo

nível de precisão em comparação com os sistemas com pré-tratamento de superfície.

A estratégia de digitalização a ser utilizada para a impressão da arcada dentária pode ser uma limitação entre estudos comparativos entre diversos *scanners*, uma vez que se encontra na literatura certa dificuldade até mesmo da própria empresa em fornecer detalhes da técnica ideal de digitalização (Sottomayor *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2016).

Anh *et al.* (2015) compararam a precisão de imagens 3D obtidas usando dois modelos de *scanners* intraoral e avaliaram os efeitos das irregularidades dentárias e da sequência de digitalização no resultado. Através da sobreposição dos modelos virtuais obtidos, e após análise estatística, os autores concluíram que as irregularidades dentárias não influenciam nas digitalizações. A sequência da digitalização apresentou influência e todas as situações encontraram-se dentro dos limites clinicamente aceitáveis.

Num estudo realizado por Sottomayor *et al.* (2018), avaliaram quatro diferentes tipos de estratégia de digitalização (a- exterior-interior, b- quadrantes, c- sextantes e d- sequencial), a partir do *software* Geomagic Control (Geomagic, EUA) para comparação das imagens por sobreposição. Para três *scanners* avaliados qualquer estratégia de digitalização utilizada foi capaz de registrar a exatidão das imagens digitalizadas. O mesmo não ocorreu para o iTero que foi dependente da estratégia de digitalização, sendo a melhor estratégia a sequencial para este modelo de *scanner* (Figura 1).

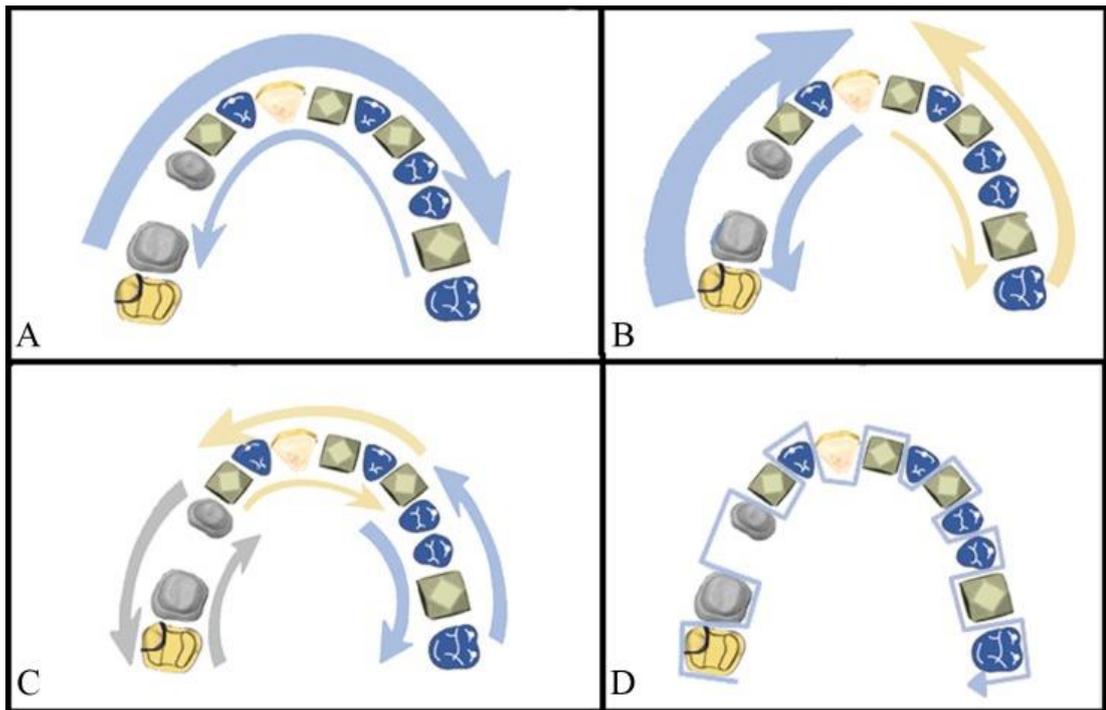


Figura 1 - Estratégias de digitalização: (A) Exterior-Interior, (B) Quadrantes, (C) Sextantes, (D) Sequenciais.

Fonte: Sottomayor *et al.* 2018.

Mennito *et al.* (2018) avaliaram o efeito que o modo e a sequência de digitalização têm na precisão e fidelidade do modelo tridimensional (3D) criado a partir dessa impressão digital e compararam com outros 5 sistemas para impressões de sextantes. Seis sistemas digitais de impressão intraoral foram utilizados para digitalizar um sextante de um modelo de referência com propriedades óticas semelhantes aos dentes naturais. As impressões foram tiradas usando cinco padrões de digitalização diferentes e os modelos digitais resultantes foram sobrepostos num modelo digital mestre para determinar a precisão de cada *scanner* executando cada modo de digitalização. Além disso, independentemente do padrão de digitalização, cada sistema de impressão digital foi avaliado quanto à precisão e fidelidade entre sistemas. Não foram

observadas diferenças significativas na exatidão dos modelos 3D criados usando seis padrões de digitalização distintos, com uma exceção do CEREC Omnicam. O Planmeca Planscan foi considerado o *scanner* mais fiel, enquanto o Trios 3 foi considerado o mais preciso para a impressão de sextantes. O padrão de digitalização não afeta significativamente a precisão do modelo digital resultante para digitalização de sextante. As empresas que fabricam sistemas de impressão digital geralmente recomendam um padrão de digitalização específico para o seu sistema. No entanto, todos os cenários de digitalização clínica são diferentes e podem exigir uma abordagem diferente.

Nagy *et al.* (2020) validaram um novo método comparando a fidelidade de sete SIO (Element 1, Element 2, Emerald, Omnicam, Planscan, Trios 3, CS 3600) com uma impressão física digitalizada por um *scanner* de laboratório que diminui problemas de construção da malha. Foram confeccionados modelos de um maxilar humano dentado por um SIO e por *scanner* de laboratório após impressão em polivinilsiloxano. Todas as digitalizações começaram na superfície oclusal do dente 15. O modelo de referência e os modelos de teste foram sobrepostos no *software* GOM Inspect. Desvios foram medidos entre pontos idênticos em três eixos diferentes, e o desvio 3D complexo foi calculado. O efeito dos *scanners*, o dente e o eixo foram analisados estatisticamente. O desvio aumentou gradualmente conforme a distância da origem de digitalização para os diferentes SIO, mas não para a impressão convencional. O maior desvio ocorreu principalmente no eixo apico-coronal para os SIO. O desvio médio da impressão convencional ($53 \pm 2 \mu\text{m}$) não foi significativamente diferente do

Trios 3 ($156 \pm 8 \mu\text{m}$) e CS 3600 ($365 \pm 29 \mu\text{m}$), mas foi significativamente menor do que os valores do Element 1 ($531 \pm 26 \mu\text{m}$), Element 2 ($246 \pm 11 \mu\text{m}$), Emerald ($317 \pm 13 \mu\text{m}$), Omnicam ($174 \pm 11 \mu\text{m}$), Planscan ($903 \pm 49 \mu\text{m}$). A impressão convencional foi superior em comparação com os SIO para a arcada total. O novo método pode revelar o erro de construção da malha dos SIO, que pode ser parcialmente causado pelas dificuldades na medição de profundidade.

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

Avaliar a precisão e a fidelidade entre dois métodos de impressão - digital (incluindo a variável “*scanner*” e a variável “direção de digitalização”) vs. convencional, por meio das características finais dos modelos obtidos e a experiência adquirida do operador.

As hipóteses estatísticas foram construídas da forma em que (H_0) se refere a hipótese nula e (H_1) a hipótese alternativa.

1 - Avaliar os métodos de impressão digital e convencional quanto à precisão.

H_0 : Não há diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de impressão digital e convencional quanto à precisão.

H_1 : Há diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de impressão digital e convencional quanto à precisão.

2 - Avaliar os métodos de impressão digital e convencional quanto à fidelidade.

H_0 : Não há diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de impressão digital e convencional quanto à fidelidade.

H_1 : Há diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de impressão digital e convencional quanto à fidelidade.

3 - Avaliar a direção de digitalização (contínua e segmentada) quanto à precisão.

H₀: Não há diferenças estatisticamente significativas entre a técnica contínua e segmentada quanto à precisão.

H₁: Há diferenças estatisticamente significativas entre a técnica contínua e segmentada quanto à precisão.

4 - Avaliar a direção de digitalização (contínua e segmentada) quanto à fidelidade.

H₀: Não há diferenças estatisticamente significativas entre a técnica contínua e segmentada quanto à fidelidade.

H₁: Há diferenças estatisticamente significativas entre a técnica contínua e segmentada quanto à fidelidade.

5 – No método digital, avaliar o tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) quanto à precisão.

H₀: Não há diferenças estatisticamente significativas no tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) quanto à precisão.

H₁: Há diferenças estatisticamente significativas no tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) quanto à precisão.

6 – No método digital, avaliar o tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) quanto à fidelidade.

H₀: Não há diferenças estatisticamente significativas no tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) quanto à fidelidade.

H₁: Há diferenças estatisticamente significativas no tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) quanto à fidelidade.

7 - No método digital, avaliar a experiência adquirida do operador na exatidão.

H₀: Não há diferenças estatisticamente significativas na experiência adquirida do operador quanto à exatidão.

H₁: Há diferenças estatisticamente significativas na experiência adquirida do operador quanto à exatidão.

MATERIAL E MÉTODOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

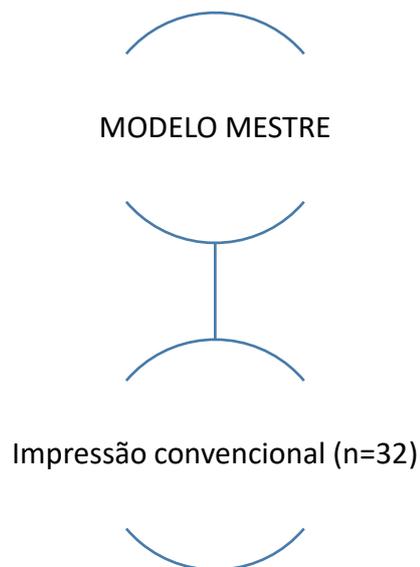
4.1 Material

Neste estudo, um modelo mestre parcial (espaço edêntulo na região do elemento 25 e preparações dentárias nos elementos 24 e 26) foi utilizado como base de comparação entre as técnicas de impressão convencional e digital (Figuras 2, 3 e 4).

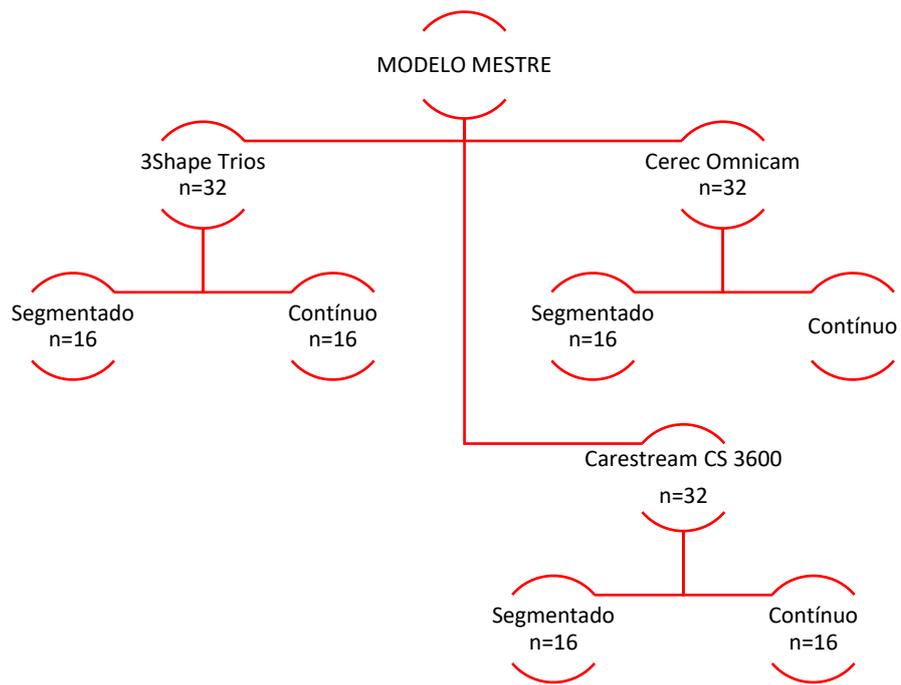


Figuras 2, 3 e 4: Imagens representativas do modelo de referência (MR). Vista (A) - vestibular, (B) - palatina e (C) - oclusal, respectivamente.

O modelo foi fresado em polímero (Model Blank Bege 95H39, ZirkohnZahn GmbH, Bruneck, Italy) e foram obtidos, a partir dele, 128 modelos, divididos em dois grandes grupos – de acordo com o método de aquisição dos dados (32 modelos convencionais (MC) e 96 modelos digitais (MD)). Os modelos convencionais estão em número reduzido por ter um alto custo operacional e de tempo para esta etapa. Caso a dimensão do efeito for elevada, a dimensão da amostra pode ser menor, para o mesmo poder e teste e nível de significância definido *à priori*. A divisão dos grupos encontra-se ilustrada nos organigramas A e B respetivamente.



Organograma A: Obtenção dos modelos através de impressões convencionais.



Organograma B: Obtenção dos modelos através de impressões digitais.

Abaixo segue um quadro referente aos materiais utilizados neste estudo.

Quadro 2- Nome, composição, empresa e lote dos materiais a serem utilizados

| NOME | COMPOSIÇÃO | FABRICANTE | LOTE |
|--------------------------------------|---|---|----------|
| MODEL BLANK BEGE 95H39 | Poliuretano | ZirkohnZahn GmbH, Bruneck, Italy | 8526 |
| VIRTUAL LIGHT BODY REGULAR SET | Polivinilsiloxano | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein | UL2299 |
| VIRTUAL LIGHT BODY REGULAR SET | Polivinilsiloxano | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein | WL2324 |
| VIRTUAL PUTTY BODY REGULAR SET | Polivinilsiloxano | Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein | WL2435 |
| Dental SG Orange Resin | Resina | Formlabs Inc., Massachusetts, EUA | XK221N04 |
| GC Fuji Rock (type IV) | Gesso tipo IV | GC Europe, Leuven, Belgium | 1803284 |
| 3M VPS Tray Adhesive Refill | Etilacetato, polidimetilsiloxano, nafta | 3M ESPE, Minnessota, EUA | 419032 |

4.2 Métodos

4.2.1 Calibração do *scanner* de referência

O método consiste em digitalizar uma placa de calibração padronizada. Foi realizado a calibração do *scanner* de referência pela aplicação de uma placa de calibração padronizada e selecionada a opção *Calibrate* no *software* ZirkohnZahn Scan (ZirkohnZahn GmbH, Bruneck, Italy) de acordo com as recomendações do fabricante (Figuras 5, 6 e 7).



Figura 5: Imagem representativa da placa de calibração do scanner Arti600, ZirkohnZahn.

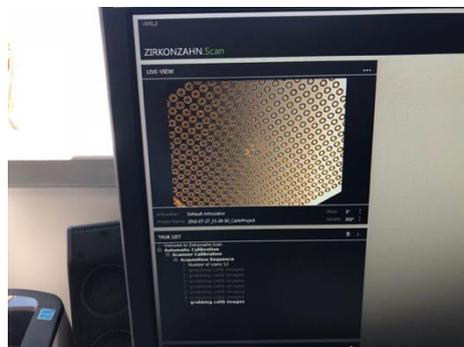
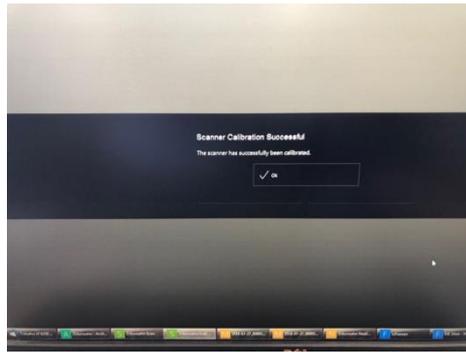


Figura 6: Imagem representativa do processo de calibração do *software* ZirkohnZahn Scan.



Figuras 7: Imagem representativa do processo de calibração concluído.

Foi necessária a realização de uma formação e treino para trabalhar com este equipamento.

4.2.2 Cálculo da amostra e obtenção dos modelos

4.2.2.1 Cálculo *a priori* da dimensão da amostra

Um ponto muito relevante de todos os trabalhos científicos refere-se ao cálculo do tamanho da amostra necessária.

A dimensão da amostra foi estimada através da análise da potência, sendo uma abordagem recorrente na teoria estatística (Hair Jr *et al.*, 2005; M.M Hill & Hill, 2009) e também por meio da observação da literatura dos trabalhos semelhantes.

A potência do teste estatístico melhora com o aumento da dimensão da amostra, na medida que esta provoca uma diminuição na variância (Fernandes, 2015). Quando a teoria não indica um valor para a dimensão do efeito J. Cohen, (1988), Faul, Erdfelder, Buchner, & Lang, 2009; Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner (2007) sugerem os seguintes valores: $d=0,5$ para um teste *t*-Student para duas amostras independentes e $f=0,25$ para realizar um teste ANOVA one-way para k amostras independentes. No entanto, dada a experiência clínica, a decisão do investigador foi de realizar o cálculo *a priori* da dimensão da amostra na expectativa de obter uma dimensão de efeito elevada ($d=0.8$) para o teste de *t*-Student e $f=0,40$ para o teste ANOVA one-way. Assim, para um poder de teste $(1-\beta)$ mínimo de 0.8 e um nível de significância α de 0,05, a dimensão da amostra deve ter no mínimo 52 observações (26 em cada grupo) para testar hipóteses com o teste *t*-Student (Figura 5) e 66 (22 em cada grupo) para o teste

ANOVA one-way com três grupos (Figura 6) e 90 (15 em cada grupo) para o teste ANOVA one-way com seis grupos (Figura 8, 9 e 10), respectivamente.

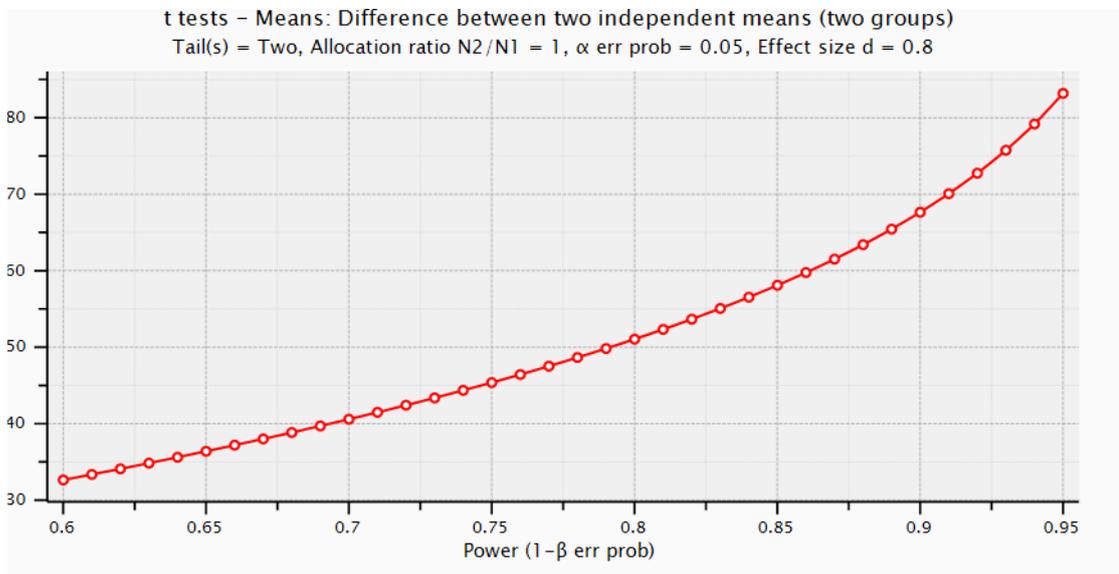


Figura 8 – Cálculo de amostra a priori da dimensão da amostra para o teste *t*-Student (2 grupos, $\alpha=0.05$; $d=0.8$; $\beta=0.2$, $n=52$).

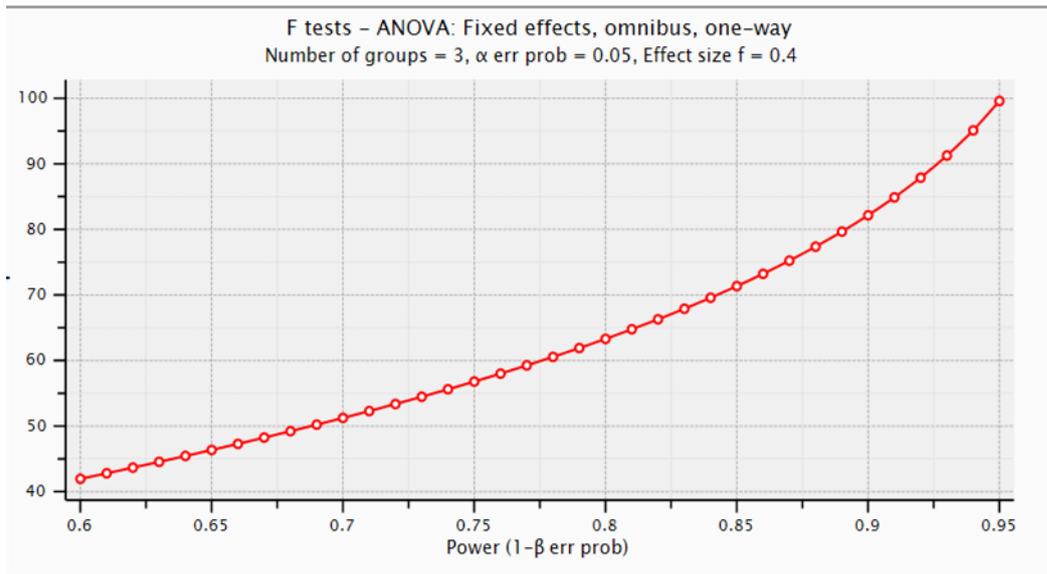


Figura 9 – Cálculo de amostra a priori da dimensão da amostra para o teste ANOVA one-way (3 grupos, $\alpha=0.05$; $d=0.8$; $\beta=0.2$, $n=66$).

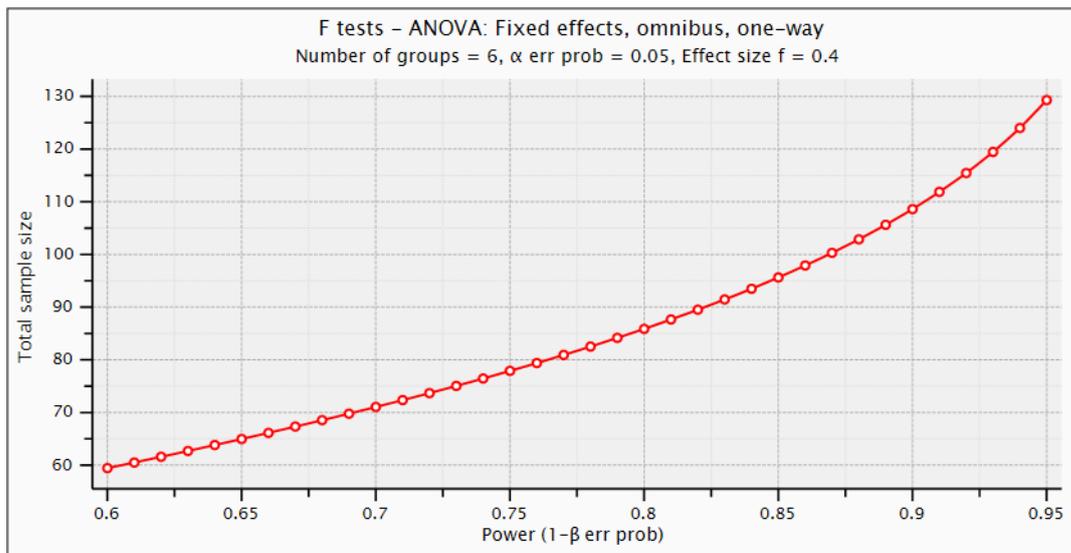


Figura 10 – Cálculo de amostra a priori da dimensão da amostra para o teste ANOVA one-way (6 grupos, $\alpha=0.05$; $d=0.8$; $\beta=0.2$, $n=86$).

Para um poder de teste $(1-\beta)$ mínimo de 0.8 e um nível de significância α de 0,05, sugeriu uma dimensão da amostra de no mínimo 52 observações (26 em cada grupo) para testar hipóteses com o teste t -Student (Figura 9) e 66 (22 em cada grupo) para o teste ANOVA one-way com três grupos (Figura 10) e 90 (15 em cada grupo) para o teste ANOVA one-way com seis grupos (Figura 11) respectivamente.

4.2.2.2 Técnica de impressão convencional

Quarenta e oito modelos convencionais foram vazados em gesso tipo IV (Fujirock, GC Europe, Leuven, Belgium) a partir de impressões realizadas com moldeiras individuais, obtidas de um ficheiro .STL e impressas em resina cinzenta (Dental SG Resin, Formlabs Inc, Massachusetts, EUA), pela técnica de dois tempos, com o material polivinilsiloxano consistência fluida e *putty*, (Virtual, Ivoclar Vivadent, Lichenstein) e com tempo de polimerização de 4,5 minutos.

Durante esta etapa foi necessária uma modificação da moldeira individual (Figura 12) que não possuía alívio adequado nem retenções suficientes para manter o material de impressão em posição quando o molde era removido (Figura 13, 14,15 e 16).



Figura 11: Imagem representativa da moldeira individual impressa (inicial) posicionada sobre o modelo de referência (MR).



Figura 12: Imagem representativa do modelo de referência (MR), vista oclusal.



Figura 13: Imagem representativa da moldeira individual impressa modificada com perfurações.



Figura 14: Imagem representativa do modelo de referência (MR) e moldeira individual impressa, vista palatina.

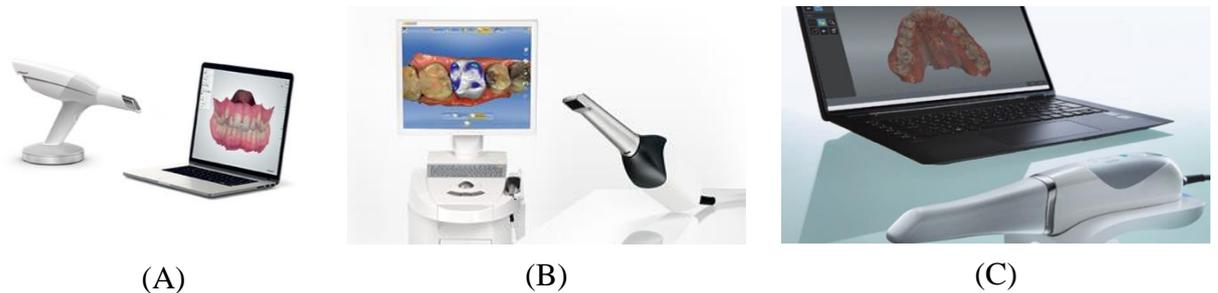


Figura 15: Imagem representativa da impressao em polivinilsiloxano *putty* e *light* e do modelo de referência (MR), vista oclusal.

O vazamento dos modelos de gesso tipo IV (Fujirock, GC Europe, Leuven, Belgium) seguiu as recomendações dos fabricantes e o preenchimento dos moldes ocorreu 1 hora após a obtenção das impressões, tempo necessário, de acordo com o fabricante, para a libertação das tensões induzidas e recuperação elástica. Após o preenchimento aguardou-se 1 hora para a presa completa do gesso e assim, os modelos foram separados dos moldes por meio de um movimento latero-lateral único.

4.2.2.3 Técnica de Digitalização

O grupo dos modelos digitais por sua vez, foi subdividido em 3 grupos menores de acordo com o modelo de *scanner* usado: Trios 3 (3Shape, Copenhagen, Denmark); CEREC Omnicam (Dentsply Sirona Systems, Bensheim, Germany); CS 3600 (Carestream, Rochester, New York, USA) (Figuras 16, 17 e 18).



Figuras 16, 17 e 18 – *Scanners* utilizados no estudo. (A)- Trios 3 (3Shape); (B)- CEREC Omnicam (Dentsply Sirona); (C)- CS 3600 (Carestream dental).

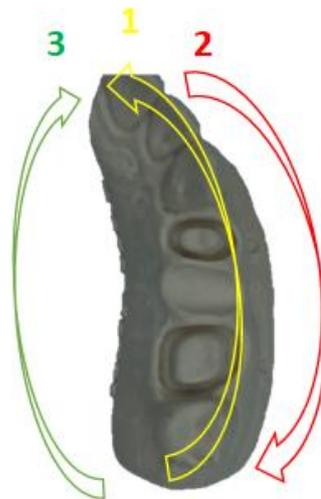
Os scanners utilizados no estudo apresentam diferentes características, evidenciadas no quadro 3.

Quadro 3 - Representação das características específicas de cada sistema de *scanner* intraoral.

| Intraoral | Fabricante | Tipo de digitalização | Processamento de digitalização |
|-----------|-------------------|--|--|
| Trios 3 | 3ShapeA/S | Seccionamento ótico ultrarrápido | Uma fonte de luz gera uma iluminação padrão que causa uma oscilação de luz no objeto. Imagens contínuas formam um modelo 3D. |
| Omnicam | Dentsply -Sirona | Triangulação ativa (projeção listrada multicolorida) | Vídeo e imagens contínuas para criar um modelo 3D. |
| CS 3600 | Carestream Dental | Vídeo 3D de alta velocidade | Vídeo para criar um modelo 3D. |

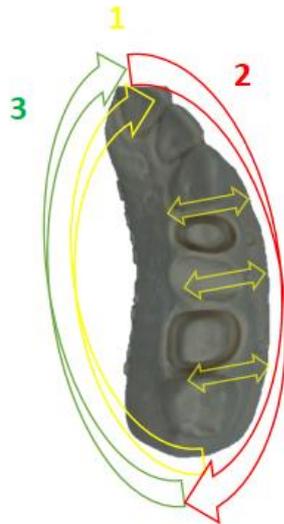
Os três grupos criados foram subdivididos em dois grupos em função da direção da digitalização: segmentada ou contínua. O método segmentado consistiu na digitalização a partir da superfície oclusal do dente mais distal (27),

manutenção de uma distância focal aproximadamente de 1cm percorrendo a superfície oclusal dos dentes adjacentes até incisal do dente 21. Seguidamente retornou-se para oclusal do segundo molar (27) para restabelecer a referência e permitir a digitalização da superfície vestibular em direção anterior até o incisivo central. Por fim, repetiu-se o mesmo procedimento para a superfície palatina. (Figura 20)



Figuras 19: Representação da direção e sequência da digitalização do modelo de referência (MR): técnica segmentada.

Para o método contínuo, mantendo a mesma distância focal, iniciou-se pela superfície oclusal do 27 em direção a incisal do 21 com movimentos oscilatórios curtos no sentido vestibulo-lingual. Deste ponto seguiu-se para a superfície vestibular em direção distal até à vestibular do 27, e continuamente para a oclusal e palatina do 27. De seguida, foi em direção mesial até palatino do 21, de acordo com a exemplificação esquemática abaixo (Figura 21).



Figuras 20: Representação da direção e sequência da digitalização do modelo de referência (MR): técnica contínua.

Os dois métodos foram refinados uma vez, por meio da repetição do procedimento até ao encerramento completo da malha, finalizado pelo processo de *renderização*. Um dos fabricantes (3Shape) recomenda o número máximo de 1.500 capturas para garantir um bom desempenho durante a formação da imagem digital, mas o limite de 750 capturas - metade do limite de segurança - foi adotado como uma forma de evitar qualquer tipo de distorção durante o procedimento (Somnomed Trios by 3Shape, 2018).

Todos os *scanners* foram calibrados de acordo com as recomendações dos fabricantes antes da sua utilização.

4.2.3 Análise da experiência adquirida do operador

Para avaliar e quantificar o efeito da experiência adquirida pelo operador na exatidão do modelo de referência digital (MRD), obtido pelo de *scanner* referência (S600 Arti-ZirkohnZahn GmbH, Bruneck, Italy), foi comparado com as imagens obtidas pelos três *scanners*, em tempos diferentes (n=16), convertidas em ficheiros .STL (standard triangle language). Foi feita uma aferição intergrupos e intragrupos com o *software* Geomagic Control X (3D Systems, Rock Hill, Sacramento, USA).

4.2.4 Análise dos modelos obtidos

Para padronizar as medições, inicialmente os modelos de gesso foram armazenados por 48 horas à temperatura ambiente e, posteriormente, os modelos de ambos os grupos (MC e MD) foram analisados com o objetivo de comparar as duas técnicas de impressão.

Para analisar os modelos, foi necessário digitalizar todos os modelos do grupo MC através do *scanner* de referência (S600 Arti-ZirkohnZahn GmbH, Bruneck, Italy) e, juntamente com os modelos virtuais do grupo MD, enviá-los ao *software* Geomagic Control X (3D Systems, Rock Hill, Sacramento, USA) para aferição intergrupos e intragrupos da precisão de cada técnica (convencional vs. digital). Além disso, cada digitalização foi sobreposta ao modelo referência digital (MRD), obtido pelo de referência, para medir a fidelidade dos procedimentos conforme estabelecido pelas ISO 5725e1 e 12836.

Para analisar esses parâmetros, os dados obtidos foram convertidos em ficheiros .STL e enviados ao *software* Geomagic Control X (3D Systems, Rock Hill, Sacramento, USA). Este utiliza algoritmos matemáticos precisos e mede objetivamente as possíveis variações volumétricas em todo o modelo em relação ao modelo mestre, sendo capaz de informar a precisão e a fidelidade dos modelos, fatores que caracterizam uma técnica apurada (Figura 22).

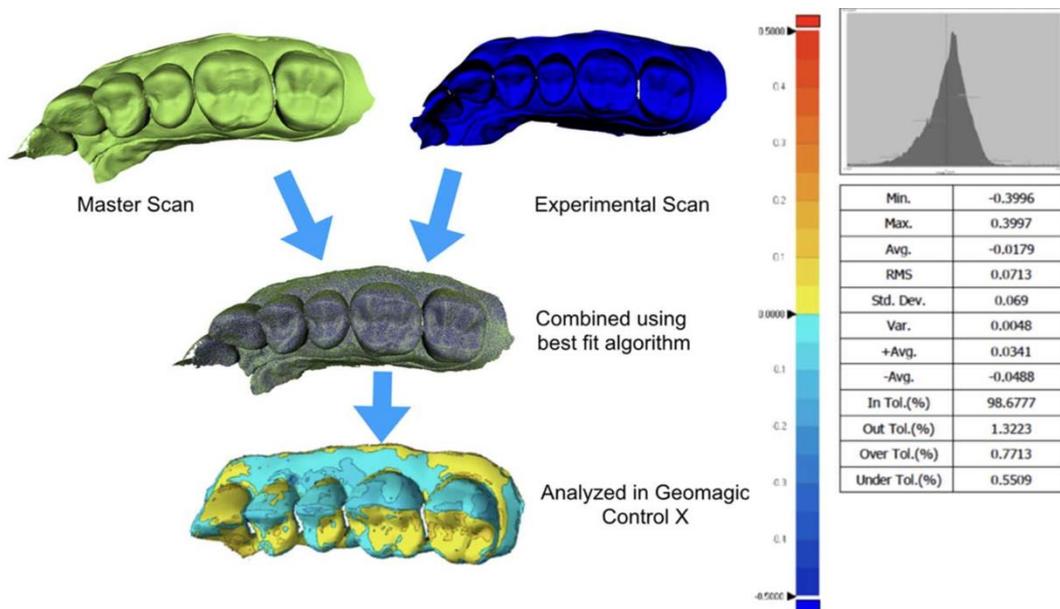


Figura 21 – Representação do método digital de análise dos modelos *software* Geomagic Control (Mennito *et al.*, 2018).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva inclui a média, desvio padrão, erro padrão da média, construção de intervalos de confiança a 95% das variáveis dependentes quantitativas e representações gráficas (histogramas e box-plots) disponíveis no anexo A.

Foi realizado o teste da normalidade de Kolmogorov-Smirnov nos grupos com mais de 50 observações ou de Shapiro-Wilk nos grupos com menos de 50 observações. Nos casos em que o teste de Kruskal-Wallis foi estatisticamente significativo ($p \leq 0.05$), foram realizados testes de Mann-Whitney grupo a grupo. Neste caso, para avaliação da significância e para que se evite aumento do Erro Tipo I (rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira), realizou-se a correção de Bonferroni dividindo-se alpha (0,05) pelo número de hipóteses testadas. A análise estatística foi realizada com o *software* IBM SPSS Versão 24 e, para um nível de significância $\alpha=0,05$, todos os testes com $p \leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos.

No caso do teste de *t*-Student, o poder do teste e a dimensão do efeito foi calculado através do software G-Power (Erdfelder, Faul, Buchner, & Lang, 2009). A dimensão do efeito apresentada é o *d* de Cohen. Relativamente ao teste de Mann-Whitney, a dimensão do efeito foi calculada através da fórmula sugerida por (Field, 2009; Rosenthal, 1991):

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

No caso do teste ANOVA-One-way, o poder do teste e a dimensão do efeito (Partial η^2) foram calculados também com auxílio do software G-Power.

RESULTADOS

6. RESULTADOS

Neste estudo, obtiveram-se os resultados de acordo com as variáveis independentes e as suas possíveis combinações: métodos de impressão, direção de digitalização, tipo de *scanner*.

Quanto à variável independente métodos de impressão (digital e convencional) são apresentados na tabela 1 os valores da média, desvio padrão, erro padrão da média e intervalo de confiança (95%) quanto à fidelidade e precisão.

Tabela 1 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão para o método de impressão.

| | | Fidelidade | Precisão |
|------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
| Convencional (n=32) | Média | 49.37 | 59.89 |
| | Desvio padrão | 19.13 | 13.08 |
| | Erro padrão da média | 3.38 | 2.31 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]42.48 ; 56.27[|]55.18 ; 64.61[|
| Digital (n=96) | Média | 53.53 | 13.42 |
| | Desvio padrão | 4.97 | 4.28 |
| | Erro padrão da média | 0.51 | 0.44 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]52.53 ; 54.55[|]12.56 ; 14.29[|

Em relação ao objetivo 1, avaliar os métodos de impressão digital e convencional quanto à precisão, a tabela 2 apresenta o resultado do teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov para avaliação de normalidade, a estatística de teste Mann-Whitney e *t*-Student de Welch (teste Levene para homogeneidade das variâncias com $p < 0.05$), o valor de *mean rank* de cada grupo no caso do teste não paramétrico e a *mean difference* no caso do teste paramétrico. No caso do teste *t*-Student, a dimensão do efeito é apresentada através do *d* de Cohen, calculado através do software G-Power (Erdfelder, Faul, Buchner, & Lang, 2009). Relativamente ao teste de Mann-Whitney, a dimensão do efeito foi calculada através da fórmula sugerida por Rosenthal (1991) e Field (2009).

Tabela 2 – Teste de hipótese para fidelidade e precisão ao método de impressão.

| | Teste de Normalidade | Decisão | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks or Mean Differences | Dimensão do efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|------------|--|---|---|---|--------------------------------|---|
| Precisão | Convencional SW(32)=0.917, p=0.018 | Rejeita-se a hipótese nula de normalidade | Mann-Whitney U=0.000, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Convencional: 112.5 | r= -0.75 (a dimensão do efeito é elevada - >0.5) |
| | Digital KS(96)=0.894, p<0.001 | | | | Digital: 48.50 | |
| Fidelidade | Convencional SW(32)=0.972, p=0.564 | Não se rejeita a hipótese nula de normalidade | Teste de Levene F=77.581, p<0.001 Teste t-Student de Welch t (32.406) = -1.218, p=0.232 | Não há diferenças estatisticamente significativas | Mean Difference= -0.0042 | d= 0.298 (a dimensão do efeito é média) |
| | Digital KS(96)=0.079, p=0.162 | | | | | |

Em relação à precisão, o resultado do teste estatístico apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$), com uma dimensão do efeito elevada ($r = -0.75$). De facto, quando se observa a estatística descritiva, é possível notar as diferenças da média e no intervalo de confiança dos dois grupos (Convencional: 59.89]55.18; 64.61[; Digital: 13.42]12,56; 14.29[).

No que diz respeito à fidelidade o resultado do teste estatístico não apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p>0.05$) e a dimensão do efeito é média (0.298). A amostra dos dois grupos apresenta uma discrepância na sua dimensão ($n=32$ e $n=96$).

Quanto à variável independente direção de digitalização (contínua e segmentada) são apresentados na tabela 3 os valores da média, desvio padrão, erro padrão da média e intervalo de confiança (95%) quanto à fidelidade e precisão.

Tabela 3 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão para a direção de digitalização.

| | | Fidelidade | Precisão |
|----------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Contínua (n=48) | Média | 53.05 | 14.18 |
| | Desvio padrão | 4.36 | 4.67 |
| | Erro padrão da média | 0.63 | 0.67 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]51.78 ; 54.31[|]12.82 ; 15.54[|
| Segmentada (n=48) | Média | 54.03 | 12.67 |
| | Desvio padrão | 5.52 | 3.75 |
| | Erro padrão da média | 0.79 | 0.54 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]52.43 ; 55.63[|]11.58 ; 13.76[|

Em relação à direção de digitalização, contínua e segmentada, a tabela 4 apresenta o resultado do teste de Shapiro-Wilk para avaliação de normalidade, o teste Mann-Whitney e *t*-Student (teste Levene para homogeneidade das variâncias com $p > 0.05$), o valor de *mean rank* de cada grupo no caso do teste não paramétrico e a *mean difference* no caso do teste paramétrico.

Tabela 4 – Teste de hipótese para fidelidade e precisão quanto à direção de digitalização.

| | Teste de Normalidade | Decisão | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do efeito |
|------------|--|---|--|---|---------------------|--|
| Precisão | Contínua SW(48)=0.893, p<0.001 | Rejeita-se a Hipótese nula de normalidade | Mann-Whitney U=927.50, p=0.100 | Não há diferenças estatisticamente significativas | Contínua 53.18 | r= -0.17 (a dimensão do efeito é pequena) |
| | Segmentada SW(48)=0.879, p<0.001 | | | | Segmentada 43.82 | |
| Fidelidade | Contínua SW(48)=0.968, p=0.203 | Não se rejeita a hipótese nula de normalidade | Teste de Levene F=3.278, p=0.073 Teste t-Student t (94) = -0.971, p=0.334 | Não há diferenças estatisticamente significativas | Mean Difference= | d= 0.197 (a dimensão do efeito é pequena) |
| | Segmentada SW(48)=0.956, p=0.073 | | | | -0.0009 | |

Não há diferenças estatisticamente significativas entre as duas técnicas de digitalização e a dimensão do efeito é pequena, tanto para a fidelidade como para a precisão.

Quanto à variável independente tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600 são apresentados na tabela 5 os valores da média, desvio padrão, erro padrão da média e intervalo de confiança (95%) quanto à fidelidade e precisão.

Tabela 5 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão para o tipo de *scanner*.

| | | Fidelidade | Precisão |
|--------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Trios 3 (n=32) | Média | 50.6 | 11.7 |
| | Desvio padrão | 2.65 | 2.07 |
| | Erro padrão da média | 0.47 | 0.37 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]49.65 ; 51.55[|]10.95 ; 12.45[|
| Omniscam (n=32) | Média | 57.45 | 10.09 |
| | Desvio padrão | 4.63 | 2.24 |
| | Erro padrão da média | 0.82 | 0.39 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]55.78 ; 59.12[|]9.28 ; 10.89[|
| CS 3600 (n=32) | Média | 52.57 | 18.49 |
| | Desvio padrão | 4.65 | 2.42 |
| | Erro padrão da média | 0.82 | 0.43 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]50.89 ; 54.25[|]17.61 ; 19.36[|

Tabela 6 – Teste de hipótese para fidelidade quanto ao tipo de *scanner*.

| | Teste de Normalidade | Decisão | Teste estatístico | Decisão | Dimensão do efeito |
|------------|-------------------------------------|---|---|---|--|
| Fidelidade | Trios 3 SW(32)=0.974, p=0.617 | Não se rejeita a hipótese nula de normalidade | Teste Levene F=3.325, p=0.04 ANOVA one-way F=23.813, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Partial $\eta^2=$ 0.339 f=0.72 (dimensão de efeito elevada) $\pi=0.99$ |
| | Omicam SW(32)=0.964, p=0.342 | | | | |
| | CS 3600 SW(32)=0.971, p=0.539 | | | | |

A tabela 6 ilustra os resultados do teste ANOVA one-way para K amostras independentes após confirmação da normalidade (teste de Shapiro-Wilk com $p>0.05$) nos três grupos. Pode-se concluir que há diferenças estatisticamente significativas para a fidelidade ($p<0.001$) quanto ao tipo de *scanner*. O teste de Levene para avaliar homogeneidade das variâncias apresenta um valor de significância próximo de 0.05 ($p=0.04$), pelo que se justifica a realização de testes post-hoc de Games-Howell (homogeneidade das variâncias não assumida) para comparações múltiplas. A dimensão do efeito é elevada e o poder do teste é maior do que 0.8 (valor mínimo recomendado).

Tabela 7 – Comparações Múltiplas do teste ANOVA em relação à fidelidade.

| Tipo de | | Mean difference | Significância | Decisão |
|---------|---------|-----------------|---------------|-------------------|
| Trios 3 | Omnica | -6,8 | $p < 0.001$ | Rejeita H_0 |
| | CS 3600 | -1,9 | $p = 0.104$ | Não Rejeita H_0 |
| Omnica | Trios3 | 6,8 | $p < 0.001$ | Rejeita H_0 |
| | CS 3600 | 4,8 | $p < 0.001$ | Rejeita H_0 |
| CS 3600 | Trios3 | 1,9 | $p = 0.104$ | Não Rejeita H_0 |
| | Omnica | -4,8 | $p < 0.001$ | Rejeita H_0 |

A análise de comparações múltiplas evidencia diferenças estatisticamente significativas entre os *scanners* Trios 3 e Omnicam ($p < 0.001$; Mean Difference: -6,8) e também entre os s CS 3600 e Omnicam ($p < 0.001$; Mean Difference: -4,8).

Tabela 8 – Teste de hipótese para precisão quanto ao tipo de *scanner*.

| | Teste de Normalidade | Decisão | Teste estatístico | Decisão | Mean Rank |
|----------|-------------------------------------|---|--|---|---------------------|
| Precisão | Trios 3 SW(32)=0.793, p<0.001 | Rejeita-se a hipótese nula de normalidade | Kruskal-Wallis $X^2_{KW}(2)=66.886,$ p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | 3Shape 44.02 |
| | Omnica SW(32)=0.687, p<0.001 | | | | Omnica 22.55 |
| | CS 3600 SW(32)=0.982, p=0.851 | | | | Carestream 78.94 |

A tabela 8 ilustra os resultados do teste Kruskal-Wallis para K amostras independentes ($p < 0.001$ em dois dos grupos). O resultado do teste mostra que existem diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$), pelo que se justifica a realização de testes post-hoc de Mann-Whitney para comparações múltiplas.

Tabela 9 – Teste de hipótese para precisão Trios 3 vs Omnicam.

| | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do Efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|----------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Precisão | Mann-Whitney U=170.50 , p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Trios 3 43.17 Omnicam 21.83 | r= -0.57 (a dimensão do efeito é elevada) |

A comparação direta entre estes os *scanners* Trios 3 e Omnicam apresenta diferenças estatisticamente significativas em relação à precisão. O Omnicam é mais preciso (Mean Rank: 21.83 e p<0.001) e a dimensão do efeito elevada (r=-0.57).

Tabela 10 – Teste de hipótese para precisão Trios 3 vs CS 3600.

| | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do Efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|----------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Precisão | Mann-Whitney U=27.000, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Trios3 17.34 CS 3600 47.66 | r= -0.815 (a dimensão do efeito é elevada) |

A comparação direta entre estes os *scanners* Trios 3 e CS 3600 evidencia diferenças estatisticamente significativas em relação à precisão. O Trios 3 foi mais preciso (Mean Ranks 17.34 e p<0.001) com uma dimensão do efeito elevada (r=-0.815).

Tabela 11 – Teste de hipótese para precisão Omnicam vs CS 3600.

| | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do Efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|----------|------------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Precisão | Mann-Whitney U=23.0, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Omnicam 17.22 CS 3600 47.78 | r= -0.82 (a dimensão do efeito é elevada) |

A comparação direta entre estes dois *scanners* indica diferença estatisticamente significativa em relação à precisão. O Omnicam é mais preciso (Mean Ranks 17.22 e p<0.001) e a dimensão do efeito elevada (r=-0.82).

Na tabela 12, apresentam-se os valores da média, desvio padrão, erro padrão da média e intervalo de confiança (95%) quanto à fidelidade e precisão, quando as variáveis independentes tipo de *scanner* e direção de digitalização foram combinadas.

Tabela 12 – Estatística descritiva da fidelidade e precisão quanto às interações das variáveis e direção de digitalização.

| | | Fidelidade | Precisão |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Trios 3 _contínua (n=16) | Média | 51.93 | 12.94 |
| | Desvio padrão | 2.61 | 2.26 |
| | Erro padrão da média | 0.65 | 0.57 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]50.54 ; 53.31[|]11.74; 14.15[|
| Trios 3 _segmentada (n=16) | Média | 49.28 | 10.46 |
| | Desvio padrão | 1.98 | 0.68 |
| | Erro padrão da média | 0.49 | 0.17 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]48.22 ; 50.33[|]10.09 ; 10.82[|
| Omnicam _contínua (n=16) | Média | 56.26 | 9.6 |
| | Desvio padrão | 3.98 | 0.96 |
| | Erro padrão da média | 0.99 | 0.24 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]54.13 ; 58.38[|]9.12 ; 10.14[|
| Omnicam _Segmentada (n=16) | Média | 58.64 | 10.55 |
| | Desvio padrão | 5.04 | 3.01 |
| | Erro padrão da média | 1.26 | 0.75 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]55.95 ; 61.32[|]8.94 ; 12.15[|
| CS 3600 _contínua (n=16) | Média | 50.96 | 19.03 |
| | Desvio padrão | 4.47 | 1.74 |
| | Erro padrão da média | 1.12 | 0.44 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]48.58 ; 53.34[|]19.03 ; 20.89[|
| CS 3600 _segmentada (n=16) | Média | 54.18 | 17.01 |
| | Desvio padrão | 4.39 | 2.11 |
| | Erro padrão da média | 1.09 | 0.53 |
| | Intervalo de confiança (95%) |]51.84 ; 56.52[|]15.88 ; 18.14[|

De forma a avaliar a influência da técnica em relação ao tipo de *scanner* no que diz respeito à fidelidade, foi realizado um teste ANOVA two-way, visto que a normalidade e a homogeneidade das variâncias foi assumida para todos os grupos ($F(5) = 1,091, p = 0,371$).

Tabela 13 – Teste de hipótese para fidelidade quanto ao tipo de *scanner* e direção de digitalização.

| Tests of Between-Subjects Effects | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Dependent Variable: fidelidade | | | | | | | | |
| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^b |
| Corrected Model | .001 ^a | 5 | .000 | 12.895 | .000 | .417 | 64.474 | 1.000 |
| Intercept | .275 | 1 | .275 | 18107.094 | .000 | .995 | 18107.094 | 1.000 |
| tipo_scanner | .001 | 2 | .000 | 26.158 | .000 | .368 | 52.316 | 1.000 |
| tecnica_digitalizacao | 2.331E-005 | 1 | 2.331E-005 | 1.534 | .219 | .017 | 1.534 | .232 |
| tipo_scanner * tecnica_digitalizacao | .000 | 2 | 8.072E-005 | 5.312 | .007 | .106 | 10.624 | .826 |
| Error | .001 | 90 | 1.520E-005 | | | | | |
| Total | .278 | 96 | | | | | | |
| Corrected Total | .002 | 95 | | | | | | |

a. R Squared = .417 (Adjusted R Squared = .385)

b. Computed using alpha =

A análise da tabela 13 permitiu avaliar que a direção de digitalização tem influência no resultado do tipo de *scanner*.

Pode afirmar-se que existe interação significativa entre o fator técnica de digitalização e o fator tipo de *scanner* ($p=0.007$) ou seja, que o fator tipo de *scanner* influenciou a resposta da variável dependente (fidelidade) ao fator direção de digitalização. A última coluna do quadro apresenta a potência do teste.

Tabela 14 – Comparações múltiplas quanto à interação direção de digitalização e tipo de *scanner* em relação à fidelidade.

| (I) variavel_combinada | (J) variavel_combinada | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |
|------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|
| | | | | | Lower Bound |
| Trios 3_contínua | Trios 3_segmentada | .002650 | .001378 | .596 | -.00204 |
| | Omnicam_contínua | -.004330 | .001378 | .090 | -.00902 |
| | Omnicam_segmentada | -.006713* | .001378 | .001 | -.01140 |
| | Carestream_contínua | .000968 | .001378 | .992 | -.00372 |
| | Carestream_segmentada | -.002256 | .001378 | .749 | -.00695 |
| Trios 3_segmentada | Trios 3_contínua | -.002650 | .001378 | .596 | -.00734 |
| | Omnicam_contínua | -.006980* | .001378 | .000 | -.01167 |
| | Omnicam_segmentada | -.009363* | .001378 | .000 | -.01405 |
| | Carestream_contínua | -.001682 | .001378 | .913 | -.00637 |
| | Carestream_segmentada | -.004906* | .001378 | .034 | -.00960 |
| Omnicam_contínua | Trios 3_contínua | .004330 | .001378 | .090 | -.00036 |
| | Trios 3_segmentada | .006980* | .001378 | .000 | .00229 |
| | Omnicam_segmentada | -.002383 | .001378 | .702 | -.00707 |
| | Carestream_contínua | .005298* | .001378 | .016 | .00061 |
| | Carestream_segmentada | .002074 | .001378 | .810 | -.00262 |
| Omnicam_segmentada | Trios 3_contínua | .006713* | .001378 | .001 | .00202 |
| | Trios 3_segmentada | .009363* | .001378 | .000 | .00467 |
| | Omnicam_contínua | .002383 | .001378 | .702 | -.00231 |
| | Carestream_contínua | .007681* | .001378 | .000 | .00299 |
| | Carestream_segmentada | .004456 | .001378 | .074 | -.00023 |
| Carestream_contínua | Trios 3_contínua | -.000968 | .001378 | .992 | -.00566 |
| | Trios 3_segmentada | .001682 | .001378 | .913 | -.00301 |
| | Omnicam_contínua | -.005298* | .001378 | .016 | -.00999 |
| | Omnicam_segmentada | -.007681* | .001378 | .000 | -.01237 |
| | Carestream_segmentada | -.003224 | .001378 | .369 | -.00791 |
| Carestream_segmentada | Trios 3_contínua | .002256 | .001378 | .749 | -.00243 |
| | Trios 3_segmentada | .004906* | .001378 | .034 | .00022 |
| | Omnicam_contínua | -.002074 | .001378 | .810 | -.00676 |
| | Omnicam_segmentada | -.004456 | .001378 | .074 | -.00915 |
| | Carestream_contínua | .003224 | .001378 | .369 | -.00147 |

Ao avaliar-se a tabela de comparações múltiplas identifica-se que a estratificação por tipo de *scanner* não é influenciada pela técnica utilizada, isto é, em cada tipo de *scanner* não há diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) quando as técnicas contínua e segmentada são aplicadas para a fidelidade.

Tabela 15- Teste de hipótese para precisão quanto ao tipo de *scanner* e direção de digitalização.

| | Teste de Normalidade | Decisão | Teste estatístico | Decisão | Mean Rank |
|----------|--|---|---|---|-----------|
| Precisão | Trios 3_contínua SW(16)=0.775, p=0.001 | Rejeita-se a hipótese nula de normalidade | Kruskal-Wallis $X^2_{KW}(5)=72.93$ 2, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | 54.09 |
| | Trios 3_segmentada SW(16)=0.894, p=0.065 | | | Há diferenças estatisticamente significativas | 33.94 |
| | Omniam_contínua SW(16)=0.953, p=0.545 | | | Há diferenças estatisticamente significativas | 20.22 |
| | Omniam_segmentada SW(16)=0.718, p<0.001 | | | Há diferenças estatisticamente significativas | 24.88 |
| | CS 3600_contínua SW(16)=0.814, p=0.004 | | | Há diferenças estatisticamente significativas | 85.22 |
| | CS 3600_segmentada SW(16)=0.920, p=0.167 | | | Há diferenças estatisticamente significativas | 72.66 |

De forma a avaliar a influência da técnica de digitalização e o tipo de scanner no que diz respeito à precisão foi realizado o teste de Kruskal-Wallis visto que a hipótese nula de normalidade foi rejeitada em pelo menos um grupo da variável independente ($p<0.05$).

Tabela 16 – Teste de hipótese para precisão Trios 3 contínua vs segmentada.

| | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do Efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|----------|-------------------------------------|---|---|---|
| Precisão | Mann-Whitney U=20.00, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Contínua 23.25 Segmentada 9.75 | r= -0.726 (a dimensão do efeito é elevada) |

Quanto se avalia a precisão em relação a técnica utilizada no *scanner* Trios 3 identificam-se diferenças estatisticamente significativas (p<0.001) e uma dimensão de efeito elevado (r=-0.726) que resulta a favor da técnica segmentada sugerindo que para este tipo de *scanner* a técnica segmentada é mais favorável (Mean Rank:9.75)

Tabela 17 – Teste de hipótese para precisão Omnicam contínua vs segmentada

| | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do Efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|----------|---------------------------------------|---|--|--|
| Precisão | Mann-Whitney U=126.500, p=0.955 | Não há diferenças estatisticamente significativas | Contínua 16.59 Segmentada 16.41 | r= -0.17 (a dimensão do efeito é pequena) |

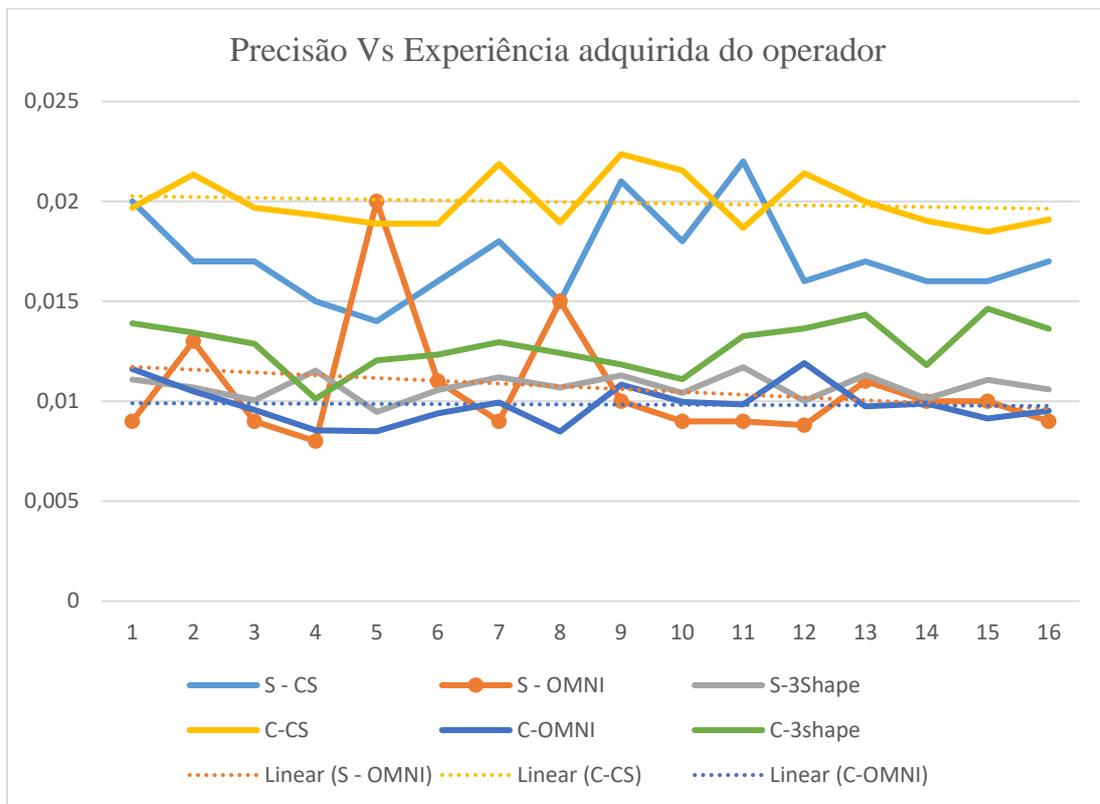
Quando se avalia a precisão em relação a técnica utilizada no *scanner* Omnicam, não foram detetadas diferenças estatisticamente significativas ($p=0.955$) e numa observa-se uma dimensão de efeito pequeno ($r=-0.17$) sugerindo que para este tipo de *scanner* a técnica é indiferente (Mean Rank - Contínua:16.59, Segmentada: 16.41).

Tabela 18 – Teste de hipótese para precisão CS 3600 contínua vs segmentada

| | Teste estatístico | Decisão | Mean Ranks | Dimensão do Efeito $r = \frac{z}{\sqrt{n}}$ |
|----------|--------------------------------------|---|--|---|
| Precisão | Mann-Whitney U=34.000, p<0.001 | Há diferenças estatisticamente significativas | Contínua 22.38 Segmentada 10.63 | $r = -0.63$ (a dimensão do efeito é elevada) |

Quando se avalia a precisão em relação à técnica utilizada no *scanner* CS 3600 identificam-se diferenças estatisticamente significativas ($p<0.001$) e uma dimensão de efeito elevado que resulta a favor da técnica segmentada sugerindo que para este tipo de *scanner* a técnica segmentada, é mais favorável (Mean Rank: 10.63) para obter modelos mais precisos. (segmentada: média- 0.017 e IC95%]0.016; 0.018[e contínua média- 0.019 e IC95%]0.019;

Gráfico 1 –Resultados obtidos pelo operador em cada experiência quanto à precisão.

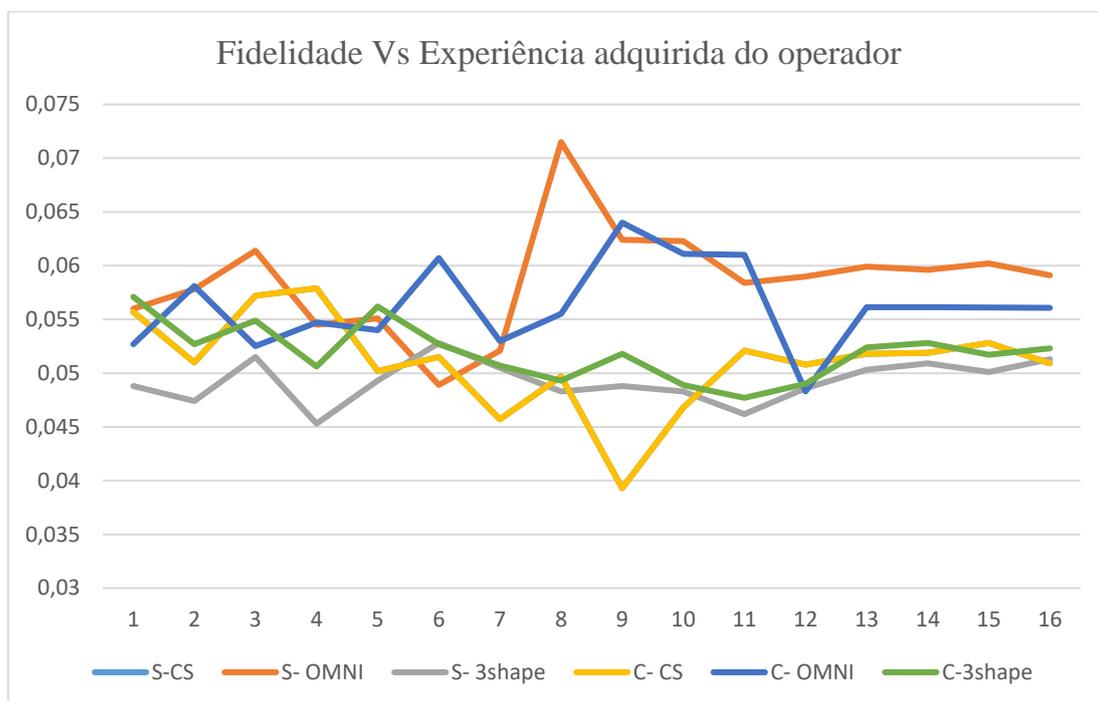


Quando avaliamos o gráfico dos resultados obtidos pelo operador em cada experiência pode observar-se uma linha de estabilidade para o *scanner* Omnicam técnica contínua e melhores valores de precisão.

Observa-se na Omnicam técnica segmentada, que iniciou precisa e com resultados dispersos que a partir da nona digitalização observa valores mais baixos e estáveis.

Por outro lado, observa-se maior instabilidade na linha de tendência do *scanner* CS 3600 técnica contínua, que apresenta valores de precisão mais elevados.

Gráfico 2 – Resultados obtidos pelo operador em cada experiência quanto à fidelidade.



Ao analisarmos o gráfico dos resultados obtidos pelo operador em cada experiência pode observar-se uma linha de estabilidade para o *scanner* Trios 3 com a técnica segmentada e melhores valores de fidelidade para o CS 3600 técnica contínua.

Entre a sétima e a décima segunda tentativa observa-se grande instabilidade do operador, com excesso para o *scanner* Omnicam com as técnicas segmentada e contínua.

DISCUSSÃO

7. DISCUSSÃO

O momento de transição da Medicina Dentária com a introdução da tecnologia criou uma série de benefícios para os pacientes e para os profissionais que utilizam estes novos recursos (Revilla-León *et al.* 2020). Por outro lado, os desafios surgem constantemente e o conhecimento por detrás das novas tecnologias é fundamental para que as decisões sejam tomadas adequadamente.

As limitações dos materiais elastoméricos e das técnicas de impressão são muito estudadas para justificar a necessidade de renovação dos materiais e também das técnicas de impressão (Carrotte *et al.* 1993). A sensibilidade da técnica, o desconforto do paciente, as alterações dimensionais por contração após polimerização, distorção da moldeira, expansão do gesso e alterações causadas por agentes desinfetantes podem ser considerados como os pontos deficientes (ADA nº 19, 1977; Millstein, 1992; Samet *et al.* 2005; Amin *et al.* 2009; Christensen *et al.*, 2009; Chen & Anusavice 2012). Ainda assim, esta combinação tem sido bem-sucedida por um longo período (Ragain *et al.* 2000).

Considera-se que além destes problemas supracitados, dois acontecimentos levaram a um aumento do uso da tecnologia digital na medicina dentária: curiosidade por novidades e o aumento da utilização do digital na formação de base nas Universidades (Renne *et al.*, 2017).

Além disso, as implicações clínicas do uso dos *scanners* intraorais são muito relevantes. De acordo com Renne *et al.* (2017), os *scanners* intraorais são extremamente fiéis e precisos. No entanto, cada *scanner* possui pontos fortes e fracos que devem ser considerados, pois nenhum equipamento provou, ainda, ter a melhor combinação de precisão, fidelidade e rapidez.

Gintaute *et al.* (2020) compararam a precisão do registo maxilo-mandibular e a oclusão total do arco resultante produzida por três *scanners* intraorais *in vitro*, e verificaram que oclusões posteriores revelaram menor precisão para todos os *scanners* do que os registos em áreas anteriores. Outros fatores externos também afetaram a veracidade e a precisão dos *scanners* intraorais, como a iluminação e a temperatura da cor (Kihara *et al.*, 2020) e também diferentes preparações de cavidades estreitas e profundas (Park *et al.*, 2020).

A principal característica de um *scanner* deve ser a exatidão definida pela conjunção ou soma de dois fatores: precisão e fidelidade, de acordo com a norma ISO 5725-1 (Ting-Shu *et al.*, 2015; Zimmermann *et al.*, 2015; Martin *et al.*, 2015; Aragón *et al.*, 2016; Goracci *et al.*, 2016; Chochlidakis *et al.*, 2016; Imburgia *et al.*, 2017; Ahlholm *et al.*, 2018). A precisão descreve a proximidade entre as medidas repetidas. Portanto, um *scanner* com maior precisão correlaciona-se com uma digitalização mais repetível e consistente. Assim, um *scanner* com alta fidelidade indica que fornece um resultado próximo ou igual às dimensões reais do objeto que está a ser digitalizado. Idealmente, um SIO

deve ter fidelidade que seria a capacidade de digitalizar a realidade o mais próximo possível (Ender & Mehl 2013).

Outros fatores são importantes para avaliar a qualidade do processo de digitalização, tal como o substrato deve ser considerado. Assim, Dutton *et al.* (2020) verificaram que o tipo de substrato afeta a fidelidade e a precisão de uma digitalização. Os *scanners* de triangulação ativos são mais sensíveis às diferenças de substrato do que suas contrapartes confocais paralelas. Alguns *scanners* digitalizam certos substratos melhor, mas em geral a nova geração de *scanners* supera a antiga, em todos os substratos.

De forma a contribuir e fundamentar as decisões clínicas e laboratoriais, este trabalho avaliou a exatidão por meio da precisão (reprodutibilidade) e da fidelidade entre dois métodos de impressão - digital *vs* convencional e a influência da direção de digitalização, do tipo de *scanner* e da experiência adquirida pelo operador. As variáveis independentes não são influenciadas por outras variáveis, mas podem influenciar na exatidão dos métodos de impressão. Tal avaliação gerou hipóteses nulas e hipóteses alternativas, sendo a exatidão influenciada pelas variáveis testadas.

De acordo com as variáveis independentes e as suas possíveis combinações: métodos de impressão, direção de digitalização, tipo de *scanner* analisaremos e discutiremos os resultados.

7.1 Variável independente métodos de impressão (digital e convencional) e dependente precisão

O resultado do teste estatístico apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.05$). Isto demonstra que a hipótese nula apresenta uma reduzida probabilidade de ser verdadeira. Isto é, o teste estatístico mostrou que as diferenças encontradas são superiores àquelas que seriam esperadas encontrar ao acaso visto que a dimensão do efeito ($r = -0.75$) é elevada na comparação entre os dois grupos (significância prática). É seguro afirmar que a significância prática deve ser considerada, lembrando que quanto menor o valor absoluto da medição da precisão, melhor o resultado. Assim, é possível afirmar que o método digital (*mean rank* 48.50) foi mais preciso que o método convencional (*mean rank* 112.50). De facto, quando se observa a estatística descritiva é possível notar as diferenças da média dos dois grupos (Convencional: 59.89; Digital: 13.42).

De acordo com Christensen (2009), o que justificaria a substituição da impressão convencional e do modelo de gesso seria a qualidade final da impressão digital possuir, no mínimo, o mesmo nível qualitativo da exatidão das técnicas convencionais.

Mangano *et al.* (2017) realizaram uma revisão da literatura e afirmam que até ao momento a digitalização de restaurações unitárias e múltiplas até 4-5 elementos são comparáveis favoravelmente ao método convencional quanto à precisão. Para impressões em dentes unitários vários estudos consideraram que

o método digital foi semelhante ao método convencional de impressões com polivinilsiloxano e poliéter (Yang *et al.*, 2015; Rudolph *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2017). Entretanto, à medida que a extensão da área a ser digitalizada aumenta, a distorção pode aumentar diretamente proporcional (Ender *et al.*, 2013; Ender *et al.*, 2015; Ender *et al.*, 2016; Jeong *et al.*, 2016; Carbajal *et al.*, 2017).

Muito estudos estão de acordo com os nossos resultados onde o método digital superou os resultados de precisão em relação ao convencional (Lee *et al.*, 2016; Ender *et al.*, 2016; Marghalani *et al.*, 2018; Sim *et al.*, 2018).

7.2 Variável independente métodos de impressão (digital e convencional) e dependente fidelidade

No que diz respeito à fidelidade no método de impressão (convencional e digital) o resultado não apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) e a dimensão do efeito foi média ($d = 0.298$). Isto significa que a hipótese nula não deve ser rejeitada. No entanto, existem algumas limitações neste resultado que devem ser consideradas. As amostras dos dois grupos apresentaram uma discrepância na sua dimensão (MC $n = 32$ e MD $n = 96$) (Figura 22).

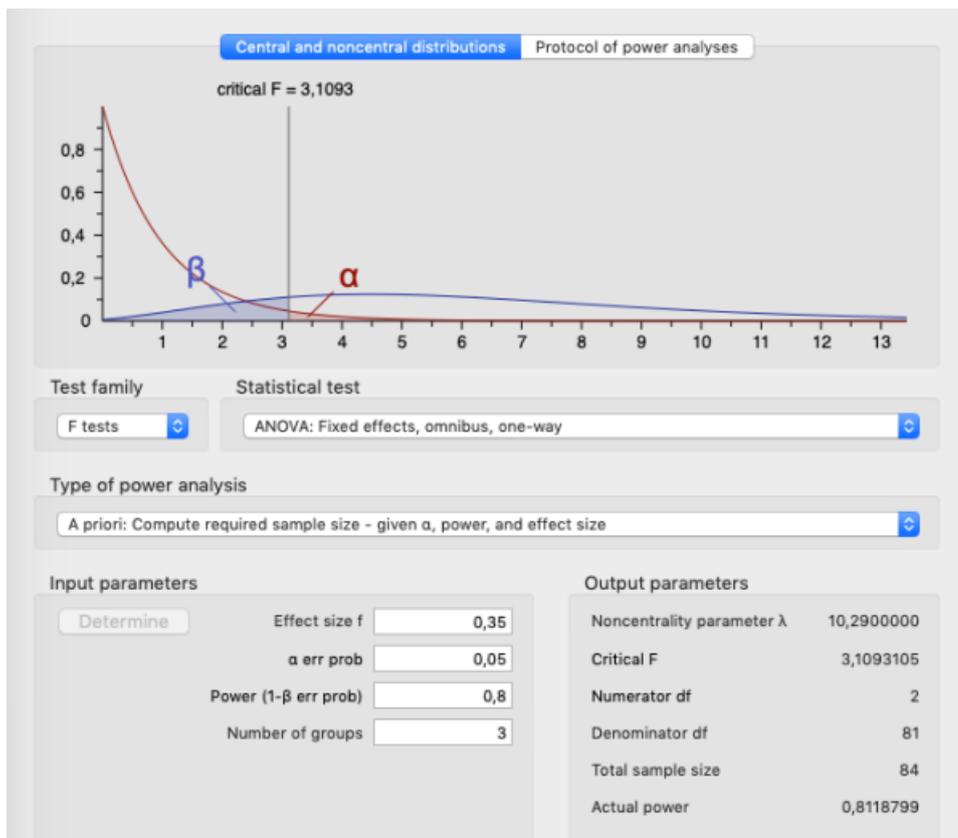


Figura 22 – Cálculo da amostra *A priori* (software G-Power 3.1 – Erdfelder et al., 2009). Power (0,8), tamanho do efeito (0,35) e valor de alfa (0,05)

Tendo em conta que este fator possa ser uma limitação poderia até ser recomendada a repetição desta análise com os dois grupos com dimensão similar.

Em contraponto aos nossos resultados, Ali *et al.* (2015), Güth *et al.* (2017), Nagy *et al.*, (2020) e Zarone *et al.*, (2020) encontraram nos seus estudos maior fidelidade em modelos gerados por digitalização em relação a impressões convencionais até 3-4 elementos com poliéteres. Pode realçar-se que neste estudo foi utilizado polivinilsiloxano.

Ali (2015) refere que a digitalização de restaurações unitárias é favorável ao método convencional quanto à fidelidade. Para impressões em dentes unitários, vários estudos consideraram que o método digital foi semelhante ao método convencional de impressões com polivinilsiloxano e poliéter (Yang *et al.*, 2015; Rudolph *et al.*, 2016, Mangano *et al.*, 2017).

Outros autores verificaram diferenças nos valores numéricos para a fidelidade à medida que a largura e extensão da arcada dentária digitalizada aumentava, de modo que quanto maior a extensão menor a fidelidade (Mehl *et al.*, 2009; Ender *et al.*, 2013; Ender *et al.*, 2015).

É importante referir que o método digital, quando a curva de aprendizagem está completa, possui a vantagem de envolver menos etapas, o que torna o processo mais simples e assim, diminui o risco de erros (Watanabe-Kanno *et al.*, 2009; Anh *et al.*, 2016). Em casos complexos torna o procedimento mais fácil diminuindo o risco de repetição. Se necessário, a repetição não se torna

um problema pois o método digital permite refazer apenas a parte defeituosa (Zimmermann *et al.*, 2015; Goracci *et al.*, 2016).

Outra questão relevante é a preferência dos pacientes por esta técnica em relação à convencional. Yuzbasioglu *et al.* (2014) realizaram um estudo com 24 pacientes e obtiveram 100% de respostas favoráveis à digitalização.

Além disso o digital permite a obtenção de modelos virtuais, o que facilita o armazenamento e a manipulação dos dados obtidos (Al Mortadi *et al.*, 2012; Anh *et al.*, 2016).

Portanto, considerando estas vantagens que facilitam a rotina do médico dentista e do técnico de prótese dentária, comparar as duas técnicas, tendo em vista que a impressão convencional é consagrada pelo tempo de uso e obtenção de resultados satisfatórios, é um importante instrumento no sentido de ampliar a utilização, baseado na precisão e fidelidade dos modelos obtidos (Al Mortadi *et al.*, 2012; Lim *et al.* 2017; Renne *et al.*, 2017; Chun *et al.*, 2017; Sottomayor *et al.*, 2018).

7.3 Variável independente direção de digitalização (contínua e segmentada) e dependentes precisão e fidelidade.

Em relação à direção de digitalização, contínua e segmentada, o trabalho não encontrou diferenças estatisticamente significativas e a dimensão do efeito foi pequena. Como tal a hipótese nula deve ser retida e, portanto, não rejeitada.

Porém, quando à variável direção de digitalização combinada com o tipo de *scanner*, pode observar-se que os valores médios não apresentaram diferença estatisticamente significante, confirmando a hipótese nula. Este resultado não está de acordo com o que foi observado por Anh *et al.* (2016), que concluíram haver influência da direção de digitalização na precisão de imagens 3D, sendo todos os resultados clinicamente aceitáveis. O facto de os autores terem utilizado modelos com diferentes graus de apinhamento pode justificar esta diferença.

Por outro lado, o estudo de Sottomayor *et al.* (2018) corrobora o presente estudo. Os autores avaliaram quatro diferentes tipos de estratégia de digitalização e obtiveram resultados estatisticamente iguais para três *scanners* avaliados. Apenas um *scanner* (iTero) mostrou influência no resultado pela direção de digitalização.

7.4 Variável independente tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600) e dependentes precisão e fidelidade.

O presente estudo valeu-se de metodologia estatística, cuidadosamente selecionada, para evidenciar as diferenças entre modelos, no que se refere ao critério precisão.

Os *scanners* Trios 3 da empresa 3Shape, e Omnicam da Dentsply-Sirona produziram imagens digitais confrontadas entre si; desta feita, os dados foram importados ao teste de Kruskal – Wallis, para amostras independentes (tabela 9). Como a variação estatística foi representativa, seguiu-se o teste Post – Hoc, para comparações múltiplas que ratificou a superioridade do equipamento Omnicam. Apesar das diferenças entre os *scanners*, cumpre informar que, no âmbito da clínica, não produzem efeito para o resultado do tratamento.

De acordo com o teste "hipótese para precisão: Trios 3 versus CS 3600" (tabela 10), há variação estatisticamente significativa entre os modelos obtidos, não obstante as condições de aquisição de imagem com os *scanners* intraorais permanecerem inalteradas (paciente colaborativo, similaridade tecnológica entre equipamentos, sensibilidade da técnica executada). Neste contexto, o *scanner* da Trios 3 apresentou maior precisão relativamente ao CS 3600.

Já no teste de comparação entre Omnicam e CS 3600 (tabela 11), para medir a "precisão", o primeiro revelou-se superior ao concorrente, ainda que estas diferenças se concentrem no campo estatístico. Verificou-se uma baixa relevância clínica no que diz respeito à adaptação de restaurações frente à alta

sensibilidade dos testes de desvio padrão ($p < 0,001$), em que a estatística descritiva apresenta diferença na casa das milésimas.

Ender *et al.* (2016), entretanto, não encontraram semelhanças com os estudos anteriores quanto à precisão. Na sua pesquisa os modelos de hemiarcada e arcada total obtidos por *scanners* de diversas marcas em comparação com a técnica de convencional (cinco materiais elastoméricos), constataram que os valores de precisão dos digitais foram superiores aos convencionais, no caso de áreas menores, sendo esta conclusão inversamente proporcional para áreas maiores.

Em oposição a Ender e colaboradores, Mangano *et al.* (2019), ao elegerem cinco modelos de *scanners* como ferramentas alternativas aos materiais de impressão para reabilitações com implantes, totais e parciais, demonstraram que as distorções encontradas não são relevantes à estabilidade e longevidade dos tratamentos, desde que a escolha de determinado *scanner* esteja em consonância com sua indicação clínica.

Neste estudo, pôde atestar-se a fidelidade dos modelos digitais relativamente às matrizes, em boca. As discrepâncias entre os *scanners* de escolha, Trios 3 - 3Shape, Omnicam - Dentsply Sirona e CS 3600 - Carestream, estão relacionadas com as evidências apresentadas pelos testes de aferição da fidelidade ao modelo de referência - MR. De acordo com o teste ANOVA one-way para amostras independentes, houve desvio padrão representativo, que justificou a adoção de teste Post - Hoc para comparações múltiplas, o qual, por sua vez, confirmou esta diferença estatística significativa.

7.5 Variável independente experiência adquirida do operador e dependente exatidão (precisão e fidelidade).

Com o aparecimento de novas tecnologias capazes de reproduzir detalhes de estruturas complexas em menor tempo e com alta precisão, as empresas destes equipamentos elaboraram versões compactas adequadas às necessidades da medicina dentária. Motivados pelo desejo de tornar mais célere a resolução dos casos clínicos, de aperfeiçoar a técnica de trabalho e proporcionar maior conforto ao paciente, inúmeros profissionais procuraram aprender para manipular precisamente estas ferramentas (Joda *et al.*, 2017, Chiu *et al.*, 2020).

De acordo com os dados recolhidos e resultados obtidos, não tendo sido possível fazer uma estatística analítica nem inferências sobre as hipóteses levantadas. No entanto, entendeu-se discutir alguns dos resultados obtidos, em função do pouco conhecimento sobre esta temática que se encontra na literatura.

Chochlidaskis *et al.* (2016) e Mangano *et al.* (2017), ressaltaram nos trabalhos a inerência da curva de aprendizagem ao processo adaptativo dos profissionais médicos-dentistas à nova tecnologia. Entretanto, nota-se que a versatilidade, a alta reprodutibilidade e a simplicidade da técnica de execução, servindo o propósito destas ferramentas, acabam por suplantam a variável “operador”, como pôde observar-se neste estudo ao aferir o resultado obtido com alguns dos *scanners*, como o Trios 3 e CS 3600.

Lee & Gallucci (2013) descreveram, em consonância com o que se afirmou previamente, que o nível de dificuldade enfrentado pelos alunos de graduação no uso de *scanners* intraorais foi sensivelmente menor, comparado à técnica de

impressão tradicional. Tal constatação deve encorajar a comunidade acadêmica, dedicada à formação de médicos dentistas, a implementar o uso dos *scanners* intraorais em substituição às técnicas convencionais, quando for possível, tendo em vista a imparável evolução dos métodos de trabalho como resultante da alta competitividade imposta pelos novos mercados, da escassez de tempo e da elevada expectativa dos pacientes.

Lim *et al.* (2017) investigaram o efeito da curva de aprendizagem na fidelidade de digitalizações de arcos completos e encontraram que os médicos dentistas com pouca experiência na utilização destes equipamentos (3:5 anos) apresentaram resultados congruentes ao de profissionais experientes (acima de 6 anos).

Em concordância com Kim *et al.* (2016) e Lim *et al.* (2017), que também notaram diferença significativa na exatidão de modelos obtidos pela técnica digital, nos casos em que os profissionais menos experientes utilizaram esta tecnologia.

Para que toda a comunidade formada por médicos dentistas, protésicos e pacientes possa usufruir dos atributos desses aparelhos, é obrigatório que encontrem a aceitação, não obstante a técnica convencional de geração dos modelos de estudo e trabalho tenha sua inexorável importância, especialmente quando for inviável a utilização das tecnologias propostas (Mangano *et al.*, 2020; Zarone *et al.*, 2020).

CONCLUSÕES

8. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode concluir-se que:

1 – Existem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de impressão digital e convencional quanto à precisão, sendo o método digital o mais preciso.

2 – Não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de impressão digital e convencional quanto à fidelidade.

3 e 4 - Não houve diferenças estatisticamente significativas entre a técnica contínua e segmentada quanto à precisão e fidelidade.

5 – Houve diferenças estatisticamente significativas no tipo *scanner* quanto à precisão, sendo o Omnicam o mais preciso, seguido da Trios 3 e CS 3600.

6 – Houve diferenças estatisticamente significativas no tipo de *scanner* quanto à fidelidade, sendo o Trios 3 o mais fiel, seguido do CS 3600 e Omnicam.

Dentro das limitações deste estudo, podemos concluir que o método de impressão digital foi o método mais favorável em relação à precisão. Em termos de fidelidade não houve diferenças significativas. O Trios 3 mostrou ser o *scanner* mais fiel e a direção da digitalização não influenciou na precisão dos modelos finais.

SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

9. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Este estudo, *in vitro*, possui algumas limitações. Em primeiro lugar, embora os *scanners* intraorais de última geração sejam muito poderosos, o utilizado neste trabalho como referência foi um *scanner* ótico de bancada. Em segundo lugar, a influência de fatores intraorais, incluindo saliva e um espaço limitado de abertura da boca, não foi considerada (Al Mortadi *et al.*, 2012; Anh *et al.*, 2016; Imburgia *et al.*, 2017).

Existem algumas limitações relacionadas com os resultados que devem ser consideradas. A padronização de um método reprodutível precisa de ser desenvolvida para avaliar e comparar vários sistemas de digitalização intraoral parcial e total. Tendo em conta as diferentes versões de *software*, variabilidade de substrato a serem digitalizados e complexas configurações das arcadas dentárias, os resultados devem ser interpretados com cautela, corroborando Renne *et al.* (2017).

Em terceiro lugar, foi apenas usado um modelo parcial para desenvolver uma metodologia simplificada de digitalização em linha reta.

Por fim, os desenvolvimentos das pesquisas dentro da tecnologia estão em constante atualização dos seus *hardwares* e *softwares* implementados pelos fabricantes (Mangano *et al.*, 2020).

Assim, entende-se uma real necessidade de mais estudos relacionados com esta fascinante temática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

Abduo J, Elseyoufi. M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018 Aug 30; 26(3): 101-121.

Abduo J. Accuracy of casts produced from conventional and digital workflows: A qualitative and quantitative analyses. *J Adv Prosthodont*. 2019 Apr;11(2):138-146.

Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont*. 2018 Jan;27(1): 35-41.

Ajioka H, Kihara H, Odaira C, Kobayashi T, Kondo H. Examination of the Position Accuracy of Implant Abutments Reproduced by Intra-Oral Optical Impression. *PLoS One*. 2016 Oct 5;11(10):e0164048.

Al Mortadi N, Eggbeer D, Lewis J, Williams RJ. CAD/CAM applications in the manufacture of dental appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012 Nov;142:727-33.

¹ Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts.

Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [cited 2019 Nov 2019]. U.S. National Library of Medicine; [about 6p.]. Available from: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Ali AO. Accuracy of digital impressions achieved from five different digital impression systems. *Dentistry*. 2015;5(5):1-6.

Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. A clinical comparative study of 3-dimensional accuracy between digital and conventional implant impression techniques. *J Prosthodont*. 2020 Mar;29(3):277.

Amin WM, Al-Ali MH, Al Tarawneh SK, Taha ST, Saleh MW, Ereifij N. The effects of disinfectants on dimensional accuracy and surface quality of impression materials and gypsum casts. *J Clin Med Res*. 2009 Jun;1(2):81-9.

Andriessen FS, Rijkens DR, van der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *J Prosthet Dent*. 2014 Mar;111(3):186-94.

Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod*. 2016 Jan;46(1):3-12.

Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanner compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2016;38(4):429–34.

Atieh MA, Ritter AV, Ko CC, Duqum I. Accuracy evaluation of intraoral optical impressions: A clinical study using a reference appliance. *J Prosthet Dent.* 2017 Sep;118(3):400-405.

Benic GI, Sailer I, Zeltner M, Gütermann JN, Özcan M, Mühlemann S. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: Marginal and internal fit. *J Prosthet Dent.* 2019 Mar;121(3):426-431.

Berrendero S, Salido MP, Ferreiroa A, Valverde A, Pradíes G. Comparative study of all-ceramic crowns obtained from conventional and digital impressions: clinical findings. *Clin Oral Investig.* 2019 Apr;23(4):1745-1751.

Blatz MB, Chiche G, Bahat O, Roblee R, Coachman C, Heymann HO. Evolution of Aesthetic Dentistry. *J Dent Res.* 2019 Nov;98(12):1294-1304.

Boeddinghaus M, Breloer ES, Rehmann P, Wöstmann B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. *Clin Oral Investig.* 2015 Nov;19(8):2027-34.

Borbély J. Intraoral scans for CAD/CAM application. *Stomatology Edu Journal.* 2018 Jan;5(2):110-117.

Braian M, Wennerberg A. Trueness and precision of 5 intraoral scanners for scanning edentulous and dentate complete-arch mandibular casts: A comparative in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2019 Aug;122(2):129-136.e2.

Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow--the comparison of two systems. *Clin Oral Investig.* 2013 Dec;17(9):2119-25.

Carbajal Mejía JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent.* 2017 Sep;118(3):392-399.

Carrotte P, Winstanley R, Green J. A study of the quality of impressions for anterior crowns received at a commercial laboratory. *Br Dent J.* 1993;174: 235-40.

Chambers D. Learning curves: what do dental Students learn from repeated practice of clinical procedures? *J Dent Educ.* 2012 Mar;76(3):291-302.

Chew AA, Esguerra RJ, Teoh KH, Wong KM, Ng SD, Tan KB. Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: Effects of Different Scanners and Implant Level. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017 Jan/Feb;32(1):70-80.

Chen C, Anusavice AJ. Impression materials: Phillips' science of dental materials. 12th ed. St. Louis: Elsevier; 2012:239-42.

Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. *Sensors (Basel)*. 2020 Feb 20;20(4):1157.

Cho SH, Schaefer O, Thompson GA, Guentsch A. Comparison of accuracy reproducibility of casts made by digital and conventional methods. *J Prosthet Dent*. 2015 Apr;113(4):310-5.

Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2016 Aug;116(2):184-190.e12.

Christensen GJ: Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc*. 2009;140:1301-1304.

Chun J, Tahk JH, Chun Y, Park J, Kim M. Analysis on the accuracy of intraoral scanners: The effects of mandibular anterior interdental space. *Applied Sciences*. 2017,7(7):719.

Craddock MR, Windhorn RJ. Is the US Army Dental Corps ready for the digital impression? *US Army Med Dep J*. 2011, Jan-Mar:38-41.

DeLong R, Heinzen M, Hodges JS, Ko CC, Douglas WH. Accuracy of a system for creating 3D computer models of dental arches. *J Dent Res*. 2003 Jun;82(6):438-42.

Dutton E, Ludlow M, Mennito A, Kelly A, Evans Z, Culp A, Kessler R, Renne W. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Mar;32(2):204-218.

Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2016 Mar;115(3):313-20.

Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent*. 2013 Feb;109(2):121-8.

Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int*. 2015 Jan;46(1):9-17.

Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig*. 2016 Sep;20(7):1495-504.

Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Sep;144(3):471-8.

Fung L, Brisebois P. Implementing Digital Dentistry into Your Esthetic Dental Practice. *Dent Clin North Am.* 2020 Oct;64(4):645-657.

Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradíes G. Accuracy of a Digital Impression System Based on Active Triangulation Technology with Blue Light for Implants: Effect of Clinically Relevant Parameters. *Implant Dent.* 2015 Oct;24(5):498-504.

Gintaute A, Keeling AJ, Osnes CA, Zitzmann NU, Ferrari M, Joda T. Precision of maxillo-mandibular registration with intraoral scanners in vitro. *J Prosthodont Res.* 2020 Apr;64(2):114-119.

Gjelvold B, Chrcanovic BR, Korduner EK, Collin-Bagewitz I, Kisch J. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. *J Prosthodont.* 2016 Jun;25(4):282-7.

Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral s for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod*. 2015 Aug;38(4):422-8.

Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Nov;146(5):673-82.

Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig*. 2017 Jun;21(5):1445-1455.

Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):92.

International Organization for Standardization. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - Part 1: General principles and definitions (ISO 5725e1:1994). Berlin: Beuth Verlag GmbH; 1997.

International Organization for Standardization. ISO 12836:2012: Dentistry - digitizing devices for CAD/CAM systems for indirect dental restorations: test methods for assessing accuracy. Geneva: ISO; 2015.

Jacob HB, Wyatt GD, Buschang PH. Reliability and validity of intraoral and extraoral scanners. *Prog Orthod.* 2015;16:38.

Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016 Jun;115(6):755-9.

Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Dec;26(12):1430-5.

Joda T, Brägger U. Time-Efficiency Analysis Comparing Digital and Conventional Workflows for Implant Crowns: A Prospective Clinical Crossover Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015 Sep-Oct;30(5):1047-53.

Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Oct;28(10):1318-1323.

Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health.* 2017 Sep 19;17(1):124.

Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2020 Apr;64(2):109-113.

Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2016 Aug;116(2):221-30.

Koch GK, Gallucci GO, Lee SJ. Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. *J Prosthet Dent.* 2016 Jun;115(6):749-54.

Lee JJ, Jeong ID, Park JY, Jeon JH, Kim JH, Kim WC. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *J Prosthet Dent.* 2017 Feb;117(2):253-259.

Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Jun;26(6):715-9.

Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Jan;24(1):111-5.

Lee SJ, Kim SW, Lee JJ, Cheong CW. Comparison of intraoral and extraoral digital scanners: Evaluation of surface topography and precision. *Dent J (Basel)*. 2020 May 20;8(2):52.

Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent*. 2018 Feb;119(2):225-232.

Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017 Dec 12;17(1):149.

Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2020 Sep 22;20(1):263.

Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2019 Jun 6;19(1):101.

Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, Papaspyridakos P. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. *J Prosthet Dent*. 2018 Apr;119(4):574-579.

Marti A, Harris B, Metz M, Morton D, Scarfe W, Metz C, Lin W. Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxane impression techniques by dental Students: instructional efficiency and attitudes towards technology. *Eur J Dent Educ.* 2017 Aug;21(3):200-205.

Martin CB, Chalmers EV, McIntyre GT, Cochrane H, Mossey PA. Orthodontic s: what's available? *J Orthod.* 2015;42(2):136–43.

Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent.* 2009;12(1):11-28.

Mennito AS, Evans ZP, Lauer AW, Patel RB, Ludlow ME, Renne WG. Evaluation of the effect scan pattern has on the trueness and precision of six intraoral digital impression systems. *J Esthet Restor Dent.* 2018 Mar;30(2):113-118.

Millstein P. Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone. *J Oral Rehabil.* 1992;19:239-43.

Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006 Sep;137 Suppl:7S-13S.

Moura RV, Kojima AN, Saraceni CHC, Bassolli L, Balducci I, Özcan M, Mesquita AMM. Evaluation of the Accuracy of Conventional and Digital

Impression Techniques for Implant Restorations. *J Prosthodont.* 2019 Feb;28(2):e530-e535.

Mühlemann S, Benic GI, Fehmer V, Hämmerle CHF, Sailer I. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic posterior fixed partial dentures. Part II: Time efficiency of CAD-CAM versus conventional laboratory procedures. *J Prosthet Dent.* 2019 Feb;121(2):252-257.

Nagy Z, Simon B, Mennito A, Evans Z, Renne W, Vág J. Comparing the trueness of seven intraoral scanners and a physical impression on dentate human maxilla by a novel method. *BMC Oral Health.* 2020 Apr 7;20(1):97.

Nedelcu RG, Persson AS. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent.* 2014 Dec;112(6):1461-71.

Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. *BMC Oral Health.* 2018 Feb 23;18(1):27.

Osnes CA, Wu JH, Venezia P, Ferrari M, Keeling AJ. Full arch precision of six intraoral scanners in vitro. *J Prosthodont Res.* 2020 Jan;64(1):6-11.

Park JM, Kim RJ, Lee KW. Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronal preparations. *J Prosthet Dent.* 2020 Jan;123(1):113-120.

Park JM. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont.* 2016 Oct;8(5):354-362.

Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2014 Jul;18(6):1687-94.

Perakis N, Belser U, Magne P. Final impressions: A review of material properties and description of a current technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004;24:109-17

Persson A, Odén A, Andersson M, Sandborgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater.* 2009 Jul;25:929-36.

Ragain JC, Grosko ML, Raj M, Ryan TN, Johnston WM. Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *Int J Prosthodont.* 2000 May-Jun;13(3):214-20.

Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017 Jul;118(1):36-42.

Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, Krishnamurthy VR. Intraoral digital scans-Part 1: Influence of ambient scanning light conditions on the accuracy (trueness and precision) of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2020 Sep;124(3):372-378.

Revilla-León M, Jiang P, Sadeghpour M, Piedra-Cascón W, Zandinejad A, Özcan M, Krishnamurthy VR. Intraoral digital scans: Part 2-influence of ambient scanning light conditions on the mesh quality of different intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2020 Dec 124(5):575-580.

Revised American Dental Association Specification No. 19 for non-aqueous, elastomeric dental impression materials. *J Am Dent Assoc.* 1977 Apr;94(4):733-41.

Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, Farges JC, Fages M, Ducret M. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng.* 2017;2017:8427595.

Rudolph H, Salmen H, Moldan M, Kuhn K, Sichwardt V, Wöstmann B, Luthardt RG. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. *J Appl Oral Sci.* 2016 Jan-Feb;24(1):85-94.

Sailer I, Benic GI, Fehmer V, Hämmerle CHF, Mühlemann S. Randomized controlled within subject evaluation of digital and conventional workflows for the fabrication of lithium disilicate single crowns. Part II: CAD-CAM versus conventional laboratory procedures. *J Prosthet Dent.* 2017 Jul;118(1):43-48.

Sailer I, Mühlemann S, Fehmer V, Hämmerle CHF, Benic GI. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part I: Time efficiency of complete-arch digital scans versus conventional impressions. *J Prosthet Dent.* 2019 Jan;121(1):69-75.

Sakornwimon N, Leevailoj C. Clinical marginal fit of zirconia crowns and patients' preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material. *J Prosthet Dent.* 2017 Sep;118(3):386-391.

Samet N, Shohat M, Livny A, Weiss E. A clinical evaluation of fixed partial denture impressions. *J Prosthet Dent.* 2005 Aug;94(2):112-7.

Sawase T, Kuroshima S. The current clinical relevancy of intraoral scanners in implant dentistry. *Dent Mater J*. 2020 Jan 31;39(1):57-61.

Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, Cune MS. Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *J Prosthet Dent*. 2015 Sep;114(3):403-6.e1.

Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig*. 2013 Sep;17(7):1759-64.

Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, Gomi H. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. *Dent Mater J*. 2017 Jul 26;36(4):402-407.

Sim JY, Jang Y, Kim WC, Kim HY, Lee DH, Kim JH. Comparing the accuracy (trueness and precision) of models of fixed dental prostheses fabricated by digital and conventional workflows. *J Prosthodont Res*. 2018 Mar 31. pii:S1883-1958(18)30010-0.

SomnoMed®. Trios by 3Shape. How to provide 3Shap TRIOS® intraoral scans for the production of SomnoDent device. 2017. Disponível em:

[https://somnomed.com/wp-content/uploads/sites/25/2017/05/SomnoMed-
IOS-User-Guide-3Shape-TRIOS-0517-comp3.pdf](https://somnomed.com/wp-content/uploads/sites/25/2017/05/SomnoMed-
IOS-User-Guide-3Shape-TRIOS-0517-comp3.pdf). Acesso em: 13 out. 2018.

Sottomayor PM, Moscardo AP, Camps I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral s in complete arch impressions. *J Clin Exp Dent*. 2018; 10(4): e361-366.

Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardó A, Camps I. Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. *PLoS One*. 2018 Sep 13;13(9) :e0202916.

Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc*. 2006 Sep;137(9):1289-96.

Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res*. 2015 Oct;59(4):236-42.

Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J*. 2020 Jan 31;39(1):52-56.

The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent.* 2017 May;117(5S):e1-e105.

Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313–21.

van der Zande MM, Gorter RC, Wismeijer D. Dental practitioners and a digital future: an initial exploration of barriers and incentives to adopting digital technologies. *Br Dent J.* 2013 Dec;215(11):E21.

Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems - An in vitro study. *J Prosthodont Res.* 2017 Apr;61(2):177-184.

Watanabe-Kanno GA, Abrão J, Miasiro Junior H, Sánchez-Ayala A, Lagravère MO. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Cere3 digital models. *Braz Oral Res.* 2009 Jul-Sep;23(3):288-95.

Wettstein F, Sailer I, Roos M, Hämmerle C. Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. *Eur J Oral Sci.* 2008 Jun;116(3):272-9.

Yang X, Lv P, Liu Y, Si W, Feng H. Accuracy of Digital Impressions and Fitness of Single Crowns Based on Digital Impressions. *Materials (Basel)*. 2015 Jun 29;8(7):3945-3957.

Yuzbasioglu E1, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014 Jan 30;14:10.

Zarauz C, Valverde A, Martinez-Rus F, Hassan B, Pradies G. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. *Clin Oral Investig*. 2016 May;20(4):799-806.

Zarone F, Ruggiero G, Ferrari M, Mangano F, Joda T, Sorrentino R. Accuracy of a chairside intraoral scanner compared with a laboratory scanner for the completely edentulous maxilla: An in vitro 3-dimensional comparative analysis. *J Prosthet Dent*. 2020. IN PRESS.

Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems – a current overview. *Int J Comput Dent*. 2015;18(2):101-29.

APÊNDICE A – OUTPUTS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA SPSS

Tabela 1 – Dimensão dos grupos de acordo com o tipo de impressão.

| Case Processing Summary | | | | | | | |
|--------------------------------|----------------|-------|---------|------------------|---------|-------|---------|
| | | Valid | | Cases Missing | | Total | |
| | tipo impressao | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| precisao | convencional | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| | digital | 96 | 100,0% | 0 | 0,0% | 96 | 100,0% |
| fidelidade | convencional | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| | digital | 96 | 100,0% | 0 | 0,0% | 96 | 100,0% |

Tabela 2 – Fidelidade e precisão por tipo de impressão: estatísticas descritivas.

| Descriptives | | | | Statistic | Std. Error |
|---------------------|---------------------|----------------------------------|-------------|-----------|------------|
| tipo impressao | | | | | |
| precisao | convencional | Mean | | 59,8923 | 2,31164 |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 55,1776 | |
| | | | Upper Bound | 64,6069 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 59,0128 | |
| | | Median | | 56,8250 | |
| | | Variance | | 170,998 | |
| | | Std. Deviation | | 13,07664 | |
| | | Minimum | | 44,22 | |
| | | Maximum | | 95,40 | |
| | | Range | | 51,18 | |
| | Interquartile Range | | 21,97 | | |
| | Skewness | | ,820 | ,414 | |
| | Kurtosis | | ,113 | ,809 | |
| | digital | Mean | | 13,4245 | ,43710 |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 12,5568 | |
| | | | Upper Bound | 14,2923 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 13,2232 | |
| | | Median | | 11,4500 | |
| | | Variance | | 18,341 | |
| | | Std. Deviation | | 4,28267 | |
| Minimum | | | 7,70 | | |
| Maximum | | | 24,70 | | |
| Range | | | 17,00 | | |
| Interquartile Range | | 7,15 | | | |
| Skewness | | ,686 | ,246 | | |
| Kurtosis | | -,800 | ,488 | | |
| fidelidade | convencional | Mean | | 49,3747 | 3,38156 |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 42,4779 | |
| | | | Upper Bound | 56,2714 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 49,4487 | |
| | | Median | | 46,1000 | |
| | | Variance | | 365,919 | |
| | | Std. Deviation | | 19,12900 | |
| | | Minimum | | 10,51 | |
| | | Maximum | | 85,70 | |
| | | Range | | 75,19 | |
| | Interquartile Range | | 25,15 | | |
| | Skewness | | ,071 | ,414 | |
| | Kurtosis | | -,143 | ,809 | |
| | digital | Mean | | 53,5384 | ,50735 |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 52,5312 | |
| | | | Upper Bound | 54,5457 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 53,4462 | |
| | | Median | | 52,8000 | |
| | | Variance | | 24,711 | |
| | | Std. Deviation | | 4,97099 | |
| Minimum | | | 39,30 | | |
| Maximum | | | 71,50 | | |
| Range | | | 32,20 | | |
| Interquartile Range | | 5,96 | | | |
| Skewness | | ,475 | ,246 | | |
| Kurtosis | | 1,143 | ,488 | | |

Tabela 3 – Decisão de rejeição ou retenção da hipótese nula de normalidade em todos os grupos das variáveis dependentes (fidelidade e precisão) com os testes de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) e de Shapiro-Wilk ($n \leq$ ou igual 50).

| Tests of Normality | | | | | | | |
|--------------------|----------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | tipo impressao | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| precisao | convencional | ,141 | 32 | ,104 | ,917 | 32 | ,018 |
| | digital | ,188 | 96 | ,000 | ,894 | 96 | ,000 |
| fidelidade | convencional | ,084 | 32 | ,200* | ,972 | 32 | ,564 |
| | digital | ,079 | 96 | ,162 | ,977 | 96 | ,092 |

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 4 – Avaliação da fidelidade e precisão com teste não paramétrico de *Mann Whitney* para duas amostras independentes: tipo de impressão convencional e digital.

| Ranks | | | | |
|------------|----------------|-----|-----------|--------------|
| | tipo impressao | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | convencional | 32 | 112,50 | 3600,00 |
| | digital | 96 | 48,50 | 4656,00 |
| | Total | 128 | | |
| fidelidade | convencional | 32 | 54,39 | 1740,50 |
| | digital | 96 | 67,87 | 6515,50 |
| | Total | 128 | | |

| Test Statistics ^a | | |
|------------------------------|----------|------------|
| | precisao | fidelidade |
| Mann-Whitney U | ,000 | 1212,500 |
| Wilcoxon W | 4656,000 | 1740,500 |
| Z | -8,454 | -1,780 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 | ,075 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 | ,075 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 | ,038 |
| Point Probability | ,000 | ,000 |

a. Grouping Variable: tipo impressao

Tabela 5 – Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) da fidelidade por tipo de impressão (convencional e digital).

| Group Statistics | | | | | |
|------------------|----------------|----|---------|----------------|-----------------|
| | tipo impressao | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| fidelidade | convencional | 32 | 49,3747 | 19,12900 | 3,38156 |
| | digital | 96 | 53,5384 | 4,97099 | ,50735 |

Tabela 6 – Teste de *Levene* para avaliação de homocedasticidade e avaliação da fidelidade com o teste *t*-Student para duas amostras independentes: tipo de impressão convencional e digital.

| Independent Samples Test | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| fidelidade | Equal variances assumed | 77,581 | ,000 | -1,957 | 126 | ,053 | -4,16375 | 2,12778 | -8,37456 | ,04706 |
| | Equal variances not assumed | | | -1,218 | 32,406 | ,232 | -4,16375 | 3,41941 | -11,12544 | 2,79794 |

Tabela 7 – Dimensão dos grupos de acordo com o tipo de *scanner*.

| Case Processing Summary | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-------|---------|---------------|---------|-------|---------|
| | tipo_scanner | Valid | | Cases Missing | | Total | |
| | | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| precisao | Trios 3 | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| | Omnicam | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| | CS 3600 | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| fidelidade | Trios 3 | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| | Omnicam | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |
| | CS 3600 | 32 | 100,0% | 0 | 0,0% | 32 | 100,0% |

Tabela 8 – Fidelidade e precisão por tipo de *scanner*: estatísticas descritivas.

| Descriptives | | | | | | | |
|---------------------|---------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------|--------|
| tipo_scanner | | | | Statistic | Std. Error | | |
| precisao | Trios 3 | Mean | | 11,6997 | ,36616 | | |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 10,9529 | | | |
| | | | Upper Bound | 12,4465 | | | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 11,4817 | | | |
| | | Median | | 11,0000 | | | |
| | | Variance | | 4,290 | | | |
| | | Std. Deviation | | 2,07130 | | | |
| | | Minimum | | 9,00 | | | |
| | | Maximum | | 20,00 | | | |
| | | Range | | 11,00 | | | |
| | | Interquartile Range | | 2,36 | | | |
| | | Skewness | | 2,260 | ,414 | | |
| | | Kurtosis | | 7,406 | ,809 | | |
| | | | Omnicam | Mean | | 10,0880 | ,39679 |
| | | | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 9,2787 | |
| Upper Bound | 10,8972 | | | | | | |
| 5% Trimmed Mean | | | | 9,7832 | | | |
| Median | | | | 9,6135 | | | |
| Variance | | | | 5,038 | | | |
| Std. Deviation | | | | 2,24461 | | | |
| Minimum | | | | 7,70 | | | |
| Maximum | | | | 19,80 | | | |
| Range | | | | 12,10 | | | |
| Interquartile Range | | | | 1,38 | | | |
| Skewness | | | | 3,009 | ,414 | | |
| Kurtosis | | | | 11,310 | ,809 | | |
| | CS3600 | | | Mean | | 18,4859 | ,42838 |
| | | | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 17,6122 | |
| | | Upper Bound | 19,3596 | | | | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 18,4190 | | | |
| | | Median | | 18,5500 | | | |
| | | Variance | | 5,872 | | | |
| | | Std. Deviation | | 2,42326 | | | |
| | | Minimum | | 14,00 | | | |
| | | Maximum | | 24,70 | | | |
| | | Range | | 10,70 | | | |
| | | Interquartile Range | | 3,43 | | | |
| | | Skewness | | ,312 | ,414 | | |
| | | Kurtosis | | ,074 | ,809 | | |

| | | | | | |
|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------|--------|
| fidelidade | Trios 3 | Mean | | 50,6000 | ,46784 |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 49,6458 | |
| | | | Upper Bound | 51,5542 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 50,5333 | |
| | | Median | | 50,5500 | |
| | | Variance | | 7,004 | |
| | | Std. Deviation | | 2,64648 | |
| | | Minimum | | 45,30 | |
| | | Maximum | | 57,10 | |
| | | Range | | 11,80 | |
| | | Interquartile Range | | 3,58 | |
| | | Skewness | | ,438 | ,414 |
| | | Kurtosis | | ,416 | ,809 |
| | | Omnica | Omnica | Mean | |
| 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | | | 55,7774 | |
| | Upper Bound | | | 59,1151 | |
| 5% Trimmed Mean | | | | 57,3174 | |
| Median | | | | 56,9750 | |
| Variance | | | | 21,425 | |
| Std. Deviation | | | | 4,62869 | |
| Minimum | | | | 48,30 | |
| Maximum | | | | 71,50 | |
| Range | | | | 23,20 | |
| Interquartile Range | | | | 6,03 | |
| Skewness | | | | ,541 | ,414 |
| Kurtosis | | | | 1,618 | ,809 |
| CS3600 | CS3600 | | | Mean | |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 50,8914 | |
| | | | Upper Bound | 54,2467 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 52,6767 | |
| | | Median | | 53,0550 | |
| | | Variance | | 21,651 | |
| | | Std. Deviation | | 4,65311 | |
| | | Minimum | | 39,30 | |
| | | Maximum | | 62,10 | |
| | | Range | | 22,80 | |
| | | Interquartile Range | | 4,48 | |
| | | Skewness | | -,465 | ,414 |
| | | Kurtosis | | 1,341 | ,809 |

Tabela 9 – Decisão de rejeição ou retenção da hipótese nula de normalidade em todos os grupos das variáveis dependentes (fidelidade e precisão) com os testes *de Kolmogorov-Smirnov* ($n > 50$) e de *Shapiro-Wilk* ($n < \text{ou igual } 50$).

| Tests of Normality | | | | | | | |
|--------------------|--------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
| | tipo_scanner | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| precisao | Trios 3 | ,195 | 32 | ,003 | ,793 | 32 | ,000 |
| | Omniam | ,266 | 32 | ,000 | ,687 | 32 | ,000 |
| | Cs 3600 | ,092 | 32 | ,200 [*] | ,982 | 32 | ,851 |
| fidelidade | Trios 3 | ,109 | 32 | ,200 [*] | ,974 | 32 | ,617 |
| | Omniam | ,110 | 32 | ,200 [*] | ,964 | 32 | ,342 |
| | Cs 3600 | ,102 | 32 | ,200 [*] | ,971 | 32 | ,539 |

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 10 – Fidelidade por tipo de *scanner*: estatísticas descritivas e intervalo de confiança 95%.

| Descriptives | | | | | | | | |
|--------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| fidelidade | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| Trios 3 | 32 | 50,6000 | 2,64648 | ,46784 | 49,6458 | 51,5542 | 45,30 | 57,10 |
| Omniam | 32 | 57,4463 | 4,62869 | ,81824 | 55,7774 | 59,1151 | 48,30 | 71,50 |
| Cs 3600 | 32 | 52,5691 | 4,65311 | ,82256 | 50,8914 | 54,2467 | 39,30 | 62,10 |
| Total | 96 | 53,5384 | 4,97099 | ,50735 | 52,5312 | 54,5457 | 39,30 | 71,50 |

Tabela 11 - Fidelidade: Teste de *Levene* para avaliação da homocedasticidade.

| Test of Homogeneity of Variances | | | |
|---|-----|-----|------|
| fidelidade | | | |
| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| 3,325 | 2 | 93 | ,040 |

Tabela 12 – Fidelidade: teste omnibus *ANOVA-one-way*.

| ANOVA | | | | | |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| fidelidade | | | | | |
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 795,043 | 2 | 397,522 | 23,813 | ,000 |
| Within Groups | 1552,481 | 93 | 16,693 | | |
| Total | 2347,524 | 95 | | | |

Tabela 13– Dimensão dos grupos.

| Between-Subjects Factors | | | |
|---------------------------------|------|-------------|----|
| | | Value Label | N |
| tipo_scanner | 1,00 | Trios 3 | 32 |
| | 2,00 | Omicam | 32 |
| | 3,00 | Cs 3600 | 32 |

Tabela 14 – Cálculo da dimensão do efeito (Partial Eta Squared) e poder do teste.

| Tests of Between-Subjects Effects | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Dependent Variable: fidelidade | | | | | | | | |
| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^b |
| Corrected Model | 795,043 ^a | 2 | 397,522 | 23,813 | ,000 | ,339 | 47,626 | 1,000 |
| Intercept | 275170,972 | 1 | 275170,972 | 16483,877 | ,000 | ,994 | 16483,877 | 1,000 |
| tipo_scanner | 795,043 | 2 | 397,522 | 23,813 | ,000 | ,339 | 47,626 | 1,000 |
| Error | 1552,481 | 93 | 16,693 | | | | | |
| Total | 277518,496 | 96 | | | | | | |
| Corrected Total | 2347,524 | 95 | | | | | | |

a. R Squared = ,339 (Adjusted R Squared = ,324)
b. Computed using alpha = ,05

Testes *Post Hoc*

Tabela 15 - Fidelidade: testes post-hoc de *Games Howell* para comparações múltiplas entre os diferentes tipos de *scanner*.

| Multiple Comparisons | | | | | | |
|--------------------------------|------------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| Dependent Variable: fidelidade | | | | | | |
| Games-Howell | | | | | | |
| (I) tipo_scanner | (J) tipo_scanner | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Trios 3 | Omicam | -6,84625* | ,94255 | ,000 | -9,1239 | -4,5686 |
| | CS 3600 | -1,96906 | ,94630 | ,104 | -4,2560 | ,3178 |
| Omicam | Trios 3 | 6,84625* | ,94255 | ,000 | 4,5686 | 9,1239 |
| | CS 3600 | 4,87719* | 1,16023 | ,000 | 2,0912 | 7,6632 |
| CS 3600 | Trios 3 | 1,96906 | ,94630 | ,104 | -,3178 | 4,2560 |
| | Omicam | -4,87719* | 1,16023 | ,000 | -7,6632 | -2,0912 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tabela 16- Precisão: teste não paramétrico de *Kruskal Wallis* para 3 amostras independentes (tipo de *scanner*).

| Ranks | | | |
|--------------|--------------|----|-----------|
| | tipo_scanner | N | Mean Rank |
| precisao | Trios 3 | 32 | 44,02 |
| | OmnicaM | 32 | 22,55 |
| | CS 3600 | 32 | 78,94 |
| | Total | 96 | |

| Test Statistics^{a,b} | |
|--------------------------------------|----------|
| | precisao |
| Chi-Square | 66,886 |
| df | 2 |
| Asymp. Sig. | ,000 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping
Variable:
tipo_scanner

Tabela 17 - Precisão: comparações multiplas com o teste de *Mann-Whitney* (tipo de scanner).

| Ranks | | | | |
|--------------|--------------|----|-----------|--------------|
| | tipo_scanner | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | Trios 3 | 32 | 43,17 | 1381,50 |
| | OmnicaM | 32 | 21,83 | 698,50 |
| | Total | 64 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|----------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 170,500 |
| Wilcoxon W | 698,500 |
| Z | -4,594 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
tipo_scanner

Tabela 18 - Precisão: comparações múltiplas com o teste de *Mann-Whitney* (tipo de scanner).

| Ranks | | | | |
|--------------|--------------|----|-----------|--------------|
| | tipo_scanner | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | Trios 3 | 32 | 17,34 | 555,00 |
| | CS 3600 | 32 | 47,66 | 1525,00 |
| | Total | 64 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|----------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 27,000 |
| Wilcoxon W | 555,000 |
| Z | -6,520 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
tipo_scanner

Tabela 19 - Precisão: comparações múltiplas com o teste de *Mann-Whitney* (tipo de scanner).

| Ranks | | | | |
|--------------|--------------|----|-----------|--------------|
| | tipo_scanner | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | Omicam | 32 | 17,22 | 551,00 |
| | CS 3600 | 32 | 47,78 | 1529,00 |
| | Total | 64 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|----------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 23,000 |
| Wilcoxon W | 551,000 |
| Z | -6,567 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
tipo_scanner

Tabela 20 – Dimensão dos grupos de acordo com a direção de digitalização.

| Case Processing Summary | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------|---------|---------------|---------|-------|---------|
| | | Valid | | Cases Missing | | Total | |
| | direcao_digitalizacao | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| precisao | continua | 48 | 100,0% | 0 | 0,0% | 48 | 100,0% |
| | segmentada | 48 | 100,0% | 0 | 0,0% | 48 | 100,0% |
| fidelidade | continua | 48 | 100,0% | 0 | 0,0% | 48 | 100,0% |
| | segmentada | 48 | 100,0% | 0 | 0,0% | 48 | 100,0% |

Tabela 21 – Fidelidade e precisão por tipo de *scanner*: estatísticas descritivas.

| Descriptives | | | | | | | |
|-----------------------|----------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------|--------|
| direcao_digitalizacao | | | Statistic | Std. Error | | | |
| precisao | continua | Mean | | 14,1783 | ,67450 | | |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 12,8214 | | | |
| | | | Upper Bound | 15,5353 | | | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 14,0143 | | | |
| | | Median | | 12,4000 | | | |
| | | Variance | | 21,838 | | | |
| | | Std. Deviation | | 4,67308 | | | |
| | | Minimum | | 8,00 | | | |
| | | Maximum | | 24,70 | | | |
| | | Range | | 16,70 | | | |
| | | Interquartile Range | | 8,82 | | | |
| | | Skewness | | ,502 | ,343 | | |
| | | Kurtosis | | -1,153 | ,674 | | |
| | | | segmentada | Mean | | 12,6707 | ,54149 |
| | | | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 11,5814 | |
| Upper Bound | 13,7601 | | | | | | |
| 5% Trimmed Mean | | | | 12,4550 | | | |
| Median | | | | 11,0000 | | | |
| Variance | | | | 14,074 | | | |
| Std. Deviation | | | | 3,75158 | | | |
| Minimum | | | | 7,70 | | | |
| Maximum | | | | 21,60 | | | |
| Range | | | | 13,90 | | | |
| Interquartile Range | | | | 6,00 | | | |
| Skewness | | | | ,789 | ,343 | | |
| Kurtosis | | | | -,587 | ,674 | | |

| | | | | | | | |
|---------------------|----------|----------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|---------|--------|
| fidelidade | continua | Mean | | 53,0456 | ,62947 | | |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 51,7793 | | | |
| | | | Upper Bound | 54,3120 | | | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 53,0780 | | | |
| | | Median | | 52,6000 | | | |
| | | Variance | | 19,019 | | | |
| | | Std. Deviation | | 4,36111 | | | |
| | | Minimum | | 39,30 | | | |
| | | Maximum | | 64,00 | | | |
| | | Range | | 24,70 | | | |
| | | Interquartile Range | | 5,38 | | | |
| | | Skewness | | -,122 | ,343 | | |
| | | Kurtosis | | 1,539 | ,674 | | |
| | | segmentada | | Mean | | 54,0313 | ,79624 |
| | | | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 52,4294 | |
| Upper Bound | 55,6331 | | | | | | |
| 5% Trimmed Mean | | | | 53,8449 | | | |
| Median | | | | 53,6500 | | | |
| Variance | | | | 30,432 | | | |
| Std. Deviation | | | | 5,51652 | | | |
| Minimum | | | | 44,80 | | | |
| Maximum | | | | 71,50 | | | |
| Range | | | | 26,70 | | | |
| Interquartile Range | | | | 9,25 | | | |
| Skewness | | | | ,672 | ,343 | | |
| Kurtosis | | | | ,600 | ,674 | | |

Tabela 22 – Decisão de rejeição ou retenção da hipótese nula de normalidade em todos os grupos das variáveis dependentes (fidelidade e precisão) com os testes de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) e de Shapiro-Wilk ($n \leq$ ou igual 50).

| | | Tests of Normality | | | | | |
|------------|-----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | direcao_digitalizacao | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| precisao | continua | ,179 | 48 | ,001 | ,893 | 48 | ,000 |
| | segmentada | ,237 | 48 | ,000 | ,879 | 48 | ,000 |
| fidelidade | continua | ,129 | 48 | ,044 | ,968 | 48 | ,203 |
| | segmentada | ,090 | 48 | ,200* | ,956 | 48 | ,073 |

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 23– Avaliação da fidelidade e precisão com teste não paramétrico de *Mann-Whitney* para duas amostras independentes: tipo de impressão convencional e digital.

| | | Ranks | | |
|------------|-----------------------|-------|-----------|--------------|
| | direcao_digitalizacao | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | continua | 48 | 53,18 | 2552,50 |
| | segmentada | 48 | 43,82 | 2103,50 |
| | Total | 96 | | |
| fidelidade | continua | 48 | 46,98 | 2255,00 |
| | segmentada | 48 | 50,02 | 2401,00 |
| | Total | 96 | | |

| Test Statistics ^a | | |
|------------------------------|----------|------------|
| | precisao | fidelidade |
| Mann-Whitney U | 927,500 | 1079,000 |
| Wilcoxon W | 2103,500 | 2255,000 |
| Z | -1,646 | -,535 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,100 | ,593 |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,100 | ,596 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,050 | ,298 |
| Point Probability | ,000 | ,001 |

a. Grouping Variable:
direcao_digitalizacao

Tabela 24 – Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) da fidelidade por direção de digitalização (contínua e segmentada).

| Group Statistics | | | | | |
|------------------|-----------------------|----|---------|----------------|-----------------|
| | direcao_digitalizacao | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
| fidelidade | continua | 48 | 53,0456 | 4,36111 | ,62947 |
| | segmentada | 48 | 54,0313 | 5,51652 | ,79624 |

Tabela 25 – Teste de *Levene* para avaliação de homocedasticidade e avaliação da fidelidade com o teste *t*-Student para duas amostras independentes: direção de digitalização contínua e segmentada.

| Independent Samples Test | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| fidelidade | Equal variances assumed | 3,278 | ,073 | -.971 | 94 | ,334 | -.98562 | 1,01500 | -3,00094 | 1,02969 |
| | Equal variances not assumed | | | -.971 | 89,246 | ,334 | -.98562 | 1,01500 | -3,00234 | 1,03109 |

Tabela 26 – Precisão e fidelidade por tipo de scanner e de direção de digitalização: estatísticas descritivas.

| Case Processing Summary | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------|---------|---------------|---------|-------|---------|
| variavel_combinada | | Valid | | Cases Missing | | Total | |
| | | N | Percent | N | Percent | N | Percent |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | 3shape_segmentada | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | omnicam_continua | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | omnicam_segmentada | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | carestream_continua | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | carestream_segmentada | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| fidelidade | 3shape_continua | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | 3shape_segmentada | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | omnicam_continua | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | omnicam_segmentada | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | carestream_continua | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |
| | carestream_segmentada | 16 | 100,0% | 0 | 0,0% | 16 | 100,0% |

| Descriptives | | | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|------------|---------|
| variavel_combinada | | | Statistic | Std. Error | |
| precisao | 3shape_continua | Mean | 12,9432 | ,56506 | |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 11,7388 | |
| | | | Upper Bound | 14,1476 | |
| | | 5% Trimmed Mean | 12,6591 | | |
| | | Median | 12,4000 | | |
| | | Variance | 5,109 | | |
| | | Std. Deviation | 2,26025 | | |
| | | Minimum | 11,00 | | |
| | | Maximum | 20,00 | | |
| | | Range | 9,00 | | |
| | | Interquartile Range | 2,78 | | |
| | | Skewness | 2,144 | ,564 | |
| | | Kurtosis | 6,055 | 1,091 | |
| | | | 3shape_segmentada | Mean | 10,4563 |
| 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | | | 10,0951 | |
| | Upper Bound | | | 10,8174 | |
| 5% Trimmed Mean | 10,4847 | | | | |
| Median | 10,3563 | | | | |
| Variance | ,459 | | | | |
| Std. Deviation | ,67766 | | | | |
| Minimum | 9,00 | | | | |
| Maximum | 11,40 | | | | |
| Range | 2,40 | | | | |
| Interquartile Range | 1,00 | | | | |
| Skewness | -,367 | | | ,564 | |
| Kurtosis | -,543 | | | 1,091 | |

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| omnicam_continua | Mean | | 9,6306 | ,24064 |
| | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 9,1176 | |
| | | Upper Bound | 10,1435 | |
| | 5% Trimmed Mean | | 9,6117 | |
| | Median | | 9,7222 | |
| | Variance | | ,927 | |
| | Std. Deviation | | ,96256 | |
| | Minimum | | 8,00 | |
| | Maximum | | 11,60 | |
| | Range | | 3,60 | |
| | Interquartile Range | | ,80 | |
| | Skewness | | ,058 | ,564 |
| | Kurtosis | | ,355 | 1,091 |
| | omnicam_segmentada | Mean | | 10,5454 |
| 95% Confidence Interval for Mean | | Lower Bound | 8,9433 | |
| | | Upper Bound | 12,1475 | |
| 5% Trimmed Mean | | | 10,1893 | |
| Median | | | 9,4500 | |
| Variance | | | 9,040 | |
| Std. Deviation | | | 3,00659 | |
| Minimum | | | 7,70 | |
| Maximum | | | 19,80 | |
| Range | | | 12,10 | |
| Interquartile Range | | | 1,83 | |
| Skewness | | | 2,302 | ,564 |
| Kurtosis | | | 5,747 | 1,091 |

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| carestream_continua | Mean | | 19,9613 | ,43514 |
| | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 19,0338 | |
| | | Upper Bound | 20,8887 | |
| | 5% Trimmed Mean | | 19,7806 | |
| | Median | | 19,5375 | |
| | Variance | | 3,030 | |
| | Std. Deviation | | 1,74056 | |
| | Minimum | | 18,48 | |
| | Maximum | | 24,70 | |
| | Range | | 6,22 | |
| | Interquartile Range | | 2,30 | |
| | Skewness | | 1,587 | ,564 |
| | Kurtosis | | 2,541 | 1,091 |
| | carestream_segmentada | Mean | | 17,0105 |
| 95% Confidence Interval for Mean | | Lower Bound | 15,8848 | |
| | | Upper Bound | 18,1362 | |
| 5% Trimmed Mean | | | 16,9228 | |
| Median | | | 16,6371 | |
| Variance | | | 4,463 | |
| Std. Deviation | | | 2,11250 | |
| Minimum | | | 14,00 | |
| Maximum | | | 21,60 | |
| Range | | | 7,60 | |
| Interquartile Range | | | 2,08 | |
| Skewness | | | ,924 | ,564 |
| Kurtosis | | | ,366 | 1,091 |

| | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| fidelidade | 3shape_continua | Mean | | 51,9250 | ,65195 |
| | | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 50,5354 | |
| | | | Upper Bound | 53,3146 | |
| | | 5% Trimmed Mean | | 51,8722 | |
| | | Median | | 52,0500 | |
| | | Variance | | 6,801 | |
| | | Std. Deviation | | 2,60781 | |
| | | Minimum | | 47,70 | |
| | | Maximum | | 57,10 | |
| | | Range | | 9,40 | |
| | | Interquartile Range | | 3,15 | |
| | | Skewness | | ,406 | ,564 |
| | | Kurtosis | | -,134 | 1,091 |
| | | 3shape_segmentada | Mean | | 49,2750 |
| | 95% Confidence Interval for Mean | | Lower Bound | 48,2188 | |
| | | | Upper Bound | 50,3312 | |
| | 5% Trimmed Mean | | | 49,3000 | |
| | Median | | | 49,0500 | |
| | Variance | | | 3,929 | |
| | Std. Deviation | | | 1,98209 | |
| Minimum | | | 45,30 | | |
| Maximum | | | 52,80 | | |
| Range | | | 7,50 | | |
| Interquartile Range | | 2,50 | | | |
| Skewness | | -,293 | ,564 | | |
| Kurtosis | | -,093 | 1,091 | | |

| | | | | |
|--------------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| omnicam_continua | Mean | | 56,2550 | ,99561 |
| | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 54,1329 | |
| | | Upper Bound | 58,3771 | |
| | 5% Trimmed Mean | | 56,2667 | |
| | Median | | 56,1000 | |
| | Variance | | 15,860 | |
| | Std. Deviation | | 3,98245 | |
| | Minimum | | 48,30 | |
| | Maximum | | 64,00 | |
| | Range | | 15,70 | |
| | Interquartile Range | | 6,80 | |
| | Skewness | | ,154 | ,564 |
| | Kurtosis | | ,080 | 1,091 |
| omnicam_segmentada | Mean | | 58,6375 | 1,25972 |
| | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 55,9525 | |
| | | Upper Bound | 61,3225 | |
| | 5% Trimmed Mean | | 58,4639 | |
| | Median | | 59,0500 | |
| | Variance | | 25,391 | |
| | Std. Deviation | | 5,03890 | |
| | Minimum | | 48,90 | |
| | Maximum | | 71,50 | |
| | Range | | 22,60 | |
| | Interquartile Range | | 5,77 | |
| | Skewness | | ,549 | ,564 |
| | Kurtosis | | 2,340 | 1,091 |

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| carestream_continua | Mean | | 50,9569 | 1,11672 |
| | 95% Confidence Interval for Mean | Lower Bound | 48,5766 | |
| | | Upper Bound | 53,3371 | |
| | 5% Trimmed Mean | | 51,2188 | |
| | Median | | 51,2500 | |
| | Variance | | 19,953 | |
| | Std. Deviation | | 4,46689 | |
| | Minimum | | 39,30 | |
| | Maximum | | 57,90 | |
| | Range | | 18,60 | |
| | Interquartile Range | | 2,81 | |
| | Skewness | | -,948 | ,564 |
| | Kurtosis | | 2,271 | 1,091 |
| | carestream_segmentada | Mean | | 54,1813 |
| 95% Confidence Interval for Mean | | Lower Bound | 51,8434 | |
| | | Upper Bound | 56,5191 | |
| 5% Trimmed Mean | | | 54,2625 | |
| Median | | | 54,2000 | |
| Variance | | | 19,248 | |
| Std. Deviation | | | 4,38729 | |
| Minimum | | | 44,80 | |
| Maximum | | | 62,10 | |
| Range | | | 17,30 | |
| Interquartile Range | | | 2,70 | |
| Skewness | | | -,183 | ,564 |
| Kurtosis | | | ,755 | 1,091 |

Tabela 27 – Decisão de rejeição ou retenção da hipótese nula de normalidade em todos os grupos das variáveis dependentes (fidelidade e precisão) com os testes de Kolmogorov-Smirnov (n>50) e de Shapiro-Wilk (n<ou igual 50).

| Tests of Normality | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| variavel_combinada | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| precisao | 3shape_continua | ,195 | 16 | ,106 | ,775 | 16 | ,001 |
| | 3shape_segmentada | ,226 | 16 | ,028 | ,894 | 16 | ,065 |
| | omnicam_continua | ,163 | 16 | ,200* | ,953 | 16 | ,545 |
| | omnicam_segmentada | ,279 | 16 | ,002 | ,718 | 16 | ,000 |
| | carestream_continua | ,241 | 16 | ,014 | ,814 | 16 | ,004 |
| | carestream_segmentada | ,171 | 16 | ,200* | ,920 | 16 | ,167 |
| fidelidade | 3shape_continua | ,181 | 16 | ,168 | ,956 | 16 | ,594 |
| | 3shape_segmentada | ,124 | 16 | ,200* | ,980 | 16 | ,964 |
| | omnicam_continua | ,198 | 16 | ,094 | ,962 | 16 | ,699 |
| | omnicam_segmentada | ,165 | 16 | ,200* | ,937 | 16 | ,319 |
| | carestream_continua | ,202 | 16 | ,081 | ,908 | 16 | ,107 |
| | carestream_segmentada | ,233 | 16 | ,020 | ,928 | 16 | ,229 |

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Tabela 28– Dimensão dos grupos.

| Between-Subjects Factors | | | |
|--------------------------|------|-------------|----|
| | | Value Label | N |
| tipo_scanner | 1,00 | 3shape | 32 |
| | 2,00 | omnicam | 32 |
| | 3,00 | carestream | 32 |
| tecnica_digitalizacao | 1,00 | continuo | 48 |
| | 2,00 | sequencial | 48 |

Tabela 29 – Fidelidade por tipo de *scanner* e direção de digitalização: estatísticas descritivas.

| Descriptive Statistics | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|---------|----------------|----|
| Dependent Variable: fidelidade | | | | |
| tipo_scanner | tecnica_digitalizacao | Mean | Std. Deviation | N |
| 3shape | contínuo | 51,9250 | 2,60781 | 16 |
| | sequencial | 49,2750 | 1,98209 | 16 |
| | Total | 50,6000 | 2,64648 | 32 |
| omnicam | contínuo | 56,2550 | 3,98245 | 16 |
| | sequencial | 58,6375 | 5,03890 | 16 |
| | Total | 57,4463 | 4,62869 | 32 |
| carestream | contínuo | 50,9569 | 4,46689 | 16 |
| | sequencial | 54,1813 | 4,38729 | 16 |
| | Total | 52,5691 | 4,65311 | 32 |
| Total | contínuo | 53,0456 | 4,36111 | 48 |
| | sequencial | 54,0313 | 5,51652 | 48 |
| | Total | 53,5384 | 4,97099 | 96 |

Tabela 30 – Cálculo da dimensão do efeito (Partial Eta Squared) e poder do teste.

| Tests of Between-Subjects Effects | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| Dependent Variable: fidelidade | | | | | | | | |
| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared | Noncent. Parameter | Observed Power ^b |
| Corrected Model | 979,806 ^a | 5 | 195,961 | 12,895 | ,000 | ,417 | 64,474 | 1,000 |
| Intercept | 275170,972 | 1 | 275170,972 | 18107,094 | ,000 | ,995 | 18107,094 | 1,000 |
| tipo_scanner | 795,043 | 2 | 397,522 | 26,158 | ,000 | ,368 | 52,316 | 1,000 |
| tecnica_digitalizacao | 23,315 | 1 | 23,315 | 1,534 | ,219 | ,017 | 1,534 | ,232 |
| tipo_scanner * tecnica_digitalizacao | 161,448 | 2 | 80,724 | 5,312 | ,007 | ,106 | 10,624 | ,826 |
| Error | 1367,717 | 90 | 15,197 | | | | | |
| Total | 277518,496 | 96 | | | | | | |
| Corrected Total | 2347,524 | 95 | | | | | | |

a. R Squared = ,417 (Adjusted R Squared = ,385)
b. Computed using alpha = ,05

Tabela 31 - Fidelidade: Teste de *Levene* para avaliação da homocedasticidade.

| Test of Homogeneity of Variances | | | |
|---|-----|-----|------|
| fidelidade | | | |
| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| 1,091 | 5 | 90 | ,371 |

Tabela 32 – Fidelidade: teste omnibus ANOVA one-way.

| ANOVA | | | | | |
|----------------|-------------------|----|-------------|--------|------|
| fidelidade | | | | | |
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | 979,806 | 5 | 195,961 | 12,895 | ,000 |
| Within Groups | 1367,717 | 90 | 15,197 | | |
| Total | 2347,524 | 95 | | | |

Tabela 33 – Fidelidade: Teste *post hoc* de Tukey HSD para variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização.

| Multiple Comparisons | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| Dependent Variable: fidelidade | | | | | | |
| Tukey HSD | | | | | | |
| (I) variavel_combinada | (J) variavel_combinada | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 3shape_continua | 3shape_segmentada | 2,65000 | 1,37826 | ,395 | -1,3635 | 6,6635 |
| | omnicam_continua | -4,33000* | 1,37826 | ,027 | -8,3435 | -,3165 |
| | omnicam_segmentada | -6,71250* | 1,37826 | ,000 | -10,7260 | -2,6990 |
| | carestream_continua | ,96813 | 1,37826 | ,981 | -3,0454 | 4,9817 |
| | carestream_segmentada | -2,25625 | 1,37826 | ,577 | -6,2698 | 1,7573 |
| 3shape_segmentada | 3shape_continua | -2,65000 | 1,37826 | ,395 | -6,6635 | 1,3635 |
| | omnicam_continua | -6,98000* | 1,37826 | ,000 | -10,9935 | -2,9665 |
| | omnicam_segmentada | -9,36250* | 1,37826 | ,000 | -13,3760 | -5,3490 |
| | carestream_continua | -1,68187 | 1,37826 | ,826 | -5,6954 | 2,3317 |
| | carestream_segmentada | -4,90625* | 1,37826 | ,008 | -8,9198 | -,8927 |
| omnicam_continua | 3shape_continua | 4,33000* | 1,37826 | ,027 | ,3165 | 8,3435 |
| | 3shape_segmentada | 6,98000* | 1,37826 | ,000 | 2,9665 | 10,9935 |
| | omnicam_segmentada | -2,38250 | 1,37826 | ,517 | -6,3960 | 1,6310 |
| | carestream_continua | 5,29813* | 1,37826 | ,003 | 1,2846 | 9,3117 |
| | carestream_segmentada | 2,07375 | 1,37826 | ,662 | -1,9398 | 6,0873 |
| omnicam_segmentada | 3shape_continua | 6,71250* | 1,37826 | ,000 | 2,6990 | 10,7260 |
| | 3shape_segmentada | 9,36250* | 1,37826 | ,000 | 5,3490 | 13,3760 |
| | omnicam_continua | 2,38250 | 1,37826 | ,517 | -1,6310 | 6,3960 |
| | carestream_continua | 7,68063* | 1,37826 | ,000 | 3,6671 | 11,6942 |
| | carestream_segmentada | 4,45625* | 1,37826 | ,021 | ,4427 | 8,4698 |
| carestream_continua | 3shape_continua | -,96813 | 1,37826 | ,981 | -4,9817 | 3,0454 |
| | 3shape_segmentada | 1,68187 | 1,37826 | ,826 | -2,3317 | 5,6954 |
| | omnicam_continua | -5,29813* | 1,37826 | ,003 | -9,3117 | -1,2846 |
| | omnicam_segmentada | -7,68063* | 1,37826 | ,000 | -11,6942 | -3,6671 |
| | carestream_segmentada | -3,22438 | 1,37826 | ,189 | -7,2379 | ,7892 |
| carestream_segmentada | 3shape_continua | 2,25625 | 1,37826 | ,577 | -1,7573 | 6,2698 |
| | 3shape_segmentada | 4,90625* | 1,37826 | ,008 | ,8927 | 8,9198 |
| | omnicam_continua | -2,07375 | 1,37826 | ,662 | -6,0873 | 1,9398 |
| | omnicam_segmentada | -4,45625* | 1,37826 | ,021 | -8,4698 | -,4427 |
| | carestream_continua | 3,22438 | 1,37826 | ,189 | -,7892 | 7,2379 |

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tabela 34 - Avaliação da fidelidade com teste não paramétrico de *Kruskal Wallis* para 6 amostras independentes: variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização

| Ranks | | | |
|----------|-----------------------|----|-----------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 54,09 |
| | 3shape_segmentada | 16 | 33,94 |
| | omnicam_continua | 16 | 20,22 |
| | omnicam_segmentada | 16 | 24,88 |
| | carestream_continua | 16 | 85,22 |
| | carestream_segmentada | 16 | 72,66 |
| | Total | 96 | |

| Test Statistics ^{a,b} | |
|--------------------------------|----------|
| | precisao |
| Chi-Square | 72,932 |
| df | 5 |
| Asymp. Sig. | ,000 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: variavel_combinada

Tabela 35 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|--------------|--------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 23,25 | 372,00 |
| | 3shape_segmentada | 16 | 9,75 | 156,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 20,000 |
| Wilcoxon W | 156,000 |
| Z | -4,107 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 36 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de Mann-Whitney.

| Ranks | | | | |
|--------------|--------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 24,06 | 385,00 |
| | omnicam_continua | 16 | 8,94 | 143,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 7,000 |
| Wilcoxon W | 143,000 |
| Z | -4,570 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 37 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|--------------|--------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 22,09 | 353,50 |
| | omnicam_segmentada | 16 | 10,91 | 174,50 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 38,500 |
| Wilcoxon W | 174,500 |
| Z | -3,377 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,001 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 38 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|--------------|---------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 9,16 | 146,50 |
| | carestream_continua | 16 | 23,84 | 381,50 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 10,500 |
| Wilcoxon W | 146,500 |
| Z | -4,438 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 39 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|----------|-----------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_continua | 16 | 9,53 | 152,50 |
| | carestream_segmentada | 16 | 23,47 | 375,50 |
| | Total | 32 | | |

Test Statistics^a

| | precisao |
|--------------------------------|-------------------|
| Mann-Whitney U | 16,500 |
| Wilcoxon W | 152,500 |
| Z | -4,207 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable: variável combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 40 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|----------|--------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_segmentada | 16 | 19,88 | 318,00 |
| | omnicam_segmentada | 16 | 13,13 | 210,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics ^a | |
|--------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 74,000 |
| Wilcoxon W | 210,000 |
| Z | -2,040 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,041 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,043 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,041 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,021 |
| Point Probability | ,001 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 41 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|--------------|---------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | 3shape_segmentada | 16 | 8,50 | 136,00 |
| | carestream_continua | 16 | 24,50 | 392,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics^a | |
|------------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | ,000 |
| Wilcoxon W | 136,000 |
| Z | -4,828 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 42 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|----------|---------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | omnicam_segmentada | 16 | 9,00 | 144,00 |
| | carestream_continua | 16 | 24,00 | 384,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics ^a | |
|--------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | ,000 |
| Wilcoxon W | 136,000 |
| Z | -4,836 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 43 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|----------|---------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | omnicam_continua | 16 | 8,50 | 136,00 |
| | carestream_continua | 16 | 24,50 | 392,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics ^a | |
|---|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | ,000 |
| Wilcoxon W | 136,000 |
| Z | -4,828 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |
| a. Grouping Variable: variavel_combinada | |
| b. Not corrected for ties. | |

Tabela 44 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|----------|-----------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | omnicam_continua | 16 | 8,50 | 136,00 |
| | carestream_segmentada | 16 | 24,50 | 392,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics ^a | |
|--------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | ,000 |
| Wilcoxon W | 136,000 |
| Z | -4,825 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

Tabela 45– Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|--------------|---------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | omnicam_segmentada | 16 | 9,00 | 144,00 |
| | carestream_continua | 16 | 24,00 | 384,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics^a | |
|---|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | ,000 |
| Wilcoxon W | 136,000 |
| Z | -4,825 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |
| a. Grouping Variable: variavel_combinada | |
| b. Not corrected for ties. | |

Tabela 46 – Precisão: comparações múltiplas (variável combinada tipo de *scanner* e técnica de digitalização) com o teste de *Mann-Whitney*.

| Ranks | | | | |
|----------|-----------------------|----|-----------|--------------|
| | variavel_combinada | N | Mean Rank | Sum of Ranks |
| precisao | omnicam_segmentada | 16 | 9,44 | 151,00 |
| | carestream_segmentada | 16 | 23,56 | 377,00 |
| | Total | 32 | | |

| Test Statistics ^a | |
|--------------------------------|-------------------|
| | precisao |
| Mann-Whitney U | 34,000 |
| Wilcoxon W | 170,000 |
| Z | -3,545 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)] | ,000 ^b |
| Exact Sig. (2-tailed) | ,000 |
| Exact Sig. (1-tailed) | ,000 |
| Point Probability | ,000 |

a. Grouping Variable:
variavel_combinada

b. Not corrected for ties.

APÊNDICE B – Box-plots

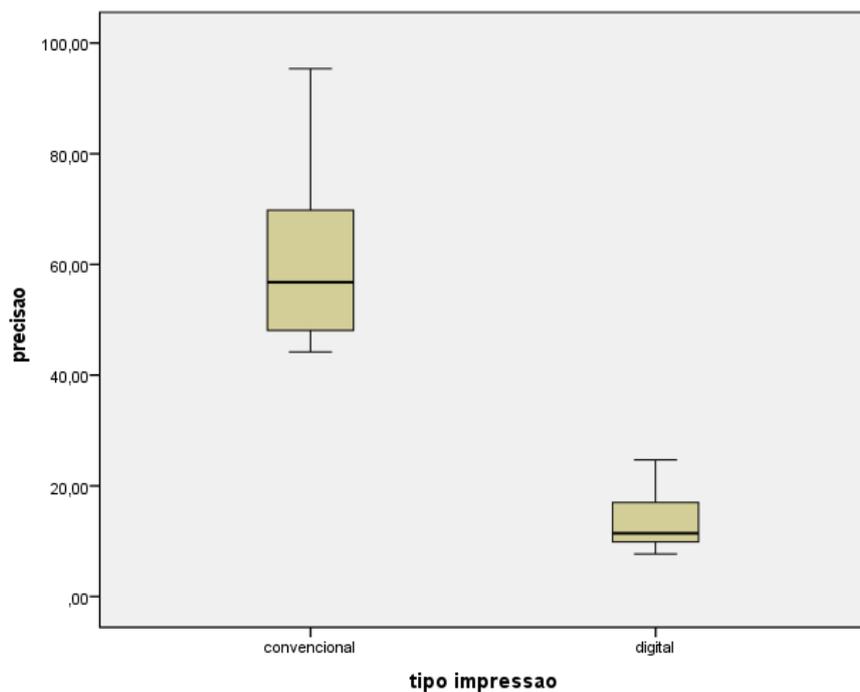


Figura 1 – Box-plot: Precisão em função do tipo de impressão (convencional e digital).

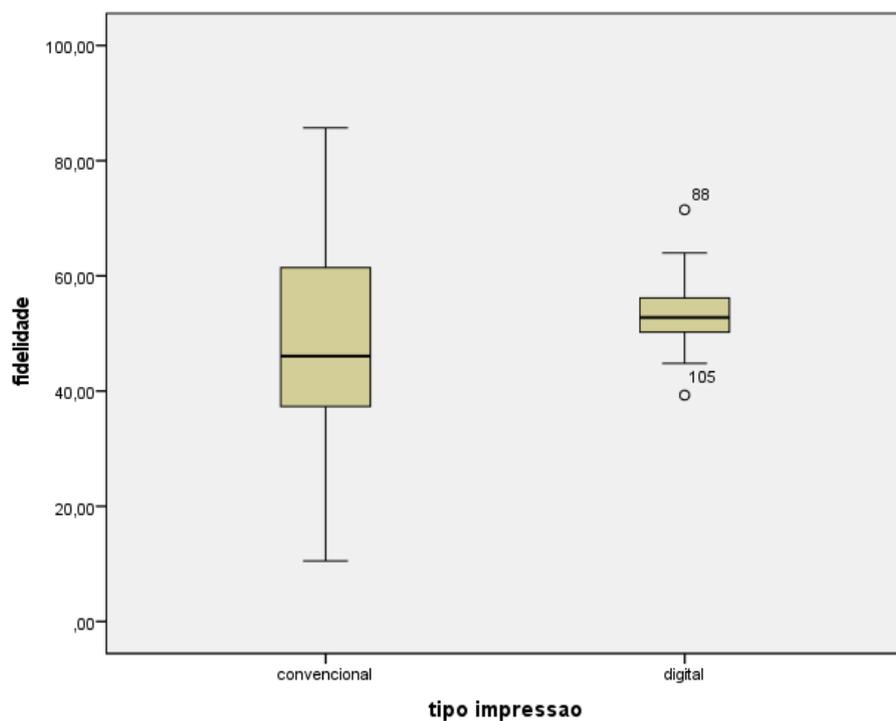


Figura 2 – Box-plot: Fidelidade em função do tipo de impressão (convencional e digital).

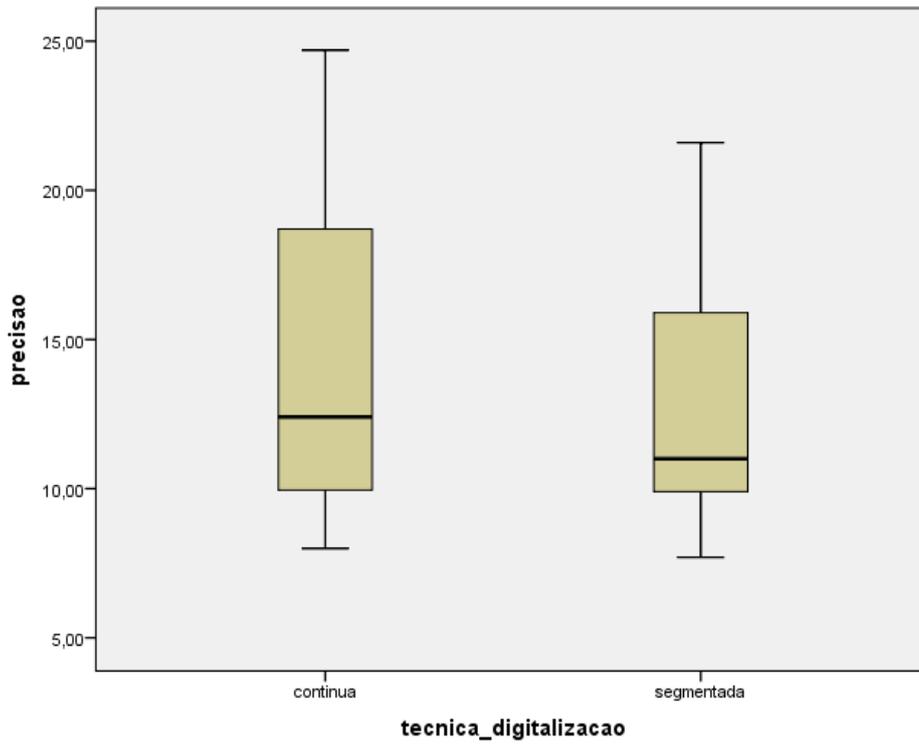


Figura 3 – Box-plot: Precisão em função da direção de digitalização (contínua e segmentada).

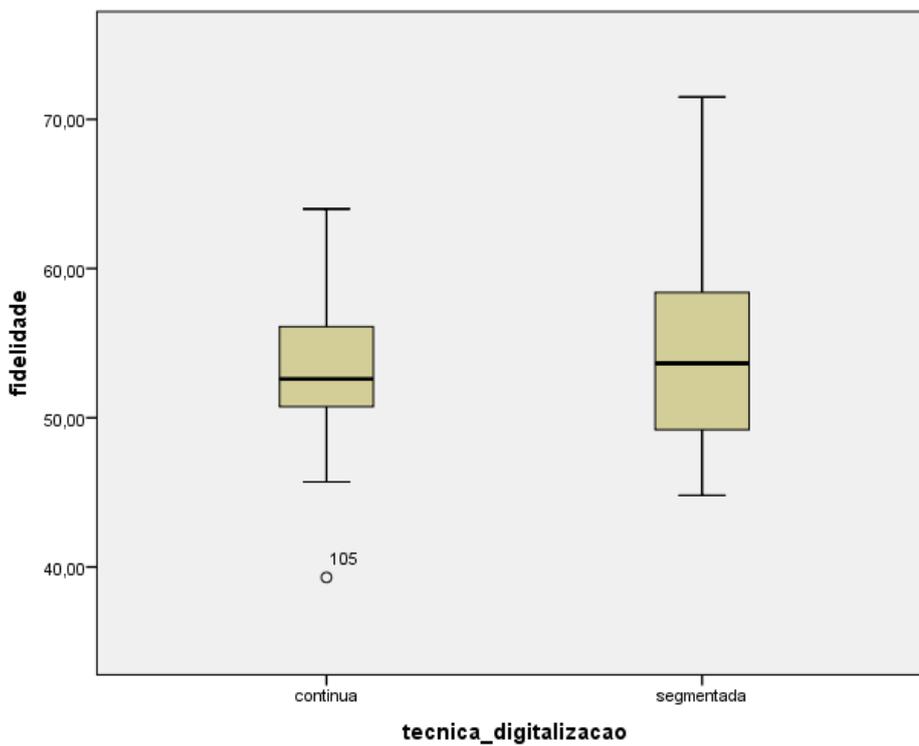


Figura 4 – Box-plot: Fidelidade em função da direção de digitalização (contínua e segmentada).

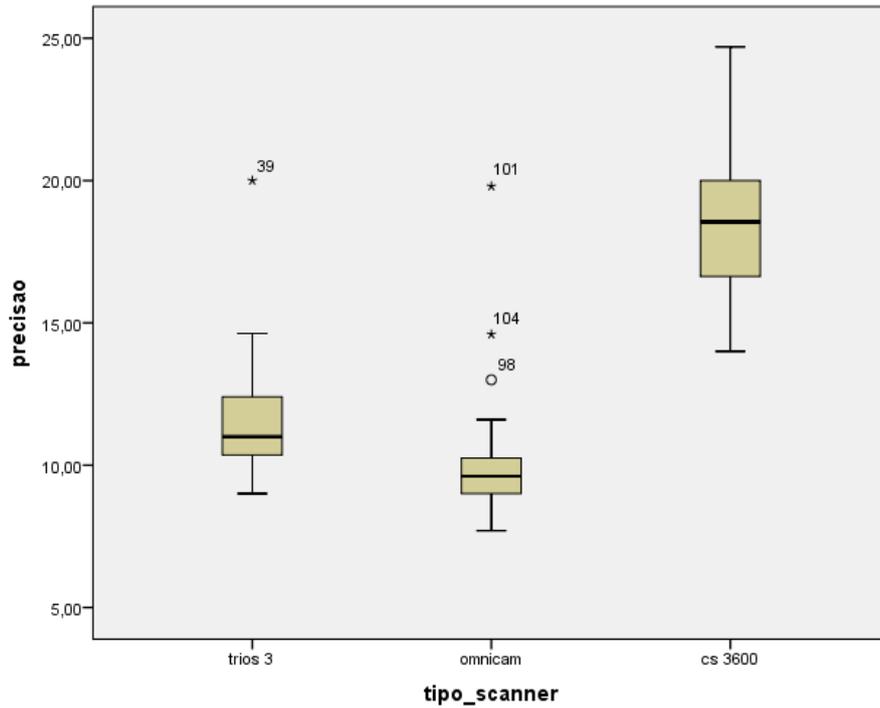


Figura 5 – Box-plot: Precisão em função do tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600).

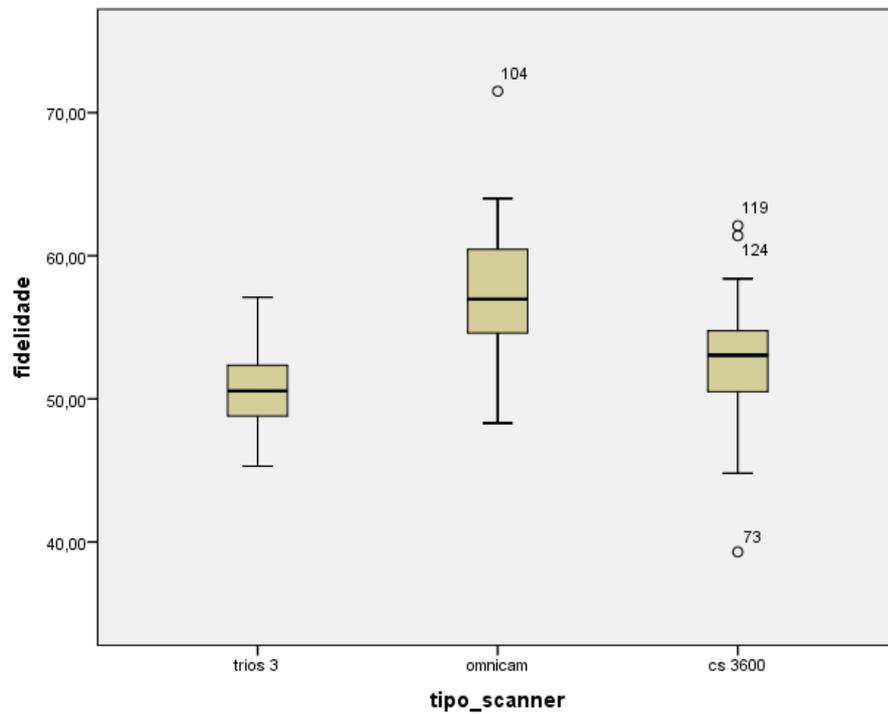


Figura 6 – Box-plot: Fidelidade em função do tipo de *scanner* (Trios 3, Omnicam e CS 3600).

**APÊNDICE C – VALORES DE RMS
(root mean square)**

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Técnica convencional)

| Fidelidade | |
|--------------|-----------|
| Convencional | RMS |
| C1 | 0,0837 |
| C2 | 0,0492 |
| C3 | 0,1423 |
| C4 | 0,0857 |
| C5 | 0,0752 |
| C6 | 0,0516 |
| C7 | 0,0321 |
| C8 | 0,1665 |
| C9 | 0,0428 |
| C10 | 0,1051 |
| C11 | 0,0662 |
| C12 | 0,0625 |
| C13 | 0,0398 |
| C14 | 0,0852 |
| C15 | 0,0687 |
| C16 | 0,0585 |
| C17 | 0,0469 |
| C18 | 0,0413 |
| C19 | 0,065 |
| C20 | 0,0604 |
| C21 | 0,0573 |
| C22 | 0,0434 |
| C23 | 0,0536 |
| C24 | 0,0363 |
| C 25 | 0,0428 |
| C 26 | 0,0453 |
| C 27 | 0,0415 |
| C 28 | 0,0451 |
| C 29 | 0,0596 |
| C 30 | 0,0384 |
| C 31 | 0,0316 |
| C 32 | 0,0354 |
| | 0,0424625 |

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Impressão digital, digitalização contínua)

| Fidelidade | |
|------------------|----------|
| Trios 3_Contínua | RMS |
| 3C1 | 0,0571 |
| 3C2 | 0,0527 |
| 3C3 | 0,0549 |
| 3C4 | 0,0506 |
| 3C5 | 0,0562 |
| 3C6 | 0,0527 |
| 3C7 | 0,0507 |
| 3C8 | 0,0493 |
| 3C9 | 0,0518 |
| 3C10 | 0,0489 |
| 3C11 | 0,0477 |
| 3C12 | 0,049 |
| 3C13 | 0,0524 |
| 3C14 | 0,0528 |
| 3C15 | 0,0517 |
| 3C16 | 0,0523 |
| | 0,051925 |

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Impressão digital, digitalização segmentada)

| Fidelidade | |
|---------------------------|-----------------|
| Trios 3_Segmentada | RMS |
| 3S1 | 0,0488 |
| 3S2 | 0,0474 |
| 3S3 | 0,0515 |
| 3S4 | 0,0453 |
| 3S5 | 0,0493 |
| 3S6 | 0,0528 |
| 3S7 | 0,0505 |
| 3S8 | 0,0483 |
| 3S9 | 0,0488 |
| 3S10 | 0,0483 |
| 3S11 | 0,0462 |
| 3S12 | 0,0486 |
| 3S13 | 0,0503 |
| 3S14 | 0,0509 |
| 3S15 | 0,0501 |
| 3S16 | 0,0513 |
| | 0,049275 |

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Impressão digital, digitalização contínua)

| Fidelidade | |
|----------------------|----------|
| Omniam Contínua (OC) | RMS |
| OC1 | 0,0527 |
| OC2 | 0,0581 |
| OC3 | 0,0525 |
| OC4 | 0,0547 |
| OC5 | 0,054 |
| OC6 | 0,0607 |
| OC7 | 0,053 |
| OC8 | 0,0555 |
| OC9 | 0,064 |
| OC10 | 0,0611 |
| OC11 | 0,061 |
| OC12 | 0,0483 |
| OC13 | 0,05615 |
| OC14 | 0,05613 |
| OC15 | 0,05611 |
| OC16 | 0,05609 |
| | 0,056255 |

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Impressão digital, digitalização segmentada)

| Fidelidade | |
|------------------------|-----------|
| Omniam Segmentada (OS) | RMS |
| OS1 | 0,056 |
| OS2 | 0,0578 |
| OS3 | 0,0614 |
| OS4 | 0,0545 |
| OS5 | 0,0551 |
| OS6 | 0,0489 |
| OS7 | 0,0521 |
| OS8 | 0,0715 |
| OS9 | 0,0624 |
| OS10 | 0,0623 |
| OS11 | 0,0584 |
| OS12 | 0,059 |
| OS13 | 0,0599 |
| OS14 | 0,0596 |
| OS15 | 0,0602 |
| OS16 | 0,0591 |
| | 0,0586375 |

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Impressão digital, digitalização contínua)

| Fidelidade | |
|--------------------------|-------------|
| Carestream Contínua (CC) | RMS |
| CC1 | 0,0557 |
| CC2 | 0,051 |
| CC3 | 0,0572 |
| CC4 | 0,0579 |
| CC5 | 0,0502 |
| CC6 | 0,0515 |
| CC7 | 0,0457 |
| CC8 | 0,0497 |
| CC9 | 0,0393 |
| CC10 | 0,0468 |
| CC11 | 0,0521 |
| CC12 | 0,0508 |
| CC13 | 0,0518 |
| CC14 | 0,0519 |
| CC15 | 0,05281 |
| CC16 | 0,0509 |
| | 0,050956875 |

Tabela Dados de RMS para fidelidade (Impressão digital, digitalização segmentada)

| Fidelidade | |
|----------------------------|------------|
| Carestream Segmentada (CS) | RMS |
| SS1 | 0,0564 |
| SS2 | 0,0543 |
| SS3 | 0,0491 |
| SS4 | 0,0546 |
| SS5 | 0,0541 |
| SS6 | 0,0545 |
| SS7 | 0,0621 |
| SS8 | 0,0483 |
| SS9 | 0,0448 |
| SS10 | 0,0584 |
| SS11 | 0,0549 |
| SS12 | 0,0614 |
| SS13 | 0,0534 |
| SS14 | 0,0536 |
| SS15 | 0,0533 |
| SS1 | 0,0537 |
| | 0,05418125 |

Tabela Dados de RMS para precisão (Scanner Trios_3, digitalização contínua)

| | 3C1 | 3C2 | 3C3 | 3C4 | 3C5 | 3C6 | 3C7 | 3C8 | 3C9 | 3C10 | 3C11 | 3C12 | 3C13 | 3C14 | 3C15 | 3C16 |
|------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|----------|------------|------------|------------|--------|---------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 3C1 | 0 | 0,018 | 0,0128 | 0,0142 | 0,0129 | 0,0178 | 0,0139 | 0,0151 | 0,0154 | 0,0144 | 0,0167 | 0,0136 | 0,00131 | 0,0015 | 0,0121 | 0,04 |
| 3C2 | 0,0175 | 0 | 0,0124 | 0,0131 | 0,0122 | 0,0151 | 0,0174 | 0,0119 | 0,0119 | 0,0147 | 0,0153 | 0,0126 | 0,0154 | 0,0113 | 0,0112 | 0,0155 |
| 3C3 | 0,0127 | 0,0126 | 0 | 0,0119 | 0,0125 | 0,0184 | 0,0124 | 0,0156 | 0,0127 | 0,0128 | 0,0148 | 0,0122 | 0,01485 | 0,0149 | 0,0150 | 0,0146 |
| 3C4 | 0,0148 | 0,0137 | 0,0121 | 0 | 0,0119 | 0,0146 | 0,0155 | 0,0116 | 0,0105 | 0,0097 | 0,0109 | 0,0097 | 0,0253 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0012 |
| 3C5 | 0,013 | 0,0127 | 0,0125 | 0,012 | 0 | 0,0017 | 0,0141 | 0,0135 | 0,0126 | 0,0132 | 0,0167 | 0,0117 | 0,0128 | 0,0130 | 0,0127 | 0,0125 |
| 3C6 | 0,0177 | 0,016 | 0,0178 | 0,0147 | 0,012 | 0 | 0,0144 | 0,015 | 0,016 | 0,0132 | 0,0183 | 0,0123 | 0,0100 | 0,0102 | 0,0105 | 0,0103 |
| 3C7 | 0,014 | 0,0182 | 0,0119 | 0,0145 | 0,0144 | 0,0139 | 0 | 0,0114 | 0,015 | 0,0107 | 0,0149 | 0,0115 | 0,0139 | 0,0137 | 0,014 | 0,0141 |
| 3C8 | 0,0156 | 0,0134 | 0,0157 | 0,0114 | 0,0135 | 0,0152 | 0,0122 | 0 | 0,0101 | 0,0106 | 0,012 | 0,0121 | 0,014 | 0,013 | 0,0234 | 0,0119 |
| 3C9 | 0,0163 | 0,0134 | 0,0125 | 0,0106 | 0,0126 | 0,0165 | 0,0156 | 0,0106 | 0 | 0,0113 | 0,0132 | 0,0104 | 0,0127 | 0,0128 | 0,0125 | 0,0130 |
| 3C10 | 0,015 | 0,0145 | 0,0122 | 0,0098 | 0,0123 | 0,0129 | 0,0104 | 0,0104 | 0,0112 | 0 | 0,0107 | 0,0091 | 0,0119 | 0,0122 | 0,0113 | 0,0115 |
| 3C11 | 0,0174 | 0,0162 | 0,0145 | 0,0111 | 0,0162 | 0,018 | 0,0147 | 0,012 | 0,0128 | 0,0109 | 0 | 0,0108 | 0,0145 | 0,0141 | 0,0147 | 0,0142 |
| 3C12 | 0,0135 | 0,0128 | 0,0122 | 0,0096 | 0,0112 | 0,0121 | 0,011 | 0,0093 | 0,0103 | 0,0092 | 0,011 | 0 | 0,0223 | 0,0226 | 0,0252 | 0,0221 |
| 3C13 | 0,00131 | 0,0154 | 0,01485 | 0,0253 | 0,0128 | 0,0100 | 0,0139 | 0,014 | 0,0127 | 0,0119 | 0,0145 | 0,0223 | 0 | 0,0229 | 0,0250 | 0,0123 |
| 3C14 | 0,0015 | 0,0113 | 0,0149 | 0,0012 | 0,0130 | 0,0102 | 0,0137 | 0,013 | 0,0128 | 0,0122 | 0,0141 | 0,0226 | 0,0229 | 0 | 0,033 | 0,0127 |
| 3C15 | 0,0121 | 0,0112 | 0,0150 | 0,0013 | 0,0127 | 0,0105 | 0,014 | 0,0234 | 0,0125 | 0,0113 | 0,0147 | 0,0252 | 0,025 | 0,0128 | 0 | 0,0122 |
| 3C16 | 0,04 | 0,0155 | 0,0146 | 0,00121 | 0,0125 | 0,0103 | 0,0141 | 0,0119 | 0,0130 | 0,0115 | 0,0142 | 0,0221 | 0,0123 | 0,0127 | 0,0122 | 0 |
| | 0,013900625 | 0,01343125 | 0,012871875 | 0,010119375 | 0,01204375 | 0,012325 | 0,01295625 | 0,01241875 | 0,01184375 | 0,0111 | 0,01325 | 0,0136375 | 0,0143225 | 0,01180625 | 0,01463125 | 0,01363125 |

Tabela Dados de RMS para precisão (*Scanner Trios_3*, digitalização segmentada)

| | 3S1 | 3S2 | 3S3 | 3S4 | 3S5 | 3S6 | 3S7 | 3S8 | 3S9 | 3S10 | 3S11 | 3S12 | 3S13 | 3S14 | 3S15 | 3S16 |
|------|-----------|------------|------------|------------|-----------|---------|------------|------------|------------|------------|--------|------------|-----------|----------|----------|-----------|
| 3S1 | 0 | 0,0135 | 0,0098 | 0,0111 | 0,0093 | 0,0101 | 0,0092 | 0,0137 | 0,0126 | 0,0132 | 0,0147 | 0,0117 | 0,0120 | 0,0121 | 0,0122 | 0,0119 |
| 3S2 | 0,0135 | 0 | 0,0121 | 0,0097 | 0,01 | 0,012 | 0,0134 | 0,0111 | 0,0101 | 0,0102 | 0,0109 | 0,0109 | 0,0116 | 0,0118 | 0,0113 | 0,0115 |
| 3S3 | 0,0093 | 0,0119 | 0 | 0,0114 | 0,01 | 0,0106 | 0,0105 | 0,0129 | 0,0112 | 0,0116 | 0,0126 | 0,0105 | 0,0112 | 0,00110 | 0,0114 | 0,0109 |
| 3S4 | 0,0115 | 0,0097 | 0,0127 | 0 | 0,0106 | 0,0119 | 0,0134 | 0,0112 | 0,0097 | 0,0099 | 0,0108 | 0,0114 | 0,0161 | 0,0163 | 0,0162 | 0,0160 |
| 3S5 | 0,0099 | 0,0103 | 0,0103 | 0,0108 | 0 | 0,0092 | 0,01 | 0,0096 | 0,0112 | 0,0107 | 0,0115 | 0,0094 | 0,0103 | 0,0105 | 0,0104 | 0,0101 |
| 3S6 | 0,0097 | 0,0115 | 0,0104 | 0,0116 | 0,009 | 0 | 0,0092 | 0,0109 | 0,0125 | 0,011 | 0,0138 | 0,0106 | 0,0115 | 0,0114 | 0,0116 | 0,0113 |
| 3S7 | 0,009 | 0,0131 | 0,0112 | 0,0132 | 0,0097 | 0,0094 | 0 | 0,012 | 0,0141 | 0,0127 | 0,0162 | 0,0107 | 0,0116 | 0,0115 | 0,0117 | 0,0114 |
| 3S8 | 0,0137 | 0,012 | 0,0127 | 0,0113 | 0,0097 | 0,011 | 0,012 | 0 | 0,0147 | 0,0102 | 0,0114 | 0,008 | 0,0112 | 0,0116 | 0,0115 | 0,0112 |
| 3S9 | 0,0127 | 0,0102 | 0,0114 | 0,0096 | 0,0105 | 0,0127 | 0,0141 | 0,0146 | 0 | 0,0113 | 0,0119 | 0,0139 | 0,0122 | 0,0120 | 0,0119 | 0,0115 |
| 3S10 | 0,0135 | 0,0104 | 0,0116 | 0,0094 | 0,0106 | 0,0116 | 0,0131 | 0,0104 | 0,0114 | 0 | 0,0114 | 0,0096 | 0,0113 | 0,0115 | 0,0110 | 0,0112 |
| 3S11 | 0,0151 | 0,0111 | 0,0129 | 0,0104 | 0,0119 | 0,0138 | 0,017 | 0,0111 | 0,0123 | 0,0113 | 0 | 0,0126 | 0,0135 | 0,0120 | 0,0122 | 0,0118 |
| 3S12 | 0,0113 | 0,011 | 0,011 | 0,0114 | 0,0088 | 0,0107 | 0,011 | 0,0079 | 0,0133 | 0,0094 | 0,0125 | 0 | 0,0195 | 0,0105 | 0,0096 | 0,0098 |
| 3S13 | 0,0120 | 0,0116 | 0,0112 | 0,0161 | 0,0103 | 0,0115 | 0,0116 | 0,0112 | 0,0122 | 0,0113 | 0,0135 | 0,01095 | 0 | 0,009 | 0,0120 | 0,0098 |
| 3S14 | 0,0121 | 0,0118 | 0,00110 | 0,0163 | 0,0105 | 0,0114 | 0,0115 | 0,0116 | 0,0120 | 0,0115 | 0,0120 | 0,0105 | 0,0097 | 0 | 0,0133 | 0,0101 |
| 3S15 | 0,0122 | 0,0113 | 0,0114 | 0,0162 | 0,0104 | 0,0116 | 0,0117 | 0,0115 | 0,0119 | 0,0110 | 0,0122 | 0,0096 | 0,0095 | 0,0106 | 0 | 0,0109 |
| 3S16 | 0,0119 | 0,0115 | 0,0109 | 0,0160 | 0,0101 | 0,0113 | 0,0114 | 0,0112 | 0,0115 | 0,0112 | 0,0118 | 0,0098 | 0,0098 | 0,0101 | 0,0109 | 0 |
| | 0,0110875 | 0,01068125 | 0,01004375 | 0,01153125 | 0,0094625 | 0,01055 | 0,01119375 | 0,01068125 | 0,01129375 | 0,01040625 | 0,0117 | 0,01009375 | 0,0113125 | 0,010125 | 0,011075 | 0,0105875 |

Tabela Dados de RMS para precisão (*Scanner Omnicam*, digitalização contínua)

| | OC1 | OC2 | OC3 | OC4 | OC5 | OC6 | OC7 | OC8 | OC9 | OC10 | OC11 | OC12 | OC13 | OC14 | OC15 | OC16 |
|------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| OC1 | 0 | 0,0131 | 0,0108 | 0,0096 | 0,0101 | 0,0149 | 0,0109 | 0,0096 | 0,0195 | 0,0182 | 0,0128 | 0,0108 | 0,0198 | 0,0095 | 0,0093 | 0,0098 |
| OC2 | 0,0125 | 0 | 0,012 | 0,0099 | 0,0113 | 0,0113 | 0,0136 | 0,0097 | 0,0102 | 0,009 | 0,0083 | 0,0159 | 0,0117 | 0,0113 | 0,0111 | 0,0118 |
| OC3 | 0,0105 | 0,0115 | 0 | 0,0082 | 0,0087 | 0,0104 | 0,0099 | 0,0077 | 0,0136 | 0,012 | 0,012 | 0,0113 | 0,0091 | 0,0100 | 0,0098 | 0,0103 |
| OC4 | 0,0102 | 0,0098 | 0,0084 | 0 | 0,009 | 0,0122 | 0,009 | 0,0073 | 0,0108 | 0,0099 | 0,0105 | 0,0111 | 0,0092 | 0,0081 | 0,0087 | 0,0108 |
| OC5 | 0,0103 | 0,0115 | 0,0089 | 0,0092 | 0 | 0,0078 | 0,01 | 0,0077 | 0,0094 | 0,0088 | 0,0111 | 0,0107 | 0,0087 | 0,00903 | 0,00815 | 0,00913 |
| OC6 | 0,015 | 0,0112 | 0,0099 | 0,0114 | 0,007 | 0 | 0,0115 | 0,0088 | 0,0071 | 0,0094 | 0,0123 | 0,0167 | 0,00191 | 0,009 | 0,0096 | 0,011 |
| OC7 | 0,0111 | 0,0127 | 0,0101 | 0,0089 | 0,0093 | 0,0109 | 0 | 0,0091 | 0,0123 | 0,011 | 0,0099 | 0,0096 | 0,009 | 0,0112 | 0,0099 | 0,0101 |
| OC8 | 0,0094 | 0,0096 | 0,0078 | 0,007 | 0,0077 | 0,009 | 0,0088 | 0 | 0,0099 | 0,0095 | 0,0107 | 0,0116 | 0,008 | 0,0087 | 0,0091 | 0,0081 |
| OC9 | 0,0179 | 0,0102 | 0,0124 | 0,0088 | 0,0082 | 0,0073 | 0,0136 | 0,0099 | 0 | 0,007 | 0,011 | 0,0159 | 0,0133 | 0,0121 | 0,0099 | 0,0110 |
| OC10 | 0,0162 | 0,0089 | 0,0118 | 0,0092 | 0,0081 | 0,0094 | 0,0115 | 0,0096 | 0,0071 | 0 | 0,0089 | 0,0139 | 0,0126 | 0,0098 | 0,0099 | 0,0104 |
| OC11 | 0,0131 | 0,0082 | 0,0122 | 0,0103 | 0,011 | 0,0012 | 0,0105 | 0,0109 | 0,0105 | 0,0079 | 0 | 0,012 | 0,009 | 0,0105 | 0,0087 | 0,0099 |
| OC12 | 0,0113 | 0,0152 | 0,0095 | 0,0103 | 0,0105 | 0,0172 | 0,0095 | 0,0115 | 0,0166 | 0,014 | 0,0117 | 0 | 0,0131 | 0,016 | 0,0120 | 0,0099 |
| OC13 | 0,0198 | 0,0117 | 0,0091 | 0,0092 | 0,0087 | 0,0091 | 0,009 | 0,008 | 0,0133 | 0,0126 | 0,009 | 0,0131 | 0 | 0,0131 | 0,0098 | 0,0103 |
| OC14 | 0,0095 | 0,0113 | 0,0100 | 0,0081 | 0,00903 | 0,009 | 0,0112 | 0,0087 | 0,0121 | 0,0098 | 0,0105 | 0,016 | 0,0104 | 0 | 0,0101 | 0,0098 |
| OC15 | 0,0093 | 0,0111 | 0,0098 | 0,0087 | 0,00815 | 0,0096 | 0,0099 | 0,0091 | 0,0099 | 0,0099 | 0,0087 | 0,0120 | 0,0098 | 0,0101 | 0 | 0,0101 |
| OC16 | 0,0098 | 0,0118 | 0,0103 | 0,0078 | 0,00913 | 0,011 | 0,0101 | 0,0081 | 0,0110 | 0,0104 | 0,0099 | 0,0099 | 0,0103 | 0,0098 | 0,0100 | 0 |
| | 0,01161875 | 0,0104875 | 0,0095625 | 0,0085375 | 0,008494375 | 0,00939375 | 0,0099375 | 0,00848125 | 0,01083125 | 0,0099625 | 0,00983125 | 0,01190625 | 0,009744375 | 0,009889375 | 0,009128125 | 0,009526875 |

Tabela Dados de RMS para precisão (*Scanner Omnicam*, digitalização segmentada)

| | OC1 | OS2 | OS3 | OS4 | OS5 | OS6 | OS7 | OS8 | OS9 | OS10 | OS11 | OS12 | OS13 | OS14 | OS15 | OS16 |
|------|----------|------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|-----------|-----------|---------|------------|-----------|
| OS1 | 0 | 0,0069 | 0,0064 | 0,0073 | 0,0097 | 0,0079 | 0,01 | 0,0101 | 0,0107 | 0,0103 | 0,0092 | 0,009 | 0,0127 | 0,0098 | 0,0100 | 0,0102 |
| OS2 | 0,0068 | 0 | 0,0064 | 0,0063 | 0,0103 | 0,0103 | 0,0091 | 0,0158 | 0,0087 | 0,008 | 0,0072 | 0,0067 | 0,0127 | 0,0092 | 0,017 | 0,012 |
| OS3 | 0,0064 | 0,0068 | 0 | 0,007 | 0,008 | 0,0106 | 0,0106 | 0,0174 | 0,0089 | 0,0106 | 0,0093 | 0,0092 | 0,0124 | 0,0112 | 0,0097 | 0,00101 |
| OS4 | 0,0073 | 0,066 | 0,0066 | 0 | 0,0092 | 0,0102 | 0,0078 | 0,0139 | 0,0083 | 0,0079 | 0,0068 | 0,008 | 0,0104 | 0,0091 | 0,0077 | 0,00101 |
| OS5 | 0,0097 | 0,0107 | 0,0078 | 0,0096 | 0 | 0,011 | 0,0135 | 0,0090 | 0,0162 | 0,0169 | 0,0105 | 0,011 | 0,0183 | 0,0152 | 0,013 | 0,0185 |
| OS6 | 0,0081 | 0,0098 | 0,0103 | 0,0099 | 0,0108 | 0 | 0,013 | 0,0177 | 0,0122 | 0,013 | 0,0103 | 0,0105 | 0,0101 | 0,0130 | 0,0112 | 0,0110 |
| OS7 | 0,0097 | 0,0095 | 0,0109 | 0,0079 | 0,0152 | 0,0133 | 0 | 0,0093 | 0,0091 | 0,0096 | 0,0092 | 0,0096 | 0,0087 | 0,0099 | 0,0101 | 0,0103 |
| OS8 | 0,0191 | 0,0127 | 0,0185 | 0,0145 | 0,0187 | 0,0203 | 0,01 | 0 | 0,0115 | 0,0117 | 0,0192 | 0,0178 | 0,0115 | 0,0143 | 0,0146 | 0,0180 |
| OS9 | 0,012 | 0,009 | 0,0094 | 0,0076 | 0,0171 | 0,0125 | 0,0093 | 0,0099 | 0 | 0,0101 | 0,0109 | 0,0083 | 0,0100 | 0,0101 | 0,0085 | 0,0097 |
| OS10 | 0,0102 | 0,0083 | 0,0108 | 0,0077 | 0,0174 | 0,0127 | 0,0095 | 0,0111 | 0,0097 | 0 | 0,0074 | 0,0081 | 0,0096 | 0,0095 | 0,0079 | 0,0108 |
| OS11 | 0,0096 | 0,0074 | 0,0095 | 0,0068 | 0,0101 | 0,0107 | 0,0095 | 0,0131 | 0,0108 | 0,0077 | 0 | 0,0076 | 0,0101 | 0,0083 | 0,0098 | 0,0072 |
| OS12 | 0,0092 | 0,0069 | 0,0089 | 0,008 | 0,0113 | 0,0105 | 0,0098 | 0,015 | 0,0083 | 0,008 | 0,0074 | 0 | 0,0089 | 0,0071 | 0,0110 | 0,0082 |
| OS13 | 0,0127 | 0,0127 | 0,0124 | 0,0104 | 0,0133 | 0,0101 | 0,0087 | 0,0115 | 0,0100 | 0,0096 | 0,0101 | 0,0089 | 0 | 0,0111 | 0,0112 | 0,0100 |
| OS14 | 0,0098 | 0,0092 | 0,0112 | 0,0091 | 0,0122 | 0,0130 | 0,0099 | 0,0113 | 0,0101 | 0,0095 | 0,0083 | 0,0071 | 0,0136 | 0 | 0,0100 | 0,0098 |
| OS15 | 0,0100 | 0,011 | 0,0097 | 0,0077 | 0,013 | 0,0112 | 0,0101 | 0,009 | 0,0085 | 0,0079 | 0,0098 | 0,0110 | 0,0112 | 0,0100 | 0 | 0,0076 |
| OS16 | 0,0102 | 0,012 | 0,00101 | 0,00101 | 0,0115 | 0,0110 | 0,0103 | 0,0112 | 0,0097 | 0,0108 | 0,0072 | 0,0082 | 0,0100 | 0,0098 | 0,0076 | 0 |
| | 0,009425 | 0,01243125 | 0,008738125 | 0,007550625 | 0,0117375 | 0,01095625 | 0,00944375 | 0,01158125 | 0,00954375 | 0,009475 | 0,008925 | 0,0088125 | 0,0106375 | 0,00985 | 0,00995625 | 0,0090825 |

Tabela Dados de RMS para precisão (*Scanner Omnicam*, digitalização contínua)

| | CC1 | CC2 | CC3 | CC4 | CC5 | CC6 | CC7 | CC8 | CC9 | CC10 | CC11 | CC12 | CS13 | CS14 | CS15 | CS16 |
|------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|
| CC1 | 0 | 0,018 | 0,0133 | 0,014 | 0,0161 | 0,0188 | 0,0169 | 0,0201 | 0,031 | 0,0271 | 0,0204 | 0,0275 | 0,0245 | 0,0202 | 0,0171 | 0,0187 |
| CC2 | 0,021 | 0 | 0,0195 | 0,022 | 0,0211 | 0,023 | 0,0298 | 0,0247 | 0,0287 | 0,0321 | 0,0241 | 0,0297 | 0,0175 | 0,0196 | 0,0179 | 0,0181 |
| CC3 | 0,0132 | 0,0194 | 0 | 0,0178 | 0,0154 | 0,0157 | 0,031 | 0,0211 | 0,0289 | 0,0288 | 0,0225 | 0,0298 | 0,0200 | 0,0198 | 0,0201 | 0,0197 |
| CC4 | 0,0141 | 0,0216 | 0,0175 | 0 | 0,0192 | 0,0176 | 0,0179 | 0,0191 | 0,0301 | 0,0226 | 0,0201 | 0,0217 | 0,0241 | 0,0215 | 0,0210 | 0,0216 |
| CC5 | 0,0156 | 0,0196 | 0,0146 | 0,0194 | 0 | 0,0173 | 0,0267 | 0,0171 | 0,0253 | 0,0246 | 0,0154 | 0,0227 | 0,0200 | 0,0192 | 0,0198 | 0,0204 |
| CC6 | 0,02 | 0,02 | 0,0165 | 0,0175 | 0,0173 | 0 | 0,0271 | 0,0202 | 0,025 | 0,0209 | 0,0159 | 0,0199 | 0,0195 | 0,0201 | 0,0198 | 0,0201 |
| CC7 | 0,0364 | 0,0297 | 0,0233 | 0,0239 | 0,0272 | 0,0284 | 0 | 0,0235 | 0,0195 | 0,0241 | 0,0237 | 0,0198 | 0,0250 | 0,0207 | 0,0216 | 0,0251 |
| CC8 | 0,0207 | 0,0280 | 0,0209 | 0,0201 | 0,0176 | 0,0201 | 0,023 | 0 | 0,0173 | 0,0204 | 0,0199 | 0,0221 | 0,0196 | 0,0192 | 0,0198 | 0,0197 |
| CC9 | 0,0212 | 0,0296 | 0,0295 | 0,0183 | 0,0252 | 0,0245 | 0,0187 | 0,0168 | 0 | 0,02 | 0,0214 | 0,0237 | 0,0220 | 0,0218 | 0,0210 | 0,0230 |
| CC10 | 0,0271 | 0,0297 | 0,0297 | 0,0235 | 0,0251 | 0,0206 | 0,0251 | 0,0204 | 0,0204 | 0 | 0,0198 | 0,0171 | 0,0242 | 0,0220 | 0,0217 | 0,0209 |
| CC11 | 0,0203 | 0,0246 | 0,0211 | 0,0206 | 0,0161 | 0,0159 | 0,0214 | 0,0193 | 0,02 | 0,0189 | 0 | 0,0211 | 0,0197 | 0,0189 | 0,0172 | 0,0191 |
| CC12 | 0,0248 | 0,0281 | 0,0295 | 0,0238 | 0,0225 | 0,0206 | 0,02 | 0,0224 | 0,0238 | 0,0164 | 0,0207 | 0 | 0,0234 | 0,0222 | 0,0217 | 0,0202 |
| CC13 | 0,0245 | 0,0175 | 0,0200 | 0,0241 | 0,0200 | 0,0195 | 0,0250 | 0,0196 | 0,0220 | 0,0242 | 0,0197 | 0,0234 | 0 | 0,0205 | 0,0190 | 0,0201 |
| CC14 | 0,0202 | 0,0196 | 0,0198 | 0,0215 | 0,0192 | 0,0201 | 0,0207 | 0,0192 | 0,0218 | 0,0220 | 0,0189 | 0,0222 | 0,0212 | 0 | 0,0189 | 0,0197 |
| CC15 | 0,0171 | 0,0179 | 0,0201 | 0,0210 | 0,0198 | 0,0198 | 0,0216 | 0,0198 | 0,0210 | 0,0217 | 0,0172 | 0,0217 | 0,0190 | 0,0189 | 0 | 0,0190 |
| CC16 | 0,0187 | 0,0181 | 0,0197 | 0,0216 | 0,0204 | 0,0201 | 0,0251 | 0,0197 | 0,0230 | 0,0209 | 0,0191 | 0,0202 | 0,0201 | 0,0197 | 0,0190 | 0 |
| | 0,01968125 | 0,0213375 | 0,0196875 | 0,01931875 | 0,0188875 | 0,018875 | 0,021875 | 0,0189375 | 0,0223625 | 0,02154375 | 0,018675 | 0,0214125 | 0,0199875 | 0,01901875 | 0,018475 | 0,0190875 |

Tabela Dados de RMS para precisão (*Scanner Carestream, digitalização segmentada*)

| | CS1 | CS2 | CS3 | CS4 | CS5 | CS6 | CS7 | CS8 | CS9 | CS10 | CS11 | CS12 | CS13 | CS14 | CS15 | CS16 |
|------|----------|----------|------------|------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| CS1 | 0 | 0,0231 | 0,0213 | 0,0188 | 0,0182 | 0,0206 | 0,0202 | 0,0194 | 0,0242 | 0,0244 | 0,0256 | 0,0201 | 0,0215 | 0,0205 | 0,0203 | 0,0200 |
| CS2 | 0,0232 | 0 | 0,0196 | 0,0164 | 0,0159 | 0,0157 | 0,0184 | 0,015 | 0,0200 | 0,0158 | 0,0175 | 0,0135 | 0,0169 | 0,0169 | 0,0159 | 0,0189 |
| CS3 | 0,0217 | 0,0191 | 0 | 0,0177 | 0,0157 | 0,0179 | 0,0174 | 0,0118 | 0,0132 | 0,0231 | 0,0264 | 0,0203 | 0,0182 | 0,0170 | 0,0161 | 0,0193 |
| CS4 | 0,0188 | 0,0157 | 0,0183 | 0 | 0,0095 | 0,0167 | 0,0163 | 0,0121 | 0,0222 | 0,0157 | 0,0158 | 0,015 | 0,0160 | 0,0153 | 0,0131 | 0,0165 |
| CS5 | 0,0183 | 0,0158 | 0,0158 | 0,0099 | 0 | 0,0145 | 0,0191 | 0,0113 | 0,0197 | 0,015 | 0,0146 | 0,0159 | 0,0150 | 0,0141 | 0,0132 | 0,0129 |
| CS6 | 0,0209 | 0,018 | 0,0181 | 0,0175 | 0,0147 | 0 | 0,0201 | 0,0167 | 0,0235 | 0,0186 | 0,0188 | 0,0141 | 0,0167 | 0,0169 | 0,0171 | 0,0169 |
| CS7 | 0,0206 | 0,018 | 0,019 | 0,0169 | 0,0191 | 0,0199 | 0 | 0,0175 | 0,0218 | 0,0247 | 0,0231 | 0,0161 | 0,0178 | 0,0167 | 0,0172 | 0,0198 |
| CS8 | 0,0201 | 0,0235 | 0,0118 | 0,0121 | 0,0116 | 0,0171 | 0,0171 | 0 | 0,0169 | 0,0192 | 0,0206 | 0,0194 | 0,0150 | 0,0115 | 0,0167 | 0,016 |
| CS9 | 0,0201 | 0,0235 | 0,0131 | 0,0231 | 0,0207 | 0,023 | 0,021 | 0,017 | 0 | 0,0292 | 0,032 | 0,0241 | 0,0215 | 0,0208 | 0,0201 | 0,0217 |
| CS10 | 0,0202 | 0,0159 | 0,0221 | 0,0151 | 0,0142 | 0,0181 | 0,0233 | 0,0183 | 0,0201 | 0 | 0,0138 | 0,0156 | 0,0215 | 0,0207 | 0,0201 | 0,0171 |
| CS11 | 0,0198 | 0,0166 | 0,0266 | 0,0154 | 0,0149 | 0,0183 | 0,0221 | 0,0201 | 0,0180 | 0,0136 | 0 | 0,017 | 0,0167 | 0,0178 | 0,0163 | 0,0190 |
| CS12 | 0,0207 | 0,013 | 0,0202 | 0,0149 | 0,0168 | 0,0145 | 0,0164 | 0,0193 | 0,0205 | 0,0163 | 0,0181 | 0 | 0,0180 | 0,0171 | 0,0169 | 0,0190 |
| CS13 | 0,0189 | 0,0169 | 0,0182 | 0,0160 | 0,0150 | 0,0167 | 0,0178 | 0,0150 | 0,0 | 0,0215 | 0,0167 | 0,0180 | 0 | 0,0161 | 0,0160 | 0,0162 |
| CS14 | 0,0176 | 0,0169 | 0,0170 | 0,0153 | 0,0141 | 0,0168 | 0,0167 | 0,01159 | 0,0208 | 0,0207 | 0,0178 | 0,0171 | 0,0171 | 0 | 0,0161 | 0,0159 |
| CS15 | 0,0203 | 0,0159 | 0,0161 | 0,0131 | 0,0132 | 0,0171 | 0,0172 | 0,0167 | 0,0201 | 0,0201 | 0,0163 | 0,0169 | 0,0160 | 0,0172 | 0 | 0,0191 |
| CS16 | 0,0200 | 0,0189 | 0,0193 | 0,0165 | 0,0129 | 0,0169 | 0,0198 | 0,016 | 0,0217 | 0,0171 | 0,0190 | 0,019 | 0,0162 | 0,0159 | 0,0191 | 0 |
| | 0,018825 | 0,016925 | 0,01728125 | 0,01491875 | 0,01415625 | 0,0164875 | 0,01768125 | 0,014861875 | 0,01766875 | 0,0184375 | 0,01850625 | 0,01638125 | 0,01650625 | 0,01590625 | 0,0158875 | 0,01676875 |

APÊNDICE D – CARTA DE ACEITAÇÃO DE ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo aceite - Brazilian Dental Science

Dear authors,

I am pleased to inform you that the manuscript ***“Evaluation of the influence of the impression technique, scanning direction and type of scanner on the accuracy of the final model”*** was accepted for publication in BDS. Your manuscript is now under the editing process prior to publication.

Authors: Diogo Cabecinha Viegas

Accept Submission: 2020-07-16

Thank you for submitting your work to BDS.



Sergio Eduardo de Paiva Gonçalves
EDITOR-IN-CHIEF
Brazilian Dental Science

APÊNDICE E – ARTIGO PUBLICADO



Evaluation of the influence of the impression technique, scanning direction and type of scanner on the accuracy of the final model

Avaliação da influência da técnica de impressão, direção de digitalização e tipo de scanner na precisão do modelo final

Diogo Cabecinha VIEGAS¹, João Tiago MOURÃO¹, Joao Carlos ROQUE¹, Hilton RIQUIERI¹, João FERNANDES², Fernando Vasconcelos ARROBAS², Pedro Jacy Santos DIAMANTINO², Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni SAAVEDRA^{1,2}

1 - Department of Fixed Prosthodontics and Oral Rehabilitation, School of Dental Medicine, Lisbon University (FMDUL), Lisbon, Portugal.

2 - Department of Dental Materials and Prosthodontics, Institute of Science and Technology, São Paulo State University (Unesp), São José dos Campos, Brazil.

3 - School of Dental Medicine, Lisbon University (FMDUL), Lisbon, Portugal.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study is to evaluate the influence of the type of scanner and scanning direction on the accuracy of the final cast. **Material and Methods:** A partial master cast was used as a reference. A total of 128 scans were obtained and divided into two groups: the conventional method and the digital method. The digital group was divided into three groups: TRIOS 3, Omnicam and CS 3600. Each of these groups was subdivided according to the scanning direction, and each scan was overlaid on the digital reference cast to measure the trueness and precision of the procedures. **Results:** The overall precision values for the type of impression were $59.89 \pm 13.08 \mu\text{m}$ for conventional and $13.42 \pm 4.28 \mu\text{m}$ for digital; the values for trueness were $49.37 \pm 19.13 \mu\text{m}$ for conventional and $53.53 \pm 4.97 \mu\text{m}$ for digital; the scanning direction trueness values were $53.05 \pm 4.36 \mu\text{m}$ for continuous and $54.03 \pm 5.52 \mu\text{m}$ for segmented; and the precision values were $14.18 \pm 4.67 \mu\text{m}$ for continuous and $12.67 \pm 3.75 \mu\text{m}$ for segmented ($p > 0.05$). For the scanner type, the trueness values were $50.06 \pm 2.65 \mu\text{m}$ for Trios 3, $57.45 \pm 4.63 \mu\text{m}$ for Omnicam, and $52.57 \pm 4.65 \mu\text{m}$ for Carestream; and those for precision were $11.7 \pm 2.07 \mu\text{m}$ for Trios 3, $10.09 \pm 2.24 \mu\text{m}$ for Omnicam, and $18.49 \pm 2.42 \mu\text{m}$ for Carestream ($p < 0.05$). **Conclusions:** The digital impression method is the most favorable method regarding precision; in terms of trueness, there are no differences between the types of impressions.

KEYWORDS

Conventional impression; Intra oral impression; Accuracy; Trueness.

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo é avaliar a influência do tipo de técnica de moldagem, tipo de escâner intraoral e direção do escaneamento na precisão do modelo final. **Material e Métodos:** Um modelo parcial mestre foi usado como referência. Um total de 128 escaneamentos foi obtido e dividido em dois grupos: o método convencional ($n = 32$) e o método digital ($n = 96$). O grupo digital foi dividido em três grupos: TRIOS 3 ($n = 32$), Omnicam ($n = 32$) e CS 3600 ($n = 32$). Cada um desses grupos foi subdividido de acordo com a direção do escaneamento ($n = 16$), e cada escaneamento foi sobreposto ao modelo de referência digital para medir a veracidade e precisão dos procedimentos. **Resultados:** Os valores gerais de precisão para o tipo de impressão foram $59,89 \pm 13,08 \mu\text{m}$ para convencional e $13,42 \pm 4,28 \mu\text{m}$ para digital; os valores de veracidade foram $49,37 \pm 19,13 \mu\text{m}$ para convencional e $53,53 \pm 4,97 \mu\text{m}$ para digital; os valores de veracidade para a direção de digitalização foram $53,05 \pm 4,36 \mu\text{m}$ para contínua e $54,03 \pm 5,52 \mu\text{m}$ para segmentada; e os valores de precisão foram $14,18 \pm 4,67 \mu\text{m}$ para contínua e $12,67 \pm 3,75 \mu\text{m}$ para segmentada ($p > 0,05$). Para o tipo de scanner, os valores de veracidade foram $50,06 \pm 2,65 \mu\text{m}$ para Trios 3, $57,45 \pm 4,63 \mu\text{m}$ para Omnicam e $52,57 \pm 4,65 \mu\text{m}$ para Carestream; e os de precisão foram $11,7 \pm 2,07 \mu\text{m}$ para Trios 3, $10,09 \pm 2,24 \mu\text{m}$ para Omnicam e $18,49 \pm 2,42 \mu\text{m}$ para Carestream ($p < 0,05$). **Conclusões:** O método de moldagem digital é o método mais favorável em relação à precisão; em termos de veracidade, não há diferenças entre os tipos de impressão.

PALAVRAS-CHAVE

Impressão convencional; Impressão intra oral; Precisão; Veracidade.

INTRODUCTION

As a result of technological developments, we are surrounded by resources that aim to make our daily activities more practical, comfortable and agile. This dynamism is present in dentistry, and currently, it is possible to perform major treatments with great agility and excellence while eliminating some stages and promoting advantages, such as greater comfort for the patient. [1]

Numerous dental procedures require a positive reproduction of teeth and other structures of interest, as well as of the antagonist arch [2,3] This stage needs to be carried out accurately to ensure good adaptation of prosthetic pieces to teeth, as well as greater longevity [4-7]

In this context, CAD/CAM (*computer-aided design/computer-aided manufacturing*) has a central role, and it has gradually become part of dentist and technician routines. Inlays, onlays, crowns, veneers and fixed prostheses may be manufactured by means of computer-aided design (CAD) and milling (CAM) [8] Definitive restorations can thus be performed in a dental office or a lab that receives the data virtually [9]

The conventional models are obtained from a mold, defined as “a negative replica or reversed copy of the surface of an object; an impression of the teeth and adjacent structures for use in dentistry” [10]

During the impression stage, trays containing an elastomeric type of impression material are used [11,12] Some of the disadvantages of the conventional method have been eliminated, such as the tray selection stage, the distortion risk (molding, disinfecting, filling and shipment to the lab stages), and the patient's discomfort [13,14]

The CAD/CAM system allows the software to receive information directly from the patient's mouth through the use of an intraoral scanner for image capture. By means of data and algorithm calculations, the software generates an image on

a computer screen, which results in a virtual and three-dimensional model [8]

Another great advantage of scanning is the reduction in the number of stages along with the patient's acceptance, since the procedure does not generate anxiety and does not interfere with natural breathing. [15,16] Moreover, the procedure is more comfortable, as well as easily and quickly performed, and the generation of a virtual model facilitates storage and allows the collected data to be manipulated [15,17]

To eliminate the conventional impression and the cast model, the end result of the digital impression should be as accurate as the conventional technique [11]

Therefore, considering these advantages that facilitate dentist and dental technician work, a comparison of the two techniques, bearing in mind that the conventional impression has been well-established due to length of usage and the achievement of satisfactory results, is an important tool for widening utilization based on the precision and accuracy of the acquired models [17-21]

The purpose of the present study was to evaluate the accuracy by means of trueness and precision considering the type of impression technique, scanning direction and their interaction.

MATERIAL AND METHODS

Material

In this study, a partial master model (with edentulous space in the element 25 region and dental preparations for elements 24 and 26) is used as a basis for comparison between analog and digital impression techniques (Figure 1A, B, C). The model is milled from polymer (Model Blank Bege 95H39, ZirkohnZahn GmbH), and 120 models are obtained, which are divided into two large groups according to the data collection method (32 conventional models (CM) and 96 digital models (DM)).

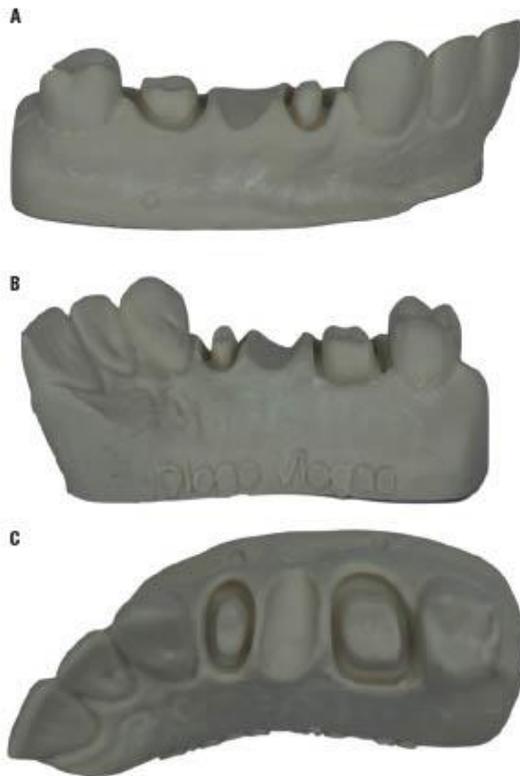


Figure 1A,B,C - Representative images of reference model (RM). Buccal, lingual and occlusal view.

METHODS

The calibration of the reference scanner was performed by applying a standard calibration plaque and selecting the option “Calibrate scan” on ZirkohnZahn Scan software (ZirkohnZahn GmbH) according to the manufacturer recommendations (Figure 2A, B, C).

Forty-eight conventional impressions were poured into type IV plaster (Fujirock, GC) from digital impressions performed with individual trays through the two-step technique, with a polyvinylsiloxane material with a fluid and putty-like consistency (Virtual, Ivoclar Vivadent) and a polymerization period of 4,5 minutes (Figure 3A, B, C).

The pouring of the type IV plaster models (Fujirock, GC) followed the manufacturer recommendations.

The digital model group was subdivided into three minor groups according to the model used: TRIOS 3 (3Shape), CEREC Omnicam (Dentsply Sirona Systems), or CS3600 (Carestream) (Figures 4, 5, 6).



Figure 2A,B,C - Representative images of the calibration process of the ZirkohnZahn Scan software.

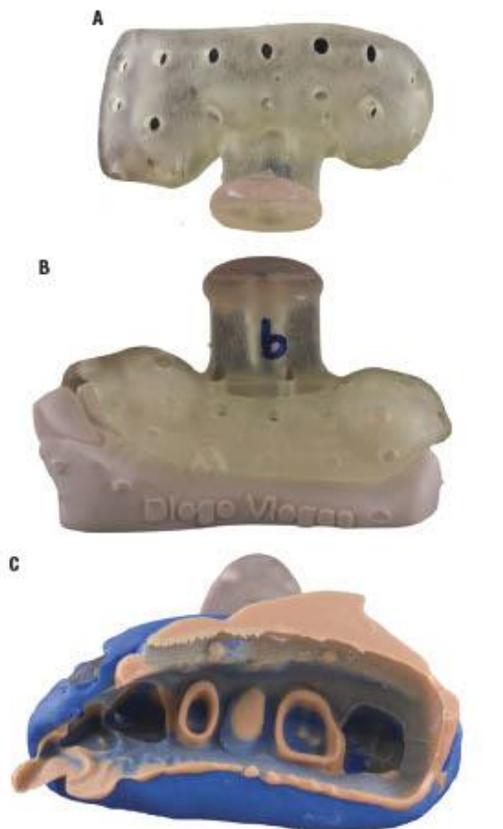


Figure 3 - A; Representative image of individual printed tray. Buccal view. B; Representative images of modified individual tray, positioned over the model. Lingual view. C; Putty and light polyvinylsiloxane impression of reference model. Occlusal view.



Figure 4 - Representative image of TRIOS 3 scanner.



Figure 5 - Representative images of CEREC Omnicam.



Figure 6 - Representative image of CS 3600.

The three groups were subdivided into two groups according to the scanning direction: segmented or continuous. The segmented method consisted of digitization from the occlusal surface of the most distal tooth (27), maintaining a focal distance of approximately 1 cm moving across the occlusal surface of the adjacent teeth to the element 21 incisor. Afterwards, the occlusion of the second molar (27) was revisited to reestablish a reference and allow the digitization of the vestibular surface in the anterior direction to the central incisor. Finally, the same procedure was repeated for the palatine surface. For the continuous method, maintaining the same focal distance, the process was initiated from the occlusal surface of 27 towards incisor 21 with short oscillatory movements in the buccal-lingual direction. From this point on, the scan was directed towards the vestibular surface in the distal direction to the vestibule of 27 and continuously towards the

occlusion and palatine of 27. Afterwards, the scan progressed in the mesial direction to the palatine of 21, according to the schematic below (Figure 7A, B). The two methods were refined once by means of procedure repetition until complete closure of the mesh was achieved, finalized by the rendering process. [22]

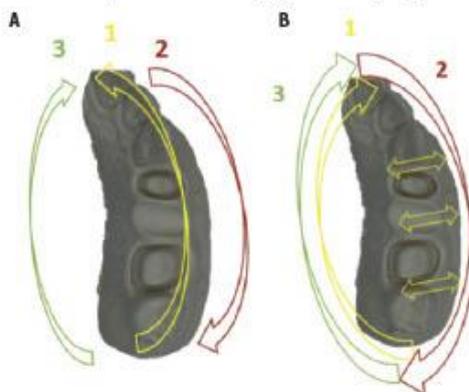


Figure 7 - A; Representation of continuous scanning direction and sequence of the reference model (RM). B; Representation of segmented scanning direction and sequence of the reference model (RM).

All the scanners were calibrated according to the manufacturer recommendations prior to their use.

To evaluate and quantify the effect of the experience acquired by the operator on the accuracy of the digital reference model (DRM) obtained by the reference scanners (S600 Arti, ZirkohnZahn GmbH) compared to the obtained images, which were converted into .STL files (standard triangle language) by the three scanners in different steps (n= 16), an assessment was carried out between intergroups and intragroups with Geomagic Control X software (3D Systems).

The CM group models were scanned through the reference scanner (S600 Arti-ZirkohnZahn GmbH) and sent with the virtual models of the DM group to Geomagic Control X software (3D Systems) for intergroup and intragroup assessment of each technique

(conventional vs. digital) as established by ISO 12836. [23]

To analyze these parameters, the collected data were converted into .STL files and sent to Geomagic Control X software (3D Systems). This software uses precise mathematical algorithms and objectively measures the possible volumetric variations in the whole model regarding the master model (Figure 8).

The data were analyzed using the Mann-Whitney U test ($\alpha = .05$) to assess whether the mean trueness and precision values of the two impression systems differed. Second, the Mann-Whitney test was used to assess whether the mean trueness and precision values of the two scanning directions differed. Third, ANOVA was used to assess whether the mean trueness and precision values of the three scanner systems differed.

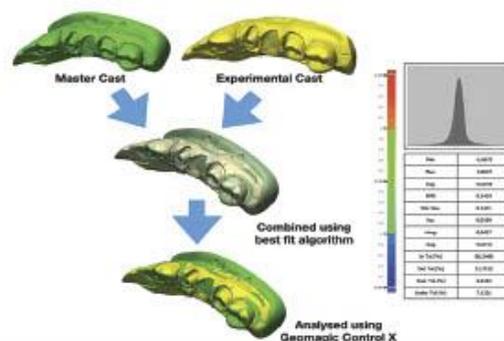


Figure 8 - Representation of the digital model analysis method with Geomagic Control X software.

RESULTS

In the present study, the results were obtained according to the following independent variables and their possible combinations: the impression models, scanning direction and type of scanner.

For the independent variable “impression methods” (digital and conventional), the mean values, standard deviation, standard error mean

and confidence interval (95%) regarding the trueness and precision are presented in Table I.

Table I - Descriptive statistics for trueness and precision regarding the impression method

| | | Trueness | Precision |
|-------------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| Conventional (n= 32) | Mean | 49.37 | 59.89 |
| | Standard deviation | 19.13 | 13.08 |
| | Standard error mean | 3.38 | 2.31 |
| | Confidence interval(95%) | [42.48; 56.27] | [55.18; 64.61] |
| Digital (n= 96) | Mean | 53.53 | 13.42 |
| | Standard deviation | 4.97 | 4.28 |
| | Standard error mean | 0.51 | 0.44 |
| | Confidence interval(95%) | [52.53; 54.55] | [12.66; 14.29] |

Regarding precision, the statistical test results show statistically significant differences ($p < 0.05$). In fact, we observe differences in terms of the mean and confidence interval of the two groups (Conventional: 59.89 [55.18; 64.61]; Digital: 13.42 [2.56; 14.29]).

Regarding trueness, the statistical test results do not reveal statistically significant differences ($p > 0.05$). This means that the null hypothesis should not be rejected. The sample sizes of the two groups are different ($n = 32$ and $n = 96$).

Regarding the independent variable "scanning direction" (continuous and segmented), the mean values, standard deviation, standard error mean and confidence interval (95%) for trueness and precision are presented in Table II.

Table II - Descriptive statistics for trueness and precision regarding digitization direction

| | | Trueness | Precision |
|-----------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| Continuous (n= 48) | Mean | 53.06 | 14.18 |
| | Standard deviation | 4.36 | 4.67 |
| | Standard error mean | 0.63 | 0.67 |
| | Confidence interval(95%) | [51.78; 54.31] | [12.82; 15.54] |
| Segmented (n= 48) | Mean | 54.08 | 12.67 |
| | Standard deviation | 5.52 | 3.75 |
| | Standard error mean | 0.79 | 0.54 |
| | Confidence interval(95%) | [52.43; 55.63] | [11.58; 13.76] |

There are no statistically significant differences between the two digitization techniques, and the effect size is small for both trueness and precision. As such, the null hypothesis should not be rejected.

Regarding the independent variable type of scanner (Trios 3, Omnicam and CS 3600), the mean values, standard deviation, standard error mean and confidence interval (95%) for trueness and precision are presented in Table III.

Table III - Descriptive statistics for trueness and precision regarding the type of scanner

| | | Trueness | Precision |
|--------------------|--------------------------|----------------|----------------|
| Trios 3 (n= 32) | Mean | 50.6 | 11.7 |
| | Standard deviation | 2.66 | 2.07 |
| | Standard error mean | 0.47 | 0.37 |
| | Confidence interval(95%) | [49.65; 51.55] | [10.95; 12.45] |
| Omnicam (n= 32) | Mean | 57.45 | 10.09 |
| | Standard deviation | 4.63 | 2.24 |
| | Standard error mean | 0.82 | 0.39 |
| | Confidence interval(95%) | [55.78; 59.12] | [9.28; 10.89] |
| CS 3600 (n= 32) | Mean | 52.57 | 18.49 |
| | Standard deviation | 4.65 | 2.42 |
| | Standard error mean | 0.82 | 0.43 |
| | Confidence interval(95%) | [50.89; 54.25] | [17.6; 19.36] |

Table IV illustrates the results of the ANOVA one-way test for K-independent samples after confirmation of normality with the Shapiro-Wilk test with $p > 0.05$ in the three groups. It is possible to conclude that there are statistically significant differences in trueness ($p < 0.001$) regarding the type of scanner.

Table IV - Multiple comparisons of the ANOVA test regarding trueness

| Type of scanner | | Mean difference | Significance | Decision |
|-----------------|---------|-----------------|--------------|-----------------------|
| Trios 3 | Omnicam | -0.0068 | $p < 0.001$ | Rejects H_0 |
| | CS3600 | -0.0019 | $p = 0.104$ | Does not reject H_0 |
| Omnicam | 3Shape | 0.0068 | $p < 0.001$ | Rejects H_0 |
| | CS3600 | 0.0048 | $p < 0.001$ | Rejects H_0 |
| CS3600 | 3Shape | 0.0019 | $p = 0.104$ | Does not reject H_0 |
| | Omnicam | -0.0048 | $p < 0.001$ | Rejects H_0 |

The multiple comparison analysis shows statistically significant differences between the Trios 3 and Omnicam scanners ($p < 0.001$); mean difference: -0.0068) and between CS 3600 and Omnicam ($p < 0.001$); mean difference: -0.0048).

Table V illustrates the results of the Kruskal-Wallis test for K-independent samples, given that the null hypothesis of normality is rejected ($p < 0.001$ in two of the groups). The test result shows that there are statistically significant differences ($p < 0.001$), which justifies conducting post hoc Games-Howell tests for multiple comparisons.

Table V - Hypothesis test for precision regarding the type of scanner

| | Normality Test | Decision | Statistical Test | Decision | Mean Rank |
|-----------|---|--|--|---|---------------------|
| Precision | Trios 3 SW(32)= 0.793, $p < 0.001$ | | | | 3Shape 44.02 |
| | Omnicam SW(32)= 0.687, $p < 0.001$ | The null hypothesis of normality is rejected | Kruskal-Wallis $X^2(KW2)$ = 66.886, $p < 0.001$ | There are statistically significant differences | Omnicam 22.55 |
| | CS 3600 SW(32)= 0.982, $p = 0.861$ | | | | Carestream 78.94 |

A direct comparison between the Trios 3 and Omnicam scanners presents statistically significant differences in precision. Omnicam is more precise (mean rank: 21.83 and $p < 0.001$), and the effect size is large ($r = -0.57$) (Table VI).

Table VI - Hypothesis test for precision regarding the type of scanner

| | Statistical Test | Decision | Mean Ranks | Effect Size $r = Z/(\sqrt{n})$ |
|-----------|--|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Precision | Mann-Whitney $U = 17050$, $p < 0.001$ | There are statistically significant differences | 3Shape 43.17 Omnicam 21.83 | $r = -0.57$ |

A direct comparison between the Trios 3 and CS 3600 scanners evinces statistically significant differences in precision. Trios 3 is more precise (mean rank: 17.34 and $p < 0.001$) (Table VII).

Table VII - Hypothesis test for precision of Trios 3 vs Carestream

| | Statistical Test | Decision | Mean Ranks | Effect Size $r = Z/(\sqrt{n})$ |
|-----------|---|---|---|-----------------------------------|
| Precision | Mann-Whitney $U = 23.0$, $p < 0.001$ | There are statistically significant differences | Omnicam 17.22 Carestream 47.78 | $r = -0.82$ |

A direct comparison between these two scanners indicates a statistically significant difference in precision. Omnicam is more precise (mean rank: 17.22 and $p < 0.001$) (Table VIII).

Table VIII - Hypothesis test for precision of Omnicam vs Carestream

| | Statistical Test | Decision | Mean Ranks | Effect Size $r = Z/(\sqrt{n})$ |
|-----------|---|---|---|-----------------------------------|
| Precision | Mann-Whitney $U = 23.0$, $p < 0.001$ | There are statistically significant differences | Omnicam 17.22 Carestream 47.78 | $r = -0.82$ |

In Table IX, the mean values, standard deviation, standard error mean and confidence interval (95%) for trueness and precision are presented for the combination of the independent variables type of scanner and digitization direction.

Table IX - Descriptive statistics for trueness and precision regarding variable interactions and digitization direction

| | | Trueness | Precision |
|-----------------------------|----------------------------|----------------|----------------|
| Trios 3 continuous (n= 16) | Mean | 51.93 | 12.94 |
| | Standard deviation | 2.61 | 2.26 |
| | Standard error mean | 0.65 | 0.57 |
| | Confidence interval(95%) | [50.54; 53.31] | [11.74; 14.15] |
| Trios 3 segmented (n= 16) | Mean | 49.28 | 10.46 |
| | Standard deviation | 1.98 | 0.68 |
| | Standard error mean | 0.49 | 0.17 |
| | Confidence interval(95%) | [48.22; 50.33] | [10.09; 10.82] |
| Omniscam continuous (n= 16) | Mean | 56.26 | 9.6 |
| | Standard deviation | 3.98 | 0.96 |
| | Standard error mean | 0.99 | 0.24 |
| | Confidence interval(95%) | [54.13; 58.38] | [9.12; 10.1] |
| Omniscam Segmented (n= 16) | Mean | 58.64 | 10.55 |
| | Standard deviation | 5.04 | 3.01 |
| | Standard error of the mean | 1.26 | 0.75 |
| | Confidence interval(95%) | [55.95; 61.32] | [8.94; 12.15] |
| CS3600 continuous (n= 16) | Mean | 50.96 | 19.03 |
| | Standard deviation | 4.47 | 1.74 |
| | Standard error of the mean | 1.12 | 0.44 |
| | Confidence interval(95%) | [48.58; 53.34] | [19.03; 20.89] |
| CS3600 segmented (n= 16) | Mean | 54.18 | 17.01 |
| | Standard deviation | 4.39 | 2.11 |
| | Standard error mean | 1.09 | 0.53 |
| | Confidence interval(95%) | [51.84; 56.52] | [15.88; 18.14] |

To assess the influence of the technique on trueness regarding type of scanner, the ANOVA two-way test is conducted, since normality and equality variance are assumed for all groups.

The table analysis shows that the scanning direction has an influence on the type of scanner result.

When evaluating the multiple comparisons table (Table X), it is identified that the stratification by type of scanner is not influenced by the scanning technique, which means there are no statistically significant differences between the trueness of each type of scanner ($p > 0.05$) when the conventional and segmented techniques are applied. The null hypothesis is retained when comparing Trios 3 with the continuous technique to Trios

3 with the segmented technique ($p = 0.395$), when comparing CS 3600 with the continuous technique to CS 3600 with the segmented technique ($p = 0.189$), and when comparing Omnicam with the continuous technique to Omnicam with the segmented technique ($p = 0.517$) regarding trueness.

Table X - Multiple comparisons related to interaction between digitization direction and type of scanner regarding trueness

| (I) variable combined | (J) variable combined | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval Lower Bound |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|------|-------------------------------------|
| Trios 3 continuous | trios 3 segmented | .002560 | .001378 | .596 | -.00204 |
| | omnicam continuous | -.004330 | .001378 | .090 | -.00902 |
| | omnicam segmented | -.006713* | .001378 | .001 | -.01140 |
| | cs 3600 continuous | .000968 | .001378 | .992 | -.00372 |
| | cs 3600 segmented | -.002256 | .001378 | .749 | -.00696 |
| Trios 3 segmented | trios 3 continuous | -.002560 | .001378 | .596 | -.00734 |
| | omnicam continuous | -.006980* | .001378 | .000 | -.01167 |
| | omnicam segmented | -.009363* | .001378 | .000 | -.01405 |
| | cs 3600 continuous | -.001682 | .001378 | .913 | -.00637 |
| | cs 3600 segmented | -.004906* | .001378 | .034 | -.00960 |
| Omniscam continuous | trios 3 continuous | .004330 | .001378 | .090 | -.00036 |
| | trios 3 segmented | .006980* | .001378 | .000 | .00229 |
| | omnicam segmented | -.002383 | .001378 | .702 | -.00707 |
| | cs 3600 continuous | .005298* | .001378 | .016 | .00061 |
| | cs 3600 segmented | .002074 | .001378 | .810 | -.00262 |
| Omniscam segmented | trios 3 continuous | .005713* | .001378 | .001 | .00202 |
| | trios 3 segmented | .009363* | .001378 | .000 | .00467 |
| | omnicam continuous | .002383 | .001378 | .702 | -.00231 |
| | cs 3600 | .007681* | .001378 | .000 | .00299 |
| | cs 3600 segmented | .004456 | .001378 | .074 | -.00023 |
| CS3600 continuous | trios 3 continuous | -.000968 | .001378 | .992 | -.00566 |
| | trios 3 segmented | .001682 | .001378 | .913 | -.00301 |
| | omnicam continuous | -.005298* | .001378 | .016 | -.00999 |
| | omnicam segmented | -.007681* | .001378 | .000 | -.01237 |
| | cs 3600 segmented | -.003224 | .001378 | .369 | -.00791 |
| CS 3600 segmented | trios 3 continuous | .002256 | .001378 | .749 | -.00243 |
| | trios 3 segmented | .004906* | .001378 | .034 | .00022 |
| | omnicam continuous | -.002074 | .001378 | .810 | -.00676 |
| | omnicam segmented | -.004456 | .001378 | .074 | -.00916 |
| | cs 3600 continuous | .003224 | .001378 | .369 | -.00147 |

Therefore, the multiple comparisons between different scanning directions and different types of scanners (e.g., Trios 3 with continuous technique vs Omnicam with segmented technique) are not relevant enough to report since the sensitive factor appears to be the type of scanner. The fact that these comparisons are statistically significant (although devoid of practical relevance) justifies the statistically significant result of the two-way ANOVA test ($p = 0.007$) initially conducted.

When evaluating precision regarding the technique used with the Trios 3 scanner, statistically significant differences are identified ($p < 0.001$), as well as a large effect size in favor of the segmented technique, which suggests that for this type of scanner, the segmented technique is more favorable (mean rank: 9.75) (Table XI).

Table XI - Hypothesis test for precision of Trios 3 continuous vs segmented

| | Statistical Test | Decision | MeanRanks | Effect Size $r = Z/(\sqrt{n})$ |
|-----------|--|---|--|--------------------------------|
| Precision | Mann-Whitney $U = 20.00$, $p < 0.001$ | There are statistically significant differences | Continuous 23.25 Segmented 9.75 | $r = -0.726$ |

When evaluating precision regarding the technique used with the Omnicam scanner, no statistically significant differences are detected ($p = 0.955$), and a small effect size is observed, which suggests that for this type of scanner, the technique is irrelevant (mean rank - continuous: 16.59, segmented: 16.41) (Table XII).

Table XII - Hypothesis test for precision of Omnicam continuous vs segmented

| | Statistical Test | Decision | MeanRanks | Effect Size $r = Z/(\sqrt{n})$ |
|-----------|--|--|---|--------------------------------|
| Precision | Mann-Whitney $U = 126.500$, $p = 0.955$ | There are no statistically significant differences | Continuous 16.59 Segmented 16.41 | $r = -0.17$ |

When evaluating precision regarding the technique utilized with the CS 3600 scanner, statistically significant differences, as well as a large effect size in favor of the segmented technique, are identified ($p < 0.001$), which suggests that for this type of scanner, the segmented technique is more favorable (mean rank: 10.63) for obtaining more precise models. (segmented: mean - 0.017 and IC95% [0.016; 0.018] and continuous: mean - 0.019 and IC95% [0.019; 0.021]) (Table XIII).

Table XIII - Hypothesis test for precision of Carestream* continuous vs segmented

| | Statistical Test | Decision | Mean Ranks | Effect Size $r = Z/(\sqrt{n})$ |
|-----------|---|--|---|--------------------------------|
| Precision | Mann-Whitney $U = 34.000$, $p < 0.001$ | There are no statistically significant differences | Continuous 22.38 Segmented 10.63 | $r = -0.63$ |

DISCUSSION

The limitations of elastomeric materials and impression techniques have been widely studied to justify the need for renewal of materials, as well as impression techniques [22]. The sensitivity of the technique, the patient's discomfort, dimensional changes through contraction after polymerization, distortion of the tray, plaster expansion and changes caused by disinfecting agents may be seen as weak points [11,23-27]. Nevertheless, this combination has been successful for a long period of time [28].

Two events are considered to have led to an increase in the use of digital technology in dentistry: curiosity towards novelty and the increase in digital technology use in basic training provided by universities [9].

Moreover, the clinical implications of the use of intraoral scanners are very relevant. Intraoral scanners show extreme trueness and precision. However, each scanner has strong and weak points that should be considered, since no equipment has yet proven to have the best precision, trueness and speed combination [19].

The main characteristic of a scanner should be the accuracy defined by the conjunction or sum of two factors: precision and trueness [29-37]

The replacement of both the conventional impression and the cast model would be justifiable if the final quality of the digital impression meets, at minimum, the same qualitative level of accuracy as that of conventional techniques [11]

A review of the scanning of both single-unit restorations and multiple restorations with up to 4-5 elements is favorably comparable to the conventional method regarding precision. For single-unit teeth impressions, several studies have considered that the digital method is similar to the conventional method of impression with polyvinylsiloxane and polyether [33,38-40]. Additionally, as the extension of the digitization area increases, directly proportional distortion may ensue [4,9,41-44]

Many studies concur with our results, wherein the digital method surpasses the precision results regarding conventional methods [1,13,41,42,45-47]

Regarding the trueness of the impression method (conventional and digital), the results present no statistically significant differences ($p > 0.05$), and the effect size is moderate (0.298). This means that the null hypothesis should not be rejected. However, there are some limitations related to these results that should be considered. For one, the sample sizes of the groups are different (CM $n = 32$ and DM $n = 96$).

In contrast with our results, one study found higher trueness in models generated by scanning of conventional impressions with polyether for up to 3-4 elements [48]. It should be noted that, in our study, polyvinylsiloxane was used.

In this study, the scanning of single-unit restorations is favorably comparable to the conventional method regarding trueness. For

impressions on single-unit teeth, several studies stated that the digital method was similar to the conventional method of impressions with polyvinylsiloxane and polyether [38,39,48].

Other authors have observed differences in the numerical values for trueness as the width and extension of the digitized dental arch increased. Thus, it is concluded that the larger the extension is, the lower the trueness [4,9,49].

It is important to note that when the learning curve is complete, the digital method possesses the advantage of involving fewer stages, which makes the process simpler, thus reducing the risk of error. [15,16] In complex cases, this makes the process easier, diminishing the risk of repetition. If necessary, repetition does not become a problem since the digital method enables the reproduction of the defective part alone [31,35].

Another relevant issue is the patients' preference for this technique over the conventional technique [14].

Moreover, because the data are digital, virtual models can be obtained, which facilitates the storage and manipulation of the collected data [15,17].

Therefore, considering the advantages that facilitate dentist and dental technician routines, a comparison between the two techniques, while bearing in mind that conventional impressions have been established through length of usage and achievement of satisfactory results, is an important tool for increasing utilization based on the precision and accuracy of the obtained models [17-21].

Regarding the digitization direction, continuous or segmented, no statistically significant differences are found, and the effect size is small. As such, the null hypothesis should be retained and, therefore, not rejected.

However, as far as the digitization direction variable combined with the type of scanner is concerned, it is observable that

the mean values do not present a statistically significant difference, thus confirming the null hypothesis. Another study concluded that there was no influence from the scanning direction on the precision of 3D images and that all the results were clinically acceptable. The type of model used by these authors could justify this fact [15].

On the other hand, there is a study that corroborates the results of the present study. The authors evaluated four different types of digitization strategies and obtained statistically equal results for the three evaluated scanners. Only one scanner (iTero) showed an influence from the digitization direction on the results [50].

The Trios 3 and Omnicam scanners produced digital images that were compared to each other; the data were subjected to the Kruskal-Wallis test, executed for independent samples (Table IX). Since the statistical variation was representative, the post hoc test was then carried out for multiple comparisons, which confirmed the superiority of the Omnicam equipment. Despite these differences between scanners, it should be stated that, within the scope of a clinic, they do not have an effect on the results of treatment.

According to the test "hypothesis for precision: Trios 3 versus CS 3600" (Table X), there are no statistically significant variations between the obtained models, notwithstanding the fact that the image capture conditions with the intraoral scanner remain unaltered. In this context, the Trios 3 scanner presents greater trueness than the CS 3600 scanner.

In the comparative test between Omnicam and CS 3600 (Table XI), regarding "precision", Omnicam is superior, although these differences are centered in the statistical field. A low clinical relevance is observed regarding the adaptation of restorations given the high sensitivity of the standard deviation tests.

On the other hand, no similarities are found in comparison with previous studies regarding trueness. In other research, partial and total arch models that were obtained by several scanner brands and by the traditional impression technique were compared, and it was observed that the digital precision values were superior to those of the conventional technique in small areas, which is inversely proportional to the conclusions for larger area models [41].

In contrast, a study that used five scanner models as alternatives to impression materials for rehabilitation with implants, total and partial, demonstrated that the distortions found regarding the stability and longevity of the treatments were not relevant as long as the selection of a specific scanner was in accordance with its clinical indications [33].

CONCLUSIONS

The digital impression method was the most favorable method regarding precision. In terms of trueness, there were no differences. The scanning direction did not influence the accuracy of the final casts. Trios 3 was shown to be the most accurate scanner.

Acknowledgments

The authors are grateful to Guilherme Saavedra for content contributions, João Tiago Mourão for their critical review of the manuscript and the João Fernandes and Fernando Arrobas for support during the development and writing of these manuscript.

Funding

The author(s) received no specific funding for this work.

Conflict of interest

The authors have no proprietary, financial, or other personal interest of any nature or kind in any product, service, and/or company that is presented in this article.

REFERENCES

1. Sim JY, Jang Y, Kim WC, Kim HY, Lee DH, Kim JH. Comparing the accuracy (trueness and precision) of models of fixed dental prostheses fabricated by digital and conventional workflows. *J Prosthodont Res.* 2019 Jan;63(1):25-30. doi: 10.1016/j.jpjor.2018.02.002.
2. Bravak PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow—the comparison of two systems. *Clin Oral Investig.* 2013 Dec;17(9):2119-25. doi: 10.1007/s00784-013-0923-5.
3. Craddock MR, Windhorn RJ (2011) Is the US Army Dental Corps ready for the digital impression? *US Army Med Dep J.* Jan–Mar:38–41
4. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013 Feb;109(2):121-28. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60028-1.
5. Perakis N, Beker U, Magne P. Final impressions: a review of material properties and description of a current technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004;24:109-17.
6. Persson A, Odén A, Andersson M, Sand-borgh-Englund G. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. *Dent Mater.* 2009;25:929-36. doi: 10.1016/j.dental.2009.01.000.
7. Weltstein F, Sailer I, Roos M, Hämmerle C. Clinical study of the internal gaps of zirconia and metal frameworks for fixed partial dentures. *Eur J Oral Sci.* 2008;116:272-93. doi: 10.1111/j.1600-0722.2008.00527.x
8. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont.* 2018 Jan;27(1):35-41. doi: 10.1111/jopr.12527.
9. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int.* 2015 Jan;46(1):9-17. doi: 10.3290/jqi.a32244.
10. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent.* 2017;177(5):1–105. doi: 10.1016/j.prodent.2016.12.001.
11. Christensen G.J. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. *J Am Dent Assoc.* 2009;140:1301-4. doi: 10.14219/jada.archive.2009.0054.
12. Gjelvold B, Chrcanovic BR, Korduner EK, Collin-Bagewitz J, Kisch J. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. *J Prosthodont.* 2016 Jun;25(4):282-7. doi: 10.1111/jopr.12440.
13. Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, Papaspyridakos P. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: Anevaluation of accuracy. *J Prosthet Dent.* 2018 Apr;119(4):574-9. doi: 10.1016/j.prodent.2017.07.002.
14. Yuzbasiglu EI, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health.* 2014 Jan;30(14):10. doi: 10.1186/1472-6831-14-10.
15. Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral s: effects of both irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod.* 2016 Jan;46(1):3-12. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.3.
16. Watanabe-Kanno GA, Abrão J, Masiro Junior H, Sánchez-Ayala A, Lagravère MO. Reproducibility, reliability and validity of measurements obtained from Cerec 3 digital models. *Braz Oral Res.* 2009;23:288-96. doi: 10.1590/s1806-8324200900030011
17. Al-Mortadi N, Eggbeer D, Lewis J, Williams R.J. CAD/CAM applications in the manufacture of dental appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 142:277-33. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.04.023.
18. Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018 Feb;119(2):225-32. doi: 10.1016/j.prodent.2017.05.002.
19. Renne W, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital s: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017 Jul;118(1):36-42. doi: 10.1016/j.prodent.2016.09.024.
20. Chun J, Tahk JH, Chun Y, Park J, Kim M. Analysis on the accuracy of intraoral scanners: The effects of mandibular anterior interdental space. *Appl Sci.* 2017;7(7):719. doi: 10.3390/app7070719.
21. Sotbmayer PM, Moscardó AP, Camps I. Relationship between resolution and accuracy of four intraoral s in complete arch impressions. *J Clin Exp Dent.* 2018;10(4):361–6. doi: 10.4317/jced.54670.
22. Carotte P, Winstanley R, Green J. A study of the quality of impressions for anterior crowns received at a commercial laboratory. *Br Dent J.* 1993;174:235-40. doi: 10.1038/sj.bdj.4808162.
23. Milstein P. Determining the accuracy of gypsum casts made from type IV dental stone. *J Oral Rehabil.* 1992;19:239-43. doi: 10.1111/j.1365-2842.1992.tb01098.x.
24. Samet N, Shohat M, Livny A, Weiss E. A clinical evaluation of fixed partial denture impressions. *J Prosthet Dent.* 2005;94(12):7. doi: 10.1016/j.prodent.2005.05.002.
25. Amin WM, Al-Ali MH, Al Tarawneh SK, Taha ST, Saleh MW, Erefif N. The effects of disinfectants on dimensional accuracy and surface quality of impression materials and gypsum casts. *J Clin Med Res.* 2009;1:81-9. doi: 10.4021/jocmr2009.041235.
26. Chen C, Anusavice AJ. Impression materials: Phillips' science of dental materials. 12th ed. St. Louis: Elsevier; 2012:239-42.
27. Revised American Dental Association Specification No. 19 for non-aqueous, elastomeric dental impression materials. *J Amer Dent Assoc.* 1977;94:733-41.
28. Ragain JC, Grocko ML, Raj M, Ryan TN, Johnston WM. Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *Int J Prosthodont.* 2000 May-Jun;13(3):214-20.
29. International Organization for Standardization. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results e Part 1: General principles and definitions (ISO 5725:1994). Berlin: Beuth Verlag GmbH; 1997.
30. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313–21. doi: 10.1111/jopr.12218.
31. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems—a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101–29.
32. Martin CB, Chalmers EV, McIntyre GT, Cochrane H, Mossey PA. Orthodontic scanners: what's available? *J Orthod.* 2015;42(2):136–43. doi: 10.1179/14653131510000000001.
33. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):92. doi: 10.1186/s12903-017-0383-4.
34. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral s compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):429–34. doi: 10.1093/ejo/cjw033.
35. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod.* 2016; 38(4):422–428. doi: 10.1093/ejo/cjw077.

36. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont*. 2016 Aug 2. doi: 10.1111/jopd.12527.
37. Chochidakis KM, Pappaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng L, Ercole C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2016;116(2):184–90.
38. Yang X, Lv P, Liu Y, Si W, Feng H. Accuracy of Digital Impressions and Fitness of Single Crowns Based on Digital Impressions. *Materials (Basel)*. 2015 Jun 29;8(7):3945–57. doi: 10.3390/ma8073945.
39. Rudolph H, et al. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. *J Appl Oral Sci*. 2016 Jan-Feb;24(1):85–94. doi: 10.1590/1678-775720150266.
40. Lee JJ, Jeong ID, Park JY, Jeon JH, Kim JH, Kim WC. Accuracy of single-planes digital cast obtained using intraoral and casts. *J Prosthet Dent*. 2017 Feb;117(2):253–9. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.021.
41. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2016 Mar;115(3):213–20. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.09.011.
42. Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig*. 2016 Sep;20(7):1495–504. doi: 10.1007/s00784-015-1641-y.
43. Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2016 Jun;115(6):755–9. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.007.
44. Carbejal Mejia JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yotani H. Influence of pillars tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2017 Sep;118(3):392–9. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.10.021.
45. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res*. 2016 Jan;24(1):111–5. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x.
46. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig*. 2013 Sep;17(7):1759–64. doi: 10.1007/s00784-012-0864-4.
47. Cho SH, Schaefer O, Thompson GA, Guentsch A. Comparison of accuracy and reproducibility of casts made by digital and conventional methods. *J Prosthet Dent*. 2015 Apr;113(4):310–5. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.09.027.
48. Ali AO. Accuracy of digital impressions achieved from five different digital impression systems. *Dentistry*. 2015;5(5):1–6. doi: 10.4172/2161-1122.1000300.
49. Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent*. 2009;12(1):11–28.
50. Medina-Solmayor P, Pascual-Moscardó A, Camps I. Conection: Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. *PLoS One*. 2018 Dec 20;13(12). doi: 10.1371/journal.pone.0209883.

Diogo Miguel da Costa Cabecinha Pacheco Viegas
 (Corresponding address)
 Phone: +351 012 038 286
 E-mail: diogo.pviegas@gmail.com

Date submitted: 2020 Apr 27
 Accept submission: 2020 Jul 17

