



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# Precisão do *scanner* intraoral utilizado para a confecção de próteses fixas com a tecnologia CAD/CAM

Érica Satya Di Giaimo Fagundes

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em  
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 28 de maio de 2021



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Érica Satya Di Giaimo Fagundes

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em  
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Precisão do *scanner* intraoral utilizado para a confeção  
de próteses fixas com a tecnologia CAD/CAM

Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Carolina Coelho

## Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.



## AGRADECIMENTOS

Desejo exprimir os meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que esta tese se concretizasse.

Em primeiro lugar quero agradecer a *Cooperativa de Ensino Superior Politécnico e Universitário* – CESPu, instituição em que desenvolvo este trabalho, que disponibilizou sua infraestrutura, possibilitou a equivalência do meu diploma e meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço minha orientadora: Mestre Carolina Coelho, pela disponibilidade e pelo trato correto, generoso, direto e científico com que sempre abordou as nossas conversas.

Aos professores pela amizade, espírito de ajuda e bom humor de sempre, que tornaram o convívio muito agradável.

Aos meus colegas, agora amigos, quero agradecer-lhes os momentos, por muitas vezes, magníficos, que passámos juntos. A amizade demonstrada, a cumplicidade, a alegria, o bom convívio, as longas conversas, a generosidade, o apoio, os conselhos e por nunca terem permitido que o desalento se instalasse, mesmo quando as coisas não corriam bem.

E, finalmente agradeço, à minha família:

Ao meu pai, grande inspiração, que decerto teria ficado muito feliz por essa conquista. À minha mãe, por me apoiar e acreditar sempre na minha capacidade. Ao Wendell, meu marido, por sempre estar ao meu lado, me apoiar e incentivar. Agradeço ainda pela dedicação, preocupação, paciência e amor demonstrados. Aos meus filhos, Pedro e Isabella, que me estimulam a ser sempre melhor e a quem retirei muita atenção, paciência e acompanhamento, agradeço por serem maravilhosos e compreensivos.

A todos os meus sinceros agradecimentos.



## Resumo:

**Objetivos:** O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura sobre a precisão do *scanner* intraoral utilizado para a confecção de próteses fixas com a tecnologia CAD/CAM.

**Materiais e Métodos:** Foi realizada uma pesquisa bibliográfica através da PUBMED (via *National Library of Medicine*) segundo os seguintes termos de pesquisa: "*intraoral scanner*"; "*CAD-CAM*"; "*Measurement*"; "*Accuracy*"; "*Digital*". Os critérios de inclusão envolveram artigos publicados no idioma inglês e português, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020, que avaliam o grau de precisão de modelos digitais obtidos com a utilização de *scanners* em Medicina Dentária.

**Resultados:** Os resultados mostram que a utilização de *scanners* intraorais permite a realização de trabalhos protéticos com uma maior acurácia quando comparado com a técnica convencional. Quando se compara um *scanner* intraoral (técnica direta) com *scanners* de laboratório (técnica indireta) observa-se um menor tempo de trabalho. Além disso os *scanners* intraorais apresentam uma acurácia maior que os de laboratório.

**Discussão:** Várias opções de *scanner* estão disponíveis no mercado, sendo possível constatar diferenças entre a precisão dos diversos sistemas. A precisão dos sistemas intraorais pode ser comprometida devido a presença de mais variáveis do que quando se realiza a impressão por *scanner* extraoral de modelos.

**Conclusão:** Os *scanners* em Medicina Dentária permitem a confecção de próteses fixas com a utilização de sistemas CAD/CAM com precisão aceitável, permitindo que se possa utilizar essa tecnologia dentro dos consultórios de Medicina Dentária com segurança e previsibilidade.

**Palavras-Chave:** *Intraoral scanner*; CAD-CAM; *Measurement*; *Accuracy*; *Digital*.





## Abstract:

**Goals:** The main objective of this work was to carry out an integrative review of the literature on the accuracy of the intraoral scanner used for the manufacture of prostheses with CAD / CAM technology.

**Materials and methods:** A bibliographic search were carried out through PUBMED (via the National Library of Medicine) using the following search terms: "intraoral scanner"; "CAD-CAM"; "Measurement"; "Accuracy"; "Digital". The inclusion criteria involved articles published in English and Portuguese, from January 2010 to December 2020, which assess the degree of precision of digital models obtained with the use of scanners in Dental Medicine.

**Results:** The results show that the use of intraoral scanners allows the performance of prosthetic works with greater accuracy when compared to the conventional technique. When comparing an intraoral scanner (direct technique) with laboratory scanners (indirect technique), a shorter working time is observed. In addition, intraoral scanners are more accurate than laboratory scanners.

**Discussion:** Several scanner options are available on the market, and it is possible to see differences between the accuracy of the different systems. The accuracy of intraoral systems can be compromised due to the presence of more variables than when performing extraoral scanning of models.

**Conclusion:** Dental medicine scanners allow the manufacture of fixed prostheses with the use of CAD / CAM systems with acceptable precision, allowing this technology to be used within dentistry offices safely and predictably.

**Key words:** Intraoral scanner; CAD-CAM; Measurement; Accuracy; Digital





## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	XV
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS.....	3
MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
RESULTADOS.....	7
DISCUSSÃO.....	15
Os SISTEMAS CAD/CAM.....	15
PRECISÃO NOS DIVERSOS <i>SCANNERS</i> DENTÁRIOS.....	17
PRECISÃO NA PEÇA PROTÉTICA CAD/CAM.....	18
CONCLUSÕES.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	23



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa. ....	7
---	---



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Dados extraídos dos estudos selecionados para compor os resultados. .... 10





## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

3D	Tridimensional
CAD	<i>Designer</i> assistido por computador
CAM	Manufatura assistida por computador
NA	Não Avaliado
STL	<i>Standard Triangle Language</i> - Padrão de linguagem triangular
µm	Micrometro



## INTRODUÇÃO

A precisão dos métodos de obtenção dos modelos dentários é extremamente importante para a confecção de próteses de forma adequada. Nas técnicas convencionais utiliza-se um material de impressão para se obter uma reprodução negativa dos preparos dentários, seguida pela obtenção de um modelo em gesso. Os materiais de impressão elásticos, geralmente a base de polivinil siloxano, já têm comprovada a sua adequada precisão e estabilidade (1). A reprodução da condição intraoral exige a maior precisão possível, visto que erros cometidos nesta fase poderão representar graves consequências na qualidade da restauração final. Para a confecção de próteses com a utilização da tecnologia de *designer* assistido por computador (CAD) associado com a manufatura assistido por computador (CAM) é necessário converter a condição clínica do paciente num conjunto de imagens tridimensionais que possam ser analisadas no computador, com a utilização de *scanners* e *softwares* específicos (1–3).

A fabricação de restaurações com a utilização da técnica CAD/CAM envolve três etapas: obtenção da imagem tridimensional, desenho da peça no *software* de *designer* CAD e manufatura da peça assistida por computador (CAM) (4). A qualidade final da restauração produzida através do sistema CAD/CAM depende da qualidade da imagem tridimensional utilizada para o *designer* do projeto a ser impresso por impressoras ou fresadoras CAM (5).

O sucesso das restaurações dentárias depende da biocompatibilidade dos materiais utilizados, estética, resistência a fratura e da adaptação marginal (4–6). Um ajuste marginal inadequado irá comprometer a longevidade da restauração, uma vez que a exposição do cimento ao ambiente oral pode levar à sua dissolução (5). Quanto maior a discrepância do ajuste marginal, mais rápido é o índice de dissolução do cimento. A conseqüente acumulação de placa aumenta o risco de cárie secundária, infiltração, problemas endodônticos e periodontais (4). Existe um consenso de que uma desadaptação entre 50 e 200  $\mu\text{m}$  é considerada clinicamente aceitável de acordo com diferentes autores (3,4,7–9). O tipo de material utilizado, a localização do término

cervical, o tipo de preparo dentário, o método de fabricação da restauração, o tipo de obtenção do modelo de trabalho e a técnica utilizada podem influenciar na adaptação marginal (6).

As imagens tridimensionais podem ser obtidas de forma direta a partir de *scanners* intraorais diretamente na boca do paciente ou com a utilização de *scanners* extra orais que requerem que seja executada uma etapa de moldagem de forma convencional, para posterior digitalização do modelo de gesso no laboratório (2,3,5). A principal vantagem dos *scanners* intraorais é permitir a obtenção das imagens digitais diretamente da boca do paciente sem a necessidade de realização de moldagem convencional prévia (5), entretanto a aquisição das imagens intraorais depende da situação clínica. A presença de áreas desdentadas resultam numa menor acurácia dos *scanners* intraorais quando comparados com *scanners* extra orais (10). Entretanto, os procedimentos laboratoriais podem resultar em distorção, maior tempo clínico e laboratorial até à finalização de uma prótese (6). Por estes motivos, é importante conhecer a precisão dos *scanners* intraorais utilizados na confecção de próteses pela tecnologia de CAD/CAM.

## OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura sobre a precisão do *scanner* intraoral utilizado para a confecção de próteses fixas com a tecnologia CAD/CAM.

Este trabalho tem por base o protocolo de revisões PRISMA, com a seguinte questão focada, baseada na estratégia PICO:

Qual a precisão dos *scanners* intraorais utilizados na confecção de próteses fixas CAD/CAM?



## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa avançada através do PUBMED (via *National Library of Medicine*) utilizando as seguintes combinações de pesquisa: ("*intraoral scanner*" AND "CAD-CAM"); ("*intraoral scanner*" AND "CAD-CAM" AND "*Measurement*"); ("*intraoral scanner*" AND "CAD-CAM" AND "*Accuracy*") e ("*intraoral scanner*" AND "CAD-CAM" AND "*Digital*").

Estratégia de busca	Resultado da busca
" <i>intraoral scanner</i> " AND "CAD-CAM"	118
" <i>intraoral scanner</i> " AND "CAD-CAM" AND " <i>Measurement</i> "	17
" <i>intraoral scanner</i> " AND "CAD-CAM" AND " <i>Accuracy</i> "	39
" <i>intraoral scanner</i> " AND "CAD-CAM" AND " <i>Digital</i> "	97
Total	271

Os critérios de inclusão envolveram artigos publicados no idioma inglês e português, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020, que avaliam o grau de precisão de modelos digitais obtidos com a utilização de *scanners* usados em Medicina Dentária. Foram também incluídos artigos originais, ensaios randomizados, estudos *in vitro* e *in vivo*.

O total de artigos foi compilado para cada combinação de termos-chave citados acima, os duplicados foram removidos através do Mendeley Citation Manager e uma primeira avaliação foi realizada com base no título e no resumo, seguido pela leitura completa dos artigos. Foram selecionados 20 artigos de acordo com o objetivo deste estudo, que deu origem à bibliografia deste trabalho. As seguintes informações foram retiradas para esta revisão: Autores, ano de publicação, tipo de estudo, objetivos, método avaliado, adaptação marginal e conclusões.

Foram excluídos artigos de revisão narrativa e trabalhos que não avaliaram a precisão de modelos 3D usados na confecção de próteses dentárias.





## RESULTADOS

Da busca inicial resultaram 271 artigos, após a remoção dos duplicados restaram 112 artigos, que foram analisados com base nos critérios de inclusão e exclusão, resultando em 20 artigos que foram selecionados para análise neste trabalho (figura 1).

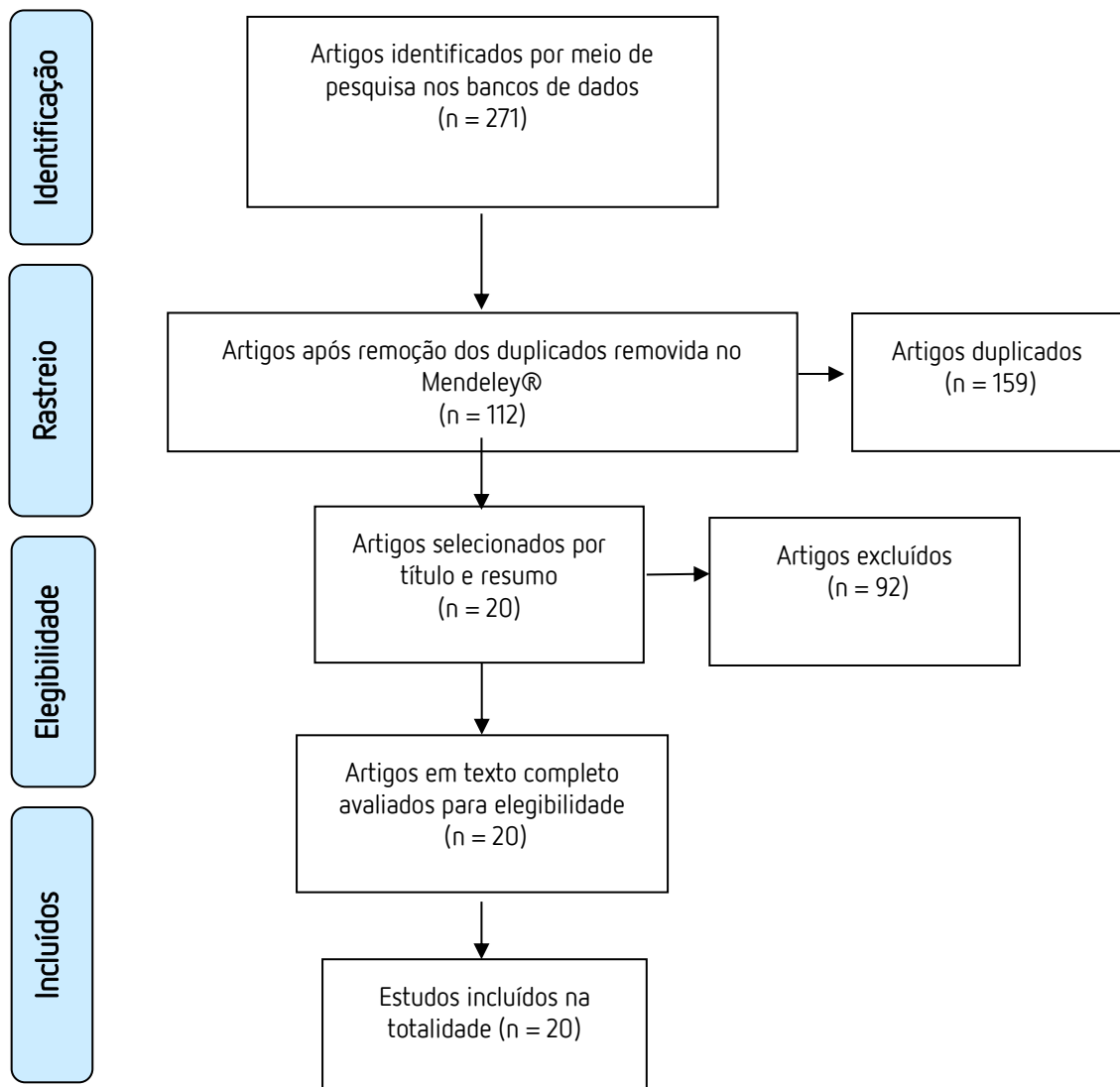


Figura 1: Diagrama de fluxo da estratégia de pesquisa.

Dos 20 estudos selecionados, 11 foram *in vitro*, 9 estudos foram *in vivo*, dos quais 2 eram relatos de caso e 2 eram ensaios clínicos randomizados, conforme a descrição na tabela 1. Dos estudos selecionados, 11 estudos possuíam dados de comparação de adaptação marginal que foram extraídos na tabela 1.

Os resultados mostram que a utilização de scanners intraorais permite a realização de trabalhos protéticos com uma maior precisão quando comparado com a técnica convencional com a utilização de polivinilsiloxano ou poliéter (4,6,11–13). Quando se compara scanner intraoral com scanners de laboratório observa-se um menor tempo de trabalho na técnica direta - com scanners intraorais - quando comparada com a técnica indireta - com o uso de scanners de laboratório, além disso os *scanners* intraorais apresentam uma acurácia maior que os de laboratório (1,2,5,6,10,14).

Existem vários sistemas de digitalização intraoral, todos apresentam resultados aceitáveis na adaptação marginal de coroas confeccionadas a partir desses sistemas (6,15–20). Entre os vários sistemas avaliados, as coroas fabricadas a partir do *scanner* intraoral TRIOS® (3Shape®), apresentaram menor discrepância que as que foram confeccionadas a partir do *Scanner* intraoral CS3600® (CS3600®; Carestream Dental) ou moldagem convencional (6). Outro estudo constatou que iTero Element® foi mais preciso do que as versões atuais dos *scanners* TRIOS 3® e True Definition® (19). Diferentes resoluções de captação da imagem (alta, normal ou baixa resolução) foram testadas, não havendo influência na precisão do modelos tridimensionais obtidos (18).

Alguns estudos mostram que as coroas confeccionadas a partir da utilização de *scanners* intraoral apresentam melhor adaptação que coroas obtidas a partir da digitalização indireta (1,2). Entretanto, há estudos que mostram que não há diferença significativa entre os métodos (5,21). Outros estudos apontam uma melhor precisão para a digitalização extraoral (10). O método de digitalização intraoral resulta num menor tempo de trabalho quando comparado com o método extra oral (1,2,17).

As coroas confeccionadas a partir de *scanners* intraorais apresentam adaptação semelhante a coroas obtidas pelo método tradicional (4). Alguns estudos mostram que coroas fabricadas a partir de modelos digitais são mais precisas que as confeccionadas de forma

tradicional (11–13,22). Entretanto o processo de cristalização altera a estrutura cristalina da cerâmica e pode resultar em alteração dimensional e conseqüente desadaptação marginal (14).

Tabela 1: Dados extraídos dos estudos selecionados para compor os resultados.

Autor (ANO)	Tipo Estudo	Objetivo	Método Avaliado	Adaptação marginal ( $\mu\text{m}$ )	Conclusões
Ahrberg et al. (2016)(2)	Ensaio clínico randomizado	Avaliar a eficiência de digitalização direta versus a indireta.	<i>Scanner</i> intraoral (Lava C.O.S. 3M ESPE®, Seefeld, Germany)	61,08 (DP 24,77)	Foi observado um melhor ajuste marginal nas coroas de digitalização direta, além de consumir um menor tempo de trabalho.
			<i>Scanner</i> extraoral Lava Scan ST, (3M ESPE®, Seefeld, Germany)	70,40 (DP 28,87)	
Arezoobakhsh et al. (2020)(1)	Estudo <i>in vitro</i>	Comparar o ajuste marginal e interno de estruturas de zircônia fabricadas através de varreduras digitais diretas e indiretas.	<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (TRIOS 2®; 3Shape®)	60 (DP 15)	O ajuste marginal foi melhor quando foram utilizados <i>scanners</i> intraorais em comparação com a scanarização de modelos ou dos moldes em laboratório.
			Scanner intraoral CS3600® (CS3600®; Carestream Dental)	55 (DP 12)	
			<i>Scanner</i> modelos em laboratório (Deluxe scanner®; Open Technologies)	106 (DP 45)	
			<i>Scanner</i> molde em laboratório (Deluxe scanner®; Open Technologies)	91 (DP 40)	
Berrendero et al. (2016)(4)	Ensaio clínico	Comparar o ajuste de coroas de cerâmica pura fabricadas a partir de moldagens de silicone convencionais com o ajuste de coroas de cerâmica pura fabricadas a partir de moldagens digitais com o uso de <i>scanner</i> intraoral.	<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (TRIOS 2®; 3Shape®)	106,6 (DP 69,6)	As coroas de cerâmica fabricadas com um <i>scanner</i> intraoral são comparáveis às impressões convencionais de elastômero em termos de ajustes marginais e internos. O ajuste marginal médio em ambos os grupos estava dentro dos limites de aceitabilidade clínica.
			Moldagem convencional com polivinil siloxano	119,9 (SD 59,9)	

Bohner et al. (2017)(5)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar e comparar a veracidade de <i>scanners</i> intraorais e extraorais em scanarizar dentes preparados.	<i>Scanner</i> intraoral Cerec Bluecam® (Dentsply Sirona®)	34,4 (SD 16,7)	<i>Scanners</i> intraoral e extraoral mostraram uma precisão semelhante na digitalização de dentes preparados, com discrepâncias maiores na região cervical e na superfície oclusal.
			Scanner intraoral TRIOS® (3Shape®)	32,8 (SD 21,4)	
			<i>Scanner</i> extraoral D250® (3Shape®)	46,7 (SD 56,9)	
			<i>Scanner</i> extraoral Cerec InEos X5 extraoral® (Dentsply Sirona®)	32,2 (SD 16,4)	
Carrilho Baltazar Vaz e Pimentel Coelho Lino Carracho (2020)(6)	Estudo <i>in vitro</i>	Comparar o ajuste marginal de copings de zircônia fabricados por impressão convencional e duas técnicas de digitalização.	<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (3Shape®)	53 (56)	A varredura digital com o TRIOS 3® mostrou valores de discrepância marginal mais baixos do que a varredura digital com o CS3600® e que a moldagem convencional com um elastômero.
			<i>Scanner</i> intraoral CS3600® (CS3600®; Carestream Dental)	93 (69)	
			Moldagem convencional com polivinil siloxano	106 (87)	
			Moldagem convencional com polivinil siloxano e adaptação em modelo de gesso	34 (49)	
Chiu et al. (2020)(18)	Estudo <i>in vitro</i>	Comparar a precisão das impressões digitais na margem de preparação da coroa através do uso de diferentes resoluções de digitalização de um sistema de <i>scanner</i> intraoral específico.	<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (3Shape®) Baixa resolução	32.2 (3.7)	A resolução do <i>scanner</i> intraoral é definida, principalmente, pelo <i>hardware</i> do sistema e otimizada para varreduras padrão. Um modo de <i>software</i> de alta resolução que obtém mais dados por um longo tempo pode, não necessariamente, beneficiar a precisão da scanarização, enquanto a preparação do dente e os parâmetros de superfície afetam a precisão.
			<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (3Shape®) resolução padrão	31.5 (5.5)	
			<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (3Shape®) Alta resolução	36.6 (3.1)	

Ciocca et al. (2018)(15)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar a precisão da impressão virtual.	OCMM® (SmartScope Flash CNC 300®; Optical Gaging Products, Rochester, NY, USA).	NA	As impressões digitais têm um nível de precisão que é aceitável para aplicações clínicas.
De Freitas et al. (2020)(14)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar os efeitos das técnicas de varredura na adaptação interna e marginal de coroas de dissilicato de lítio fresadas.	inEos X5® (Sirona® Dental Systems GmbH, Bensheim, Hessen, Germany)	109.17 (24.54)	O processo de cristalização interfere significativamente na adaptação interna e marginal da coroa.
			CEREC BlueCam® (Sirona® Dental Systems GmbH Bensheim, Hes- sen, Germany)	139.04 (108.61)	
Flugge, et al. (2013)(10)	Estudo <i>in vivo</i>	Comparar a precisão da varredura intraoral e extra oral com o iTero®, bem como a digitalização extra oral de um modelo.	Scanner extraoral D250® (3Shape®, Copenhagen, Denmark)	10 (6)	A digitalização com o iTero® é menos precisa do que a digitalização com o D250®. A varredura intraoral com o iTero® é menos precisa do que a varredura de modelo com o iTero®, sugerindo que as condições intraorais (saliva, espaçamento limitado) contribuem para a imprecisão.
			Scanner extra oral TRIOS® (3Shape®)	25 (18)	
			Scanner intraoral TRIOS® (3Shape®)	50 (37)	
Fukazawa, Odaira e Kondo (2017)(21)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar a precisão e o nível de erro, dos <i>scanners</i> intraorais em comparação com o <i>scanner</i> de laboratório.	NA	NA	A precisão da distância dos <i>scanners</i> intraorais estava dentro da mesma faixa de erro de um <i>scanner</i> de laboratório, demonstrando que alguns <i>scanners</i> intraorais podem reproduzir com precisão às relações posicionais do <i>abutment</i> .
García-Gil et al. (2020)(23)	Relato de caso	Estabelecer a exatidão da impressão convencional e digital em próteses fixas.	True Definition® (3M ESPE®, St Paul, USA);	0,67	A confecção de restaurações diretas pela técnica convencional ou digital apresentam resultados aceitáveis.
			iTero Element 2® (Align Technology, INC, San Jose, USA)	0,55	

Gimenez-Gonzalez et al. (2017)(16)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar o desempenho (precisão e repetibilidade) e os fatores que afetam o desempenho clínico de um <i>scanner</i> intraoral.	True Definition® (3M ESPE®, St Paul, USA)	NA	O <i>scanner</i> TrueDefinition fornece medições dentro dos limites clinicamente aceites. Ainda assim, a visibilidade do corpo, o comprimento de scanarização e a experiência do observador permanecem como fatores relevantes que afetam a precisão.
Gjelvold et al. (2016)(13)	Ensaio clínico randomizado	Comparar as técnicas de impressão digital e convencional num ensaio clínico randomizado; especificamente, tempos de procedimento, resultados centrados no paciente e avaliação clínica das restaurações.	Moldagem convencional com Polieter	154 (66)	Os resultados deste estudo demonstraram que a técnica digital foi mais eficiente e conveniente do que a técnica de moldagem convencional.
			<i>Scanner</i> intraoral TRIOS® (3Shape®)	125 (53)	
Iturrate et al. (2019)(19)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar a precisão de três <i>scanners</i> intraorais ao longo de toda a arcada dentária e avaliar a viabilidade da metodologia de avaliação para posterior análise <i>in vivo</i> .	iTero Element® (Align Technology®, INC, San Jose, USA) TRIOS 3® (3Shape®) True Definition® (3M ESPE®, St Paul, USA)	NA	O iTero Element® foi mais preciso do que as versões atuais do TRIOS 3® e True Definition®.
Pan et al. (2019)(17)	Ensaio Clínico	Avaliar a eficiência do tempo clínico e laboratorial e a qualidade dos resultados para coroas de implante único posterior por meio de um fluxo de trabalho digital sem modelo, com impressões digitais imediatamente após a colocação do implante.	NA	NA	A fabricação de coroas posteriores de implante único utilizando impressões digitais tiradas imediatamente após a colocação do implante e um fluxo de trabalho digital baseado em laboratório e sem modelo foi mais eficiente em termos de tempo e resultou em qualidade de resultados semelhante a um fluxo de trabalho híbrido através de impressões convencionais.

Pesce et al. (2018)(20)	Estudo <i>in vitro</i>	Avaliar a acurácia e a precisão dos <i>scanners</i> digitais.	NA	NA	O uso de <i>scanner</i> para obtenção de modelos digitais de implantes em arcos totais pode representar um método confiável para confecção de estruturas.
Pradíes et al. (2015)(12)	Estudo <i>In vivo</i>	Comparar o ajuste de coroas cerâmicas confeccionadas a partir de moldes convencionais de silicone com o ajuste de coroas cerâmicas confeccionadas a partir de moldes digitais intraorais.	Lava Chairside Oral <i>Scanner</i> , (3M ESPE®)	76.33 (65,32)	As coroas totalmente de cerâmica fabricadas a partir de moldes digitais intraorais demonstraram melhor ajuste interno do que as coroas fabricadas a partir de moldes de silicone.
			Moldagem convencional com polivinil siloxano	91.46 (72.17)	
Selz, Vuck e Guess (2016)(24)	Relato de caso	Descrever a utilização de <i>scanner</i> intraoral e CAD/CAM na confecção de coroas.	NA	NA	A cerâmica feldspática policromática CAD/CAM indicada para uso em região anterior apresenta ótimas características estéticas além de apresentar um ótimo custo-benefício.
Vecsei et al. (2017)(22)	Estudo <i>in vitro</i>	Comparar a exatidão (veracidade, precisão) de métodos CAD/CAM de digitalização direta e indireta.	NA	NA	Com os dois métodos, quanto menor a distância, mais resultados precisos são obtidos. Modelos virtuais obtidos por impressões digitais podem ser mais precisos do que as convencionais.
Zarauz et al. (2016)(11)	Ensaio clínico	Comparar o ajuste de coroas de cerâmica pura fabricadas a partir de impressões convencionais com o ajuste de coroas totais de cerâmica fabricadas a partir de impressões digitais intraorais.	Moldagem convencional com polivinil siloxano	134 (49)	Coroas de cerâmica pura fabricadas a partir de impressões digitais intraorais demonstraram um ajuste interno e marginal clinicamente aceitável assim como o da impressão convencional.
			iTero® (Align Technology®, San Jose, CA)	80 (26)	



## DISCUSSÃO

### Os sistemas CAD/CAM

A primeira tentativa de aplicar a tecnologia digital à odontologia começou na década de 1970 com Bruce Altschuler nos Estados Unidos, François Duret, na França, e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça. Na década de 1980, o Dr. Werner Mörmann e o Dr. Marco Brandestini, criaram o conceito do que viria a ser o CEREC® pela Sirona Dental Systems® LLC (Charlotte, NC) tornando-se a primeira empresa comercial com sistema CAD/CAM para restaurações dentárias (25).

O sistema de *designer* assistido por computador (CAD) e a tecnologia de manufatura assistida por computador (CAM) são processos que se interrelacionam e permitem que a partir de um modelo tridimensional obtido diretamente da cavidade oral ou a partir de um modelo de gesso, seja possível confeccionar uma peça protética (26,27). Essa tecnologia está presente não somente na Medicina Dentária, mas em muitas áreas da saúde e da indústria em geral. Diversas empresas têm desenvolvido sistemas CAD/CAM de alta tecnologia, que se baseiam em três componentes fundamentais: Obtenção de um modelo virtual, através da scanarização (28), seguido do desenvolvimento da peça protética num *software* CAD (26) e a confecção da peça tridimensional desenvolvida numa impressora tridimensional (CAM) (26,29,30). Os sistemas podem ser divididos de acordo com a disponibilidade do arquivo digital em sistemas fechados e sistemas abertos (31). Os sistemas de captura de imagem podem ser divididos em intraorais e extraorais (32). Os sistemas CAD/CAM também podem ser classificados de acordo com o local de produção das peças protéticas em sistemas para uso na própria clínica ou em laboratório (30,32,33).

Os sistemas de *scanner* intraoral usam diferentes tecnologias para obtenção das imagens 3D. Basicamente, existem dois tipos de *scanners*: as versões que necessitam de aplicação de pó

para formação de cobertura opaca refletiva antes da digitalização e as que não os utilizam (não requerem a camada de pó), com sistema de captura de vídeos full-color (34).

Os modelos digitais, podem ser confeccionados de duas formas: indireta ou direta. Na forma indireta através do *scanner a laser* ou por imagens de tomografias computadorizadas, também pode fazer digitalizada fora da cavidade oral, sobre o modelo de gesso e na forma direta através da impressão digital intraoral da boca do paciente (30,34). A obtenção de modelos diretamente na boca do paciente tem como vantagem a redução do tempo de trabalho, assim como a eliminação de etapas de moldagem e obtenção de modelos de gesso que podem resultar em imprecisão no processo. Entre as desvantagens no uso do *scanner* intraoral esta o seu alto custo e necessidade de se ter uma aprendizagem específica na técnica associada a diferenças marcantes entre sistemas. Outra dificuldade no uso de *scanner* intraoral está na obtenção de modelos de áreas edentulas, que pode resultar em grandes distorções (11,12,20).

Os sistemas de fabricação de próteses dentárias CAD/CAM usam um *scanner* para obtenção das imagens tridimensionais permitindo o desenho e a impressão das peças protéticas. Esse sistema foi inicialmente aplicado com sucesso apenas em *inlays* de cerâmica (21), entretanto, com o desenvolvimento de novos *softwares* e também de novos materiais seu uso na prótese tem se expandido, com a utilização sistemas CAM para confecção de infra estruturas metálicas (próteses fixas ou removíveis) ou estruturas protéticas em materiais poliméricos como o PMMA ou PEEK. Além da confecção de próteses os sistemas CAD/CAM são muito utilizados na confecção de alinhadores ortodônticos, no diagnóstico e planeamento cirúrgico (principalmente em cirurgia de implantes) (1,2,5,21)

A utilização do sistema CAD/CAM permitiu realizar uma série de processos de fabricação, como a fresagem precisa de titânio e materiais cerâmicos, para os quais a fundição era difícil de ser executada (1,2,5,21). A utilização de sistemas CAD/CAM oferece várias vantagens, incluindo melhoria da capacidade de diagnóstico e comunicação com o paciente, com redução de custos. Além disso, no que diz respeito ao técnico de prótese dentária, o sistema CAD/CAM proporciona um ambiente de trabalho aprimorado, um processo de fabricação e projeto de próteses confortável e seguro, melhor produtividade e menor tempo de fabricação. No que diz respeito à aplicação clínica, espera-se melhorar os serviços médicos, oferecendo procedimentos de

tratamento minimamente invasivos, mais rápidos, confortáveis e seguros. Essas vantagens podem trazer vários benefícios para os médicos dentistas, os técnicos de prótese dentária e os pacientes (21,24).

### **Precisão nos diversos *scanners* dentários**

A tecnologia CAD/CAM baseia-se no trabalho em *softwares* que requerem modelos virtuais, esses modelos virtuais são obtidos a partir de equipamentos que tem a capacidade de criar uma topografia virtual de superfície reproduzível. Os *scanners* dentários precisam da reprodução detalhada da superfície do objeto, em pequena escala, para fabricar uma prótese dentária precisa. O método de triangulação é usado para investigar a inspeção microtopográfica de superfícies. A triangulação é criada selecionando os três locais mais próximos com dados medidos formando um triângulo (35,36). Ele é projetado para remover possíveis discontinuidades entre pontos adjacentes, encaixando um plano através do triângulo formado. O principal formato do arquivo de imagem tridimensional obtido é o STL (Standard Triangle Language - padrão de linguagem triangular). A captação das imagens varia consonante ao tipo de tecnologia utilizada, ou seja, podemos assim dividir os *scanners* de uso odontológico em *scanners* intraorais: quando a imagem é capturada diretamente na boca do paciente e o *scanners* extraorais: quando a aquisição da imagem se faz de forma indireta através do scanarização dos modelos de gesso (1,36,37).

O valor clinicamente aceitável para discrepância marginal de restaurações geradas por CAD/CAM foi descrito como entre 50 e 200  $\mu\text{m}$ . Isso significa que a precisão da impressão digital, como a primeira etapa em qualquer fluxo de trabalho digital, deve ficar abaixo dessa faixa em termos de discrepância marginal (35,36).

Considerando os resultados dos diversos estudos que analisaram a precisão entre os diversos sistemas de digitalização, os sistemas intraorais apresentam, no geral, um resultado superior quando comparados com os sistemas extra orais (1,2,5,21).

Numa comparação da precisão da linha de término cervical com 7 *scanners* intraorais diferentes (3M®, CS3500® e CS3600®, DWIO®, Omnicam®, Planscan® e TRIOS®) Nedelcu et al. observaram que o *scanner* TRIOS® apresentou o melhor nível de distinção da linha de término cervical, enquanto os *scanners* DWIO® e PLAN® exibiram os níveis mais baixos de distinção e precisão do término cervical. De acordo com esse estudo foi observada uma grande diferença entre os *scanners* disponíveis no mercado (38).

Pradíes et al. e Ahrberg et al. analisaram o *scanner* intraoral (Lava C.O.S. 3MESPE®, Seefeld, Germany) e encontraram uma fidelidade de reprodução de detalhes de 61,08 µm (DP 24,77) e 76,33 µm (65,32) respetivamente. As coroas totalmente de cerâmica fabricadas a partir de moldes digitais intraorais demonstraram melhor ajuste interno do que as coroas fabricadas a partir de moldes de silicone (2,12).

Flugge, et al. comparam a precisão de digitalização de modelos de *scanner* extraoral D250® (3Shape®, Copenhagen, Denmark), com o TRIOS® (3Shape®) e com o *scanner* intraoral TRIOS® (3Shape®). A digitalização com o iTero® mostrou-se menos precisa do que a digitalização com o D250®. E a varredura intraoral com o iTero®, menos precisa do que a varredura extra oral do modelo iTero®, sugerindo que as condições intraorais (saliva, espaçamento limitado) contribuem para a imprecisão (10).

Bohner et al. avaliaram a precisão de 4 sistemas de *scanners* dentários e constataram que o intraoral e extra oral apresentam uma precisão semelhante, com uma fidelidade de detalhe variando entre 32,2 µm (SD 16,4) e 46,7 µm (SD 56,9) para os *scanners* extraorais, D250® e Cerec InEos X5® respetivamente, e 32,8 µm (SD 21,4) e 34,4 µm (SD 16,7) para os *scanners* intraorais, Cerec Bluecam® e TRIOS® respetivamente (5).

### **Precisão na peça protética CAD/CAM**

A longevidade e o sucesso das próteses dentárias fixas dependem fortemente da integridade marginal entre a preparação e a restauração. Uma revisão sistemática conduzida por

Ahlholm et al. concluíram que, no seu estado atual, as técnicas de moldagem digital são clinicamente aceitáveis e comparáveis às técnicas de moldagem convencionais, em termos de precisão para coroas únicas e próteses parciais fixas de curto alcance, mas que sua precisão para o tratamento completo da arcada dentária é inferior (36).

Vários trabalhos que analisam a precisão dos sistemas de digitalização e também CAD/CAM são realizados *in vitro*, entre as limitações destes estudos, fatores como a localização da linha de término cervical, saúde periodontal, presença de sangramento sulcular, salivação do paciente e colaboração do paciente, não são considerados (1,5,22,6,14–16,18–21).

O componente mais crítico em prótese dentária é a precisão da linha de término cervical. Chiu et al. avaliaram a influência da resolução de aquisição da imagem na digitalização com *scanner* intraoral e constataram que uma resolução maior na imagem não resulta necessariamente numa melhor qualidade da digitalização e numa maior precisão (18). A saída de cores de alguns *scanners* pode delinear melhor a linha de acabamento devido ao contraste fornecido; mas depende da tecnologia subjacente (38).

Segundo Zarauz et al., as coroas de cerâmica pura fabricadas a partir de impressões digitais intraorais demonstram um ajuste interno e marginal clinicamente aceitável como impressão convencional (11).

No entanto, mudanças continuam a acontecer em *scanners* e *softwares* mais recentes. Essas inovações podem mudar os resultados à medida que vão sendo investigados a fim de melhorar os valores de adaptação entre outros aspetos. Estudos que avaliem os novos *softwares* e *hardwares* são importantes para melhorar o entendimento desses sistemas e a sua utilidade na prática clínica diária (14,16).

Apesar de se conseguir uma precisão dentro dos limites clinicamente aceitável, vários fatores influenciam a precisão do *scanner* intraoral, dentre eles podemos citar a experiência do operador no manuseio do equipamento e a distância de scanarização (16,22). Esses fatores vão afetar de forma independente da qualidade do equipamento de scanarização, uma vez que são variáveis relacionadas ao operador (experiência) (16) e a área digitalizada (comprimento da scanarização) (16,22).

## **Perspetivas futuras e relevância clínica**

A utilização de tecnologias tem se tornado cada vez mais popular associada a uma rápida evolução da técnica e dos equipamentos disponíveis, e por este motivo, são necessários mais estudos, principalmente estudos clínicos que possam ajudar na difusão do uso da técnica associado ao reconhecimento das suas indicações e limitações no uso clínico do dia a dia.

## CONCLUSÕES

Da presente revisão integrativa da literatura sobre a precisão do scanner intraoral utilizado para a confecção de próteses fixas com a tecnologia CAD/CAM e, de acordo com as limitações dos estudos selecionados, foram tiradas as seguintes conclusões:

Os scanners intraorais permitem a confecção de próteses fixas com a utilização de sistemas CAD/CAM com precisão adequada, permitindo que se possa utilizar essa tecnologia dentro dos consultórios de Medicina Dentária com segurança, menor tempo de procedimento e adaptação satisfatória. Diversos estudos comprovam sua acurácia e aplicabilidade clínica.

Quando avaliada a precisão entre os sistemas de digitalização, os sistemas intraorais apresentam, no geral, um resultado superior quando comparados aos sistemas extra orais.

Os resultados de adaptação para coroas unitárias são melhores quando se utiliza um scanner intraoral, que além de ser mais preciso que a scanarização de modelos ou de moldes, apresenta a vantagem de ser mais rápido e mais económico, por eliminar a necessidade de uma etapa intermediária convencional.





## BIBLIOGRAFIA

1. Arezoobakhsh A, Shayegh SS, Jamali Ghomi A, Hakimaneh SMR. Comparison of marginal and internal fit of 3-unit zirconia frameworks fabricated with CAD-CAM technology using direct and indirect digital scans. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020 Jan;123(1):105–12.
2. Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2016 Mar;20(2):291–300.
3. Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci*. 2005;113(2):174–9.
4. Berrendero S, Salido MP, Valverde A, Ferreiroa A, Pradíes G. Influence of conventional and digital intraoral impressions on the fit of CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. *Clin Oral Investig*. 2016 Dec;20(9):2403–10.
5. Bohner LOL, De Luca Canto G, Marció BS, Laganá DC, Sesma N, Tortamano Neto P. Computer-aided analysis of digital dental impressions obtained from intraoral and extraoral scanners. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017 Nov;118(5):617–23.
6. Carrilho Baltazar Vaz IM, Pimentel Coelho Lino Carracho JF. Marginal fit of zirconia copings fabricated after conventional impression making and digital scanning: An *in vitro* study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020 Aug;124(2):223.e1-223.e6.
7. Kohorst P, Brinkmann H, Li J, Borchers L, Marginal SM. Marginal accuracy of four-unit zirconia fixed dental prostheses fabricated using different computer-aided design/computer-aided manufacturing systems. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(2):319–25.
8. Reich S, Kappe K, Teschner H, Schmitt J. Clinical fit of four-unit zirconia posterior fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci*. 2008;116(6):579–84.
9. Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. Nondestructive, *in vitro* quantification of crown margins. *J Prosthet Dent*. 2001;85(6):575–84.

10. Flügge T V., 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 Dentofac Orthop.* 2013;144(3):471–8.
11. 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.
12. Pradies G, Zarauz C, Valverde A, Ferreiroa A, Martínez-Rus F. Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions based on wavefront sampling technology. *J Dent.* 2015 Feb;43(2):201–8.
13. Gjelvold B, Chrcanovic BR, Korduner E-K, Collin-Bagewitz I, Kisch J. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* 2016 Jun;25(4):282–7.
14. De Freitas BN, Tonin BSHH, Macedo AP, dos Santos TMPP, De Mattos M d. GCGC, Hotta TH, et al. Adaptation accuracy of milled lithium disilicate crowns: A 2D and 3D microCT analysis. *J Esthet Restor Dent.* 2020 Jun;32(4):403–9.
15. Ciocca L, Meneghello R, Monaco C, Savio G, Scheda L, Gatto MR, et al. *In vitro* assessment of the accuracy of digital impressions prepared using a single system for full-arch restorations on implants. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2018 Jul;13(7):1097–108.
16. Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Özcan M, Pradies G. An *In Vitro* Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla. *J Prosthodont.* 2017 Dec;26(8):650–5.
17. Pan S, Guo D, Zhou Y, Jung RE, Hämmerle CHF, Mühlemann S. Time efficiency and quality of outcomes in a model-free digital workflow using digital impression immediately after implant placement: A double-blind self-controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2019 Jul;30(7):617–26.
18. Chiu A, Chen Y-WW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. *Sensors (Switzerland).* 2020 Feb;20(4):1–9.

19. Iturrate M, Lizundia E, Amezua X, Solaberrieta E. A new method to measure the accuracy of intraoral scanners along the complete dental arch: A pilot study. *J Adv Prosthodont*. 2019 Dec;11(6):331–40.
20. Pesce P, Pera F, Setti P, Menini M. Precision and Accuracy of a Digital Impression Scanner in Full-Arch Implant Rehabilitation. *Int J Prosthodont*. 2018;31(2):171–5.
21. Fukazawa S, Odaira C, Kondo H. Investigation of accuracy and reproducibility of abutment position by intraoral scanners. *J Prosthodont Res [Internet]*. 2017 Oct;61(4):450–9.
22. 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):177–84.
23. García-Gil I, Perez de la Calle C, Lopez-Suarez C, Pontevedra P, Suarez MJ. Comparative analysis of trueness between conventional and digital impression in dental-supported fixed dental prosthesis with vertical preparation. Vol. 12, *J of clinical and experimental dentistry*. 2020. p. e896–901.
24. Selz CF, Vuck A, Guess PC. Full-mouth rehabilitation with monolithic CAD/CAM-fabricated hybrid and all-ceramic materials: A case report and 3-year follow up. *Quintessence Int (Berl)*. 2016 Feb;47(2):115–21.
25. Logozzo S, Franceschini G, Kilpelä A, Caponi M, Governi L, Blois L. A Comparative Analysis Of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative Dentistry. *Internet J Med Technol*. 2012;5(1):1–18.
26. Al-Haj Husain N, Özcan M, Schimmel M, Abou-Ayash S. A digital cast-free clinical workflow for oral rehabilitation with removable partial dentures: A dental technique. *J Prosthet Dent*. 2020;123(5):680–5.
27. Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res*. 2019;6–11.
28. Bosio JA, Santo MD, Jacob HB. Odontologia digital contemporânea – scanners intraorais digitais. *Orthod Sci Prat*. 2017;10(39):355–62.

29. McLaughlin JB, Ramos V, Dickinson DP. Comparison of Fit of Dentures Fabricated by Traditional Techniques Versus CAD/CAM Technology. *J Prosthodont.* 2019;28(4):428–35.
30. Correia ARM, Sampaio Fernandes JCA, Cardoso JAP, Leal da Silva CFC. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Rev Odontol da UNESP.* 2006;35(2):183–9.
31. Perng-Ru, Liu DMD M. A Panorama of Dental. *Compend Contin Educ Dent.* 2005;26 No. 7(july):507–13.
32. Alves VM, de Oliveira RS, Cecilio OL, Neto OI, Castro SHD. Vantagens X Desvantagens Do Sistema Advantages X Disadvantages of System Cad / Cam. *Brazilian J Surg Clin Res - BJSCR.* 2017;18(1):106–9.
33. Vitória A, Luna L, Vasconcelos MG, Vasconcelos RG. Sistema Cad-Cam : a Tecnologia Na Confecção De Próteses. *Salusvita, Bauru.* 2018;37(11):963–84.
34. Loiola M, Shibasaki W, Integrada OO, Dias F, Maria T, Fernandes F. Escaneamento Intraoral : o fim da era dos modelos de gesso Intraoral scanning : the end of the era of plaster models Escaneamento Intraoral : o fim da era dos modelos de gesso. 2019;52(1):86–90.
35. Flügge T, Ludwig U, Winter G, Amrein P, Kernen F, Nelson K. Fully guided implant surgery using Magnetic Resonance Imaging - An *in vitro* study on accuracy in human mandibles. *Clin Oral Implants Res.* 2020 Aug;31(8):737–46.
36. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont.* 2018;27(1):35–41.
37. Bolding SL. Advanced Digital Implant Dentistry. 2012;1–9. Available from: [https://www.dentalacademyofce.com/courses/2264/PDF/1206cei\\_implant\\_web.pdf](https://www.dentalacademyofce.com/courses/2264/PDF/1206cei_implant_web.pdf)
38. 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;18(27):1–11.