

O Uso de Scanners Intraorais Aliados ao CAD/CAM em Prostodontia

Manuel Afonso Oliveira Patrício

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

Gandra, 27 de setembro de 2021



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Manuel Afonso Oliveira Patrício

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

O Uso de Scanners Intraorais Aliados ao CAD/CAM em Prostodontia

Trabalho realizado sob a Orientação de Prof. Doutora Maria do Pranto Braz

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

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração de inúmeras pessoas. Gostaria, por esta razão, de expressar o meu agradecimento a todos aqueles que, direta ou indiretamente, me incentivaram para que esta tarefa se tornasse realidade.

Agradeço em especial aos meus pais, pelo apoio demonstrado, força que me deram durante todo o meu percurso académico e pelo seu amor, que fez com que superasse mais uma etapa da minha vida.

À minha irmã e à minha tia Xana, pelos esclarecimentos, ajuda, suporte e por me darem na cabeça para eu ser bem-sucedido e ser o que sou hoje.

À minha namorada, por estar sempre presente, me ajudar ao longo destes 5 anos seja na tese como no estudo para os exames, no carinho e amor presente todos os dias, bem como pelo facto de me ter ajudado a crescer ao longo destes anos.

À minha orientadora, Prof. Maria do Pranto Braz, pela disponibilidade, amabilidade e extraordinário apoio que foram essenciais na elaboração desta dissertação.

Aos meus colegas de curso por todo o companheirismo e amizade ao longo destes últimos anos.

Resumo

Nos últimos anos têm existido cada vez mais exigências ao nível estético dos tratamentos dentários, bem como a importância de que os procedimentos provoquem o menor desconforto possível aos pacientes. Desta forma, o método digital tem vindo a evoluir e a ser progressivamente incluído na prática clínica.

O presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática integrativa sobre o uso de *scanners* intraorais na reabilitação oral, recorrendo ao computer aided design e ao computer aided manufacturing (CAD/CAM) para realizar o seu *design* e fabrico. Pretende-se ainda perceber as vantagens que o método digital proporciona em comparação com o método analógico.

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados EbscoHost utilizando os seguintes termos de pesquisa: "CAD CAM" OR "computer aided design" AND "prosthodontics" OR "dental prostheses" AND "intraoral scan". Um total de 27 artigos foram selecionados.

Os resultados revelaram inúmeras vantagens na utilização do método digital, tais como: redução do tempo de tratamento laboratorial e clínico, redução do risco de contaminação cruzada, ajustes marginais e internos mais precisos, diminuição do desconforto causado pelas impressões convencionais, redução do reflexo de vômito, benefícios ao nível estético das restaurações e a pré-visualização da restauração em três dimensões (3D).

No entanto, como em qualquer técnica são referidas algumas desvantagens, sendo a principal o custo inicial de aquisição dos equipamentos, bem como a curva de aprendizagem e formação por parte do médico dentista. São referidas ainda dificuldades na captura das imagens da tuberosidade da maxila e do ramo da mandíbula, das mucosas edêntulas e na obtenção da relação intermaxilar.

PALAVRAS-CHAVE:

CAD CAM; Computer aided design; Prosthodontics; Dental prostheses; Intraoral scan

Abstract

In recent years, there are increasing aesthetic demands on dental treatments and an importance that these procedures cause the least possible discomfort to patients. Thus, the digital method has been evolving and progressively being included in clinical practice.

The present study aims to conduct a systematic integrative review on the use of intraoral scanners in oral rehabilitation, using computer aided design and computer aided manufacturing (CAD/CAM) to perform its design and manufacture. It is also intended to understand the advantages that the digital method provides compared to the analog method.

Bibliographic research was conducted in the EbscoHost database using the following search terms: "CAD CAM" OR "computer aided design" AND "prosthodontics" OR "dental prostheses" AND "intraoral scan". A total of 27 articles were selected.

The results revealed numerous advantages in the use of the digital method, such as: reduction of laboratory and clinical treatment time, reduction of the risk of cross-contamination, more precise marginal and internal adjustments, reduction of discomfort caused by conventional impressions, reduction of the vomiting reflex, aesthetic benefits of restorations and the preview of the restoration in three dimensions (3D).

However, as in any technique some disadvantages are mentioned, the main one being the initial cost of acquiring the equipment, as well as the learning curve and training by the dentist. Difficulties are also mentioned in capturing images of the tuberosity of the maxilla and mandible branch, the edentulous mucous membranes and in obtaining the intermaxillary relationship.

KEYWORDS:

CAD CAM; Computer aided design; Prosthodontics; Dental prostheses; Intraoral scan



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Índice

Índice de figuras.....	x
Índice de tabelas	xi
Lista de Abreviaturas	xii
1. Introdução	1
2. Materiais e Métodos	3
3. Resultados.....	4
4. Discussão	14
5. Conclusão	19
6. Referências.....	22

Índice de figuras

Figura 1. Fluxograma da estratégia de pesquisa usada neste estudo

Índice de tabelas

Tabela 1. Tabela de resultados obtidos após análise dos artigos selecionados

Lista de Abreviaturas

CAD - Computer aided design (Design auxiliado por computador)

CAM - Computer aided manufacturing (Fabrico auxiliado por computador)

3D - Três dimensões

CEREC - Ceramic economical restorations esthetic ceramics

Lava C.O.S - Lava Chairside oral scanner

STL- Standart Template Library (dados padrão da linguagem de tecelagem)

Scan bodies - corpo de digitalização para implantes

1. Introdução

Desde o século XVIII, a técnica de impressão convencional tem sido usada para registrar a geometria tridimensional dos tecidos da cavidade oral. No entanto, mudanças volumétricas dos materiais de impressão e expansão do gesso são propensas a erros, e por isso o processo requer os serviços de um excelente laboratório de prótese dentária. Para superar essas dificuldades, a impressão com um *scanner* intraoral foi desenvolvida para a prática da medicina dentária⁽¹⁾.

Um fluxo de trabalho digital permite reduzir o tempo do laboratório assim como das consultas clínicas^(2,3), simplificando o processo de fabricação, levando a uma redução dos erros humanos, aumentando a satisfação dos pacientes⁽²⁾.

Impressões digitais representam um método inovador que permite aos dentistas construir virtualmente, uma cópia gerada por computador dos tecidos duros e moles da cavidade oral, através do uso de *lasers* e outras máquinas de *scanner* ótico⁽⁴⁾. O método digital captura a informação com uma grande precisão^(4,5).

Na medicina dentária a tecnologia de *design* auxiliada por computador (CAD) e fabricação auxiliada por computador (CAM) tem sido usada desde 1980 para produzir restaurações *inlay* e *onlay*, coroas, facetas, próteses dentárias fixas, implantes, próteses parciais ou totais⁽⁵⁾, sendo cada vez mais usada por dentistas e pelos laboratórios de prótese^(4,6). Para além disso permite também digitalizar e se necessário retificar a linha de acabamento das preparações⁽⁷⁾.

Consiste num processo automatizado de manufatura (CAM), que pode ser aditivo (prototipagem rápida) ou subtrativo (fresagem por controle numérico computadorizado), sendo que o último é o mais utilizado⁽⁴⁾.

Os sistemas CAD/CAM são constituídos por uma unidade de aquisição de dados, pelo *software* para o *design* das restaurações virtualmente e por um dispositivo de fresagem computadorizado.

Contudo não é apenas na área da prostodontia que a tecnologia CAD/CAM está em constante desenvolvimento, uma vez que também na área da implantologia oral, é muito utilizada seja no diagnóstico, planeamento dos implantes 3D, colocação de implantes guiados por modelo cirúrgico, produção de pilares, *design* e materiais de superestrutura de

implantes, colocação de implantes imediatos⁽⁸⁾ bem como no que diz respeito a novas estratégias de tratamento, fluxos de trabalho e conceitos⁽⁹⁾.

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática integrativa sobre o uso de *scanners* intraorais na reabilitação oral, recorrendo ao CAD/CAM para realizar o seu *design* e o seu fabrico. Pretende-se ainda, perceber as vantagens que o método digital proporciona em comparação com o método analógico, e desta forma tentar compreender a relação custo/benefício dos *scanners* intraorais.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa bibliográfica foi realizada na EbscoHost utilizando os seguintes termos de pesquisa: "cad cam" OR "computer aided design" AND "prosthodontics" OR "dental prostheses" AND "intraoral scan". Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados em língua inglesa desde julho de 2017 a maio de 2021, que abordavam a temática do estudo. Os critérios de exclusão usados na pesquisa envolveram os artigos que não abordavam a temática em estudo, artigos escritos em outros idiomas e artigos repetidos, que consequentemente foram removidos utilizando o *Mendeley citation manager*. Os critérios de elegibilidade também incluíram estudos de coorte prospectivos e retrospectivos, estudos clínicos cruzados, relatos de casos clínicos, estudos clínicos randomizados controlados e estudos *in vitro*. Foi realizada uma avaliação preliminar dos resumos para estabelecer se os artigos cumpriam o objetivo do estudo. Depois da aplicação destes critérios, obtiveram-se artigos considerados pertinentes para este trabalho. Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente quanto ao objetivo do estudo conforme consta na figura 1.

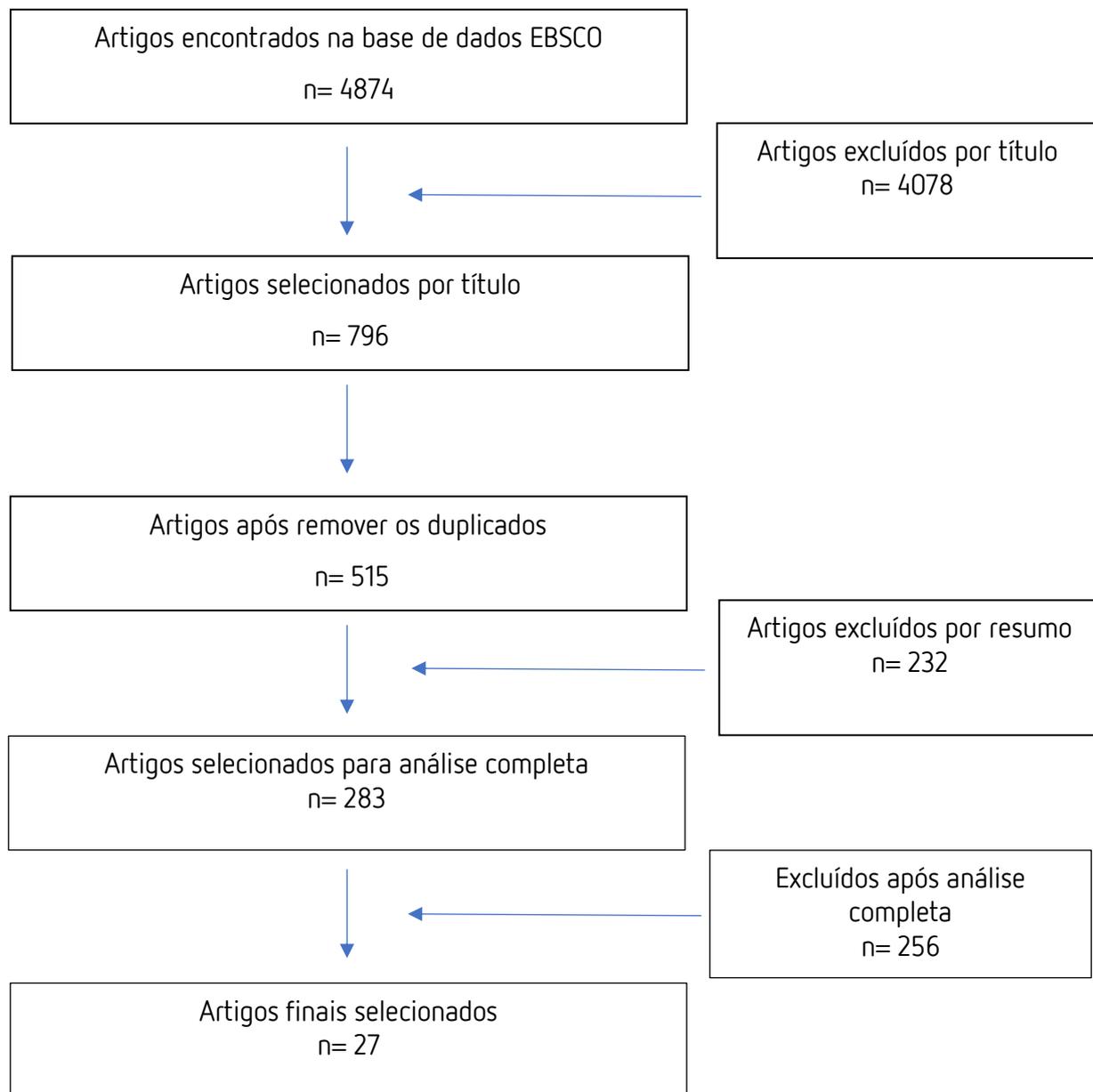
Os seguintes dados foram retirados para esta revisão: nomes dos autores, ano de publicação, título, tipo de estudo, objetivo, amostra, tipo de prótese, *scanner* usado, *follow up* e as suas vantagens.

3. Resultados

A pesquisa de literatura identificou um total de 4874 artigos, após a seleção por título foram selecionados 796 artigos, restando 515 após a exclusão dos artigos duplicados na EbscoHost. Na pesquisa foram utilizados entre as palavras-chave idênticas a variante "OR" e desta forma todas as combinações possíveis foram realizadas de forma computadorizada.

Após a leitura dos dos resumos, 232 foram excluídos porque não preenchiam os critérios de inclusão. Os restantes 283 estudos potencialmente relevantes foram analisados. Destes estudos 256 foram excluídos porque não forneciam os dados necessários para o estudo. Resultando em 27 artigos selecionados, como mostra a Figura 1. Para além destes foram utilizados 3 artigos adicionais na introdução e 3 artigos na discussão para fundamentação teórica.

Figura 1. Fluxograma da estratégia de pesquisa usada neste estudo



Os principais resultados dos artigos selecionados são apresentados na Tabela 1 e descritos resumidamente de seguida:

- Dos artigos selecionados 11^(2,5,7,8,10-16) são referentes a coroas fixas dento e implanto suportadas, 7⁽¹⁷⁻²³⁾ dizem respeito a próteses totais implanto-suportadas e próteses removíveis muco-suportadas, 4⁽²⁴⁻²⁷⁾ a facetas, 3^(6,28,29) a pontes dento suportadas, 1⁽³⁾ a casquetes e 1⁽³⁰⁾ a implantes imediatos.

- A utilização do CAD/CAM está amplamente comprovada na fabricação de coroas de elevada qualidade⁽¹²⁾, em que foi demonstrado um melhor ajuste^(5,12,14), redução do tempo total de tratamento^(11,13,25,28), oferecendo também um maior conforto para o paciente^(13,14,28) e redução do custo do tratamento⁽¹³⁾.
- Permite trabalhar em áreas com espaço limitado em que o uso dos métodos tradicionais iriam ser extremamente exigentes⁽⁸⁾, ou até mesmo em situações clinicamente desafiadoras como no caso de implantes dentários severamente inclinados⁽¹⁵⁾.
- No caso das facetas com a utilização de guias fabricadas em CAD/CAM permite a sua correta cimentação e são referidas elevadas taxas de sucesso em torno dos 95%⁽²⁴⁾.
- Nas próteses totais o uso de CAD/CAM está amplamente recomendado em pacientes com reflexo de vômito⁽¹⁸⁾ e para além disso exhibe melhorias ao nível das propriedades mecânicas da restauração⁽¹⁷⁾.
- As duas maiores dificuldades no uso do CAD/CAM são na fabricação de próteses parciais removíveis, pois são constituídas por várias partes e envolvem tanto tecidos moles como duros e na complexidade em realizar digitalizações da tuberosidade da maxila e junto ao ramo da mandíbula⁽¹⁸⁾.

Tabela 1. Tabela de resultados obtidos após análise dos artigos selecionados

Autor (ano)	Título	Tipo de estudo	Objetivo	Amostra	Tipo de prótese	Scanner usado	Follow-up	Vantagens
Joda et al., (2017) ⁽¹¹⁾	Monolithic implant-supported lithium disilicate (LS2) crowns in a complete digital workflow: A prospective clinical trial with a 2-year follow-up	Estudo de coorte prospectivo	Analisar o conceito de tratamento de restaurações monolíticas de dissilicato de lítio num fluxo de trabalho digital.	n=44	50 coroas implanto suportadas	iTero Scanner, Align Tech Inc., San Jose	2 anos	A combinação de IOS e processamento de CAD/CAM oferece um resultado de tratamento previsível em duas consultas clínicas.
Gouveia et al., (2018) ⁽⁵⁾	A fully digital approach to fabricating a CAD-CAM ceramic crown to fit an existing removable partial denture	Relato de caso clínico	Usar uma abordagem digital para fabricar uma coroa de forma a adaptar numa prótese removível existente.	n=3	3 Coroas dento suportadas	TRIOS; 3Shape	Não apresenta	Esta técnica é simples e reproduzível e foi utilizada para reajustar uma coroa recém-fabricada a uma prótese parcial removível existente com mínimos ajustes e modificações.
Joda et al., (2018) ⁽¹²⁾	CAD/CAM implant crowns in a digital workflow: Five-year follow-up of a prospective clinical trial	Estudo de coorte prospectivo	Investigar as coroas sobre implantes feitas por CAD/CAM após 5 anos de carga.	n=20	Coroas sobre implantes	iTero Scanner, Align Tech Inc, San Jose, California	5 anos	A odontologia digital tem o potencial de alcançar e manter restaurações suportadas por implantes de alta qualidade com níveis ósseos radiográficos promissores e resultados clínicos durante 5 anos em função.
Hartman, (2019) ⁽⁸⁾	Design and fabrication of a fixed implant-supported interim restoration from a dynamic navigation virtual plan	Relato de caso clínico	Descreve uma técnica em que uma coroa provisória sobre implante é projetada e fabricada antes da cirurgia a partir de um plano de tratamento virtual. O plano de tratamento foi enviado para um <i>software</i> CAD/CAM para realizar o <i>design</i> da restauração, que foi depois fabricada por um método aditivo. Os tecidos moles foram avaliados após 12 semanas.	n=1	Coroa provisória sobre implantes	Não referido	12 semanas	O uso de um plano virtual de movimento dinâmico ajuda a projetar e fabricar uma restauração provisória antes da cirurgia. O movimento dinâmico permite ver a preparação do local do implante e a sua inserção em tempo real. Isto facilita a sua utilização em áreas de espaço intermaxilar limitado.

Alqarni et al., (2019)⁽¹⁵⁾	Selective implant scan body modification to restore severely tilted adjacent implants: A completely digital workflow	Relato de caso clínico	Descrever a fabricação de restaurações suportadas por implantes usando um fluxo de trabalho totalmente digital para reabilitar um paciente com implantes fortemente inclinados.	n=1	2 coroas sobre implantes	TRIOS 3 Mono Intraoral Scanner; 3Shape	Não apresenta	O uso de <i>scan bodies</i> modificados permite realizar impressões em implantes dentários severamente inclinados, de forma a ser possível fabricar coroas implanto suportadas.
De Angelis et al., (2019)⁽¹⁰⁾	Monolithic CAD-CAM lithium disilicate versus monolithic CAD-CAM zirconia for single implant-supported posterior crowns using a digital workflow: A 3-year cross-sectional retrospective study	Estudo de coorte retrospectivo	Comparar os resultados clínicos de 2 tipos de coroas implanto suportadas usadas para repor um dente perdido no setor posterior usando um fluxo de trabalho totalmente digital.	n=38	38 coroas 19 dissilicato de lítio 19 de zircônio	CEREC AC Bluecam; Dentsply Sirona	1 semana; 1 ano e 3 anos	Nesta abordagem prótica minimiza-se o risco de perda do osso marginal e/ou de peri-implantite pois as restaurações foram cimentadas extraoralmente, não existindo o risco de cimentos residuais. O dissilicato de lítio comparativamente à zircônia é mais translúcido e desta forma é mais estético.
Cheng et al., (2019)⁽²⁾	Randomized clinical trial of a conventional and a digital workflow for the fabrication of interim crowns: An evaluation of treatment efficiency, fit, and the effect of clinician experience	Estudo clínico randomizado controlado	Comparar a eficiência, do tempo e o ajuste de coroas provisórias, produzidas pelo método digital ou pelo convencional.	n=40	Coroas dento suportadas provisórias	CS 3500; Carestream Dental	Não apresenta	As coroas provisórias fabricadas com o fluxo de trabalho digital resultam num melhor ajuste, num tempo de fabricação mais curto. Clínicos menos experientes podem fazer coroas provisórias da mesma qualidade que clínicos experientes.
Schubert et al., (2020)⁽⁷⁾	Influence of intraoral scanning on the quality of preparations for all-ceramic single crowns	Estudo clínico randomizado controlado	Avaliar a influência do <i>scanner</i> intraoral na qualidade das preparações para coroas em cerâmica.		690 coroas em cerâmica	LAVA C.O.S., 3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Não apresenta	
Doliveux et al., (2020)⁽¹⁶⁾	Preservation of Soft Tissue Contours Using Computer-Aided Design/Computer-Assisted	Relato de caso clínico	Descrever o fluxo de trabalho digital para um pilar de cicatrização CAD/CAM usado na	n=1	Coroa implanto suportada	TRIOS 3 Pod, 3Shape	1 semana, 3	A fabricação de um pilar de cicatrização com um perfil de emergência anatômico

	Manufacturing Healing Abutment with Guided Surgery in the Esthetic Area: Case Report		colocação imediata do implante na zona estética. O <i>design</i> do pilar foi baseado na anatomia dentária existente, a fim de fornecer suporte anatômico para os tecidos gengivais e preservar os contornos gengivais do dente natural.				semanas, 3 meses.	proporciona uma forma eficiente e previsível de preservar a estética dos tecidos moles. O procedimento cirúrgico, incluindo a regeneração óssea guiada é simplificado, a morbidade pós-operatória é reduzida, e a carga oclusal excessiva durante a cicatrização é limitada.
Sang et al., (2021)⁽¹⁴⁾	A clinical study comparing digital scanning and conventional impression making for implant-supported prostheses: A crossover clinical trial	Estudo clínico cruzado	Avaliar o desempenho clínico de restaurações suportadas por implantes fabricadas com a técnica CAD/CAM em comparação com a técnica convencional de impressão e modelos de gesso em termos de eficiência, precisão e preferência do participante.	n=30	2 Coroas implanto suportadas foram fabricadas para cada técnica (60)	iTero Element; Align Technology Inc	Não apresenta	A técnica de digitalização digital é mais eficiente, oferece um maior conforto para os pacientes, os modelos são mais precisos o que por sua vez cria um melhor ajuste marginal destas restaurações do que com a técnica de impressão convencional para restaurações de coroas implanto suportadas.
Finelle et al., (2017)⁽¹³⁾	Guided Immediate Implant Placement with Wound Closure by Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacture Sealing Socket Abutment: Case Report	Relato de caso clínico	Descrever uma nova técnica combinando o uso de um modelo cirúrgico impresso em 3D para a colocação do implante imediato com CAD/CAM para otimizar a cicatrização dos tecidos moles e duros após enxerto ósseo com o uso de um pilar de suporte para selar a ferida.	n=1	Coroa implanto suportada sobre um Implante imediato	Itero, Cadent	Não apresenta	É possível a preservação dos contornos dos tecidos moles permitindo uma melhor estética e higiene da coroa definitiva. A utilização do CAD/CAM e de cirurgia guiada por computador produz resultados mais previsíveis reduzindo a duração do tratamento, número de cirurgias, desconforto e o custo do tratamento.
Vaz et al., (2020)⁽³⁾	Marginal fit of zirconia copings fabricated after conventional	Estudo <i>in vitro</i>	Comparar o ajuste marginal de uma coroa em zircônia fabricada usando uma impressão		30 Casquetes	TRIOS 3 3Shape e CS 3600 Carestream	Não apresenta	A digitalização intraoral permite registrar valores menores de discrepância

	impression making and digital scanning: An in vitro study		convencional e 2 técnicas diferentes de digitalização.					marginal em comparação com o método convencional.
Lin et al., (2017)⁽²⁶⁾	Integrating a facial scan, virtual smile design, and 3D virtual patient for treatment with CAD-CAM ceramic veneers: A clinical report	Relato de caso clínico	Descrever um trabalho totalmente digital usando um <i>software</i> de <i>design</i> CAD e uma aparência virtual em 3D do paciente para restaurar os incisivos centrais usando o CAM para fabricar facetas de cerâmica de dissilicato de lítio.	n=1	2 facetas nos incisivos centrais superiores	iTero; Align Technology Inc	6 meses	Permite criar um <i>design</i> virtual de sorriso em 3D do paciente durante a fase de diagnóstico e de planeamento, o que facilita o tratamento com facetas fabricadas com CAD/CAM.
Sanchez-Lara et al., (2018)⁽²⁷⁾	Comprehensive digital approach with the Digital Smile System: A clinical report	Relato de caso clínico	Abordagem digital para fabricar 6 facetas de dissilicato de lítio e porcelana feldspática.	n=1	6 facetas	True Definition Scanner; 3M ESPE	Não apresenta	O uso de <i>software</i> digital proporciona benefícios para reabilitações estéticas. Permite quase instantaneamente fazer uma análise e medições e permite o envolvimento dos pacientes no <i>design</i> da sua reabilitação. Simplifica os procedimentos convencionais do laboratório e também permite fresar restaurações provisórias.
Nejatidanesha et al., (2018)⁽²⁵⁾	Five-year clinical outcomes and survival of chairside CAD/CAM ceramic laminate veneers — a retrospective study	Estudo de coorte retrospectivo	Comparar a sobrevivência, pelo critério da <i>modified California Dental Association</i> (CDA) e os parâmetros periodontais de facetas feitas por Empress CAD e emax CAD ao longo de 60 meses.	n=71	197 facetas	CEREC BlueCam CEREC AC; Sirona	5 anos	As facetas fabricadas em CAD/CAM apresentam uma taxa de sucesso acima de 95% sendo que os pacientes ficam bastante satisfeitos pela diminuição do tempo necessário para realizar o tratamento.
Peng et al., (2020)⁽²⁴⁾	Digital technologies to facilitate minimally invasive rehabilitation of a severely worn dentition: A dental technique	Relato de caso clínico	Descrever uma abordagem digital para a reabilitação minimamente invasiva com facetas produzidas com CAD/CAM numa dentição severamente afetada.	n=1	Facetas	DL-100; LAUNCA	24 meses	Permite fabricar facetas linguais e oclusais em CAD/CAM tendo como referência uma cópia digital das restaurações provisórias. Para além disso é produzido uma guia impressa em 3D

								personalizada, que permite detetar qualquer deslocamento das facetas que facilita a sua cimentação.
Sailer et al., (2018)⁽²⁸⁾	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	Estudo clínico randomizado controlado	O objetivo da primeira parte deste estudo clínico foi testar se as digitalizações de arco completo eram semelhantes ou melhores do que as impressões convencionais em relação ao tempo e há percepção do participante e do clínico.	n=10	Pontes	Lava C.O.S.; 3M, iTero; Align Technology Inc., Cerec Bluecam; Dentsply Sirona Lava e Cerec, foi aplicado um pó de dióxido de titânio.	Não apresenta	Maior conforto para o paciente com o uso da técnica digital, apesar de que com alguns <i>scanners</i> foi necessário usar pó para realizar as digitalizações levando a que os pacientes mostrassem algum incômodo. Diminui o tempo necessário do laboratório para produzir as restaurações.
Mühlemann et al., (2018)⁽⁶⁾	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	Estudo clínico randomizado controlado	O objetivo da segunda parte deste estudo clínico foi comparar o tempo de produção do laboratório para uma ponte de 3 unidades dento suportada, com o uso de CAD-CAM e um fluxo de trabalho convencional. Além disso, avaliar clinicamente a qualidade das pontes em cada grupo.	n=10	Pontes	Lava C.O.S.; 3M, iTero; Align Technology Inc., Cerec Bluecam; Dentsply Sirona Lava e Cerec, foi aplicado um pó de dióxido de titânio.	Não apresenta	
Benic et al., (2018)⁽²⁹⁾	Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: Marginal and internal fit	Estudo clínico randomizado controlado	O objetivo da terceira parte deste estudo clínico foi testar o ajuste da zircónia numa estrutura para uma ponte de 3 unidades fabricada com um fluxo de trabalho digital e comparar com as estruturas metálicas fabricadas pela técnica convencional.	n=10	Pontes	Lava C.O.S.; 3M, iTero; Align Technology Inc., Cerec Bluecam; Dentsply Sirona Lava e Cerec, foi aplicado um pó de dióxido de titânio.	Não apresenta	
Monaco et al., (2017)⁽²¹⁾	A fully digital approach to replicate functional and aesthetic parameters in implant-supported full-arch rehabilitation	Relato de caso clínico	Uso de uma técnica digital para uma reabilitação completa das 2 arcadas com próteses implanto suportadas.	n=1	2 próteses totais implanto suportadas	True Definition Scanner — Lava Cos; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA; usa um pó 3	Não apresenta	É possível verificar a precisão da posição obtida pelas digitalizações através das barras de alumínio, reduzindo

					(1 arcada superior e 1 arcada inferior)	M ESPE, Seefeld, Germany		o tempo de tratamento e do laboratório, verificar parâmetros estéticos e funcionais e projetar com precisão a estrutura com base na restauração futura, resultando em melhores resultados estéticos.
Hamanaka et al., (2017)⁽²⁰⁾	Fabrication of a nonmetal clasp denture supported by an intraoral <i>scanner</i> and CAD-CAM	Relato de caso clínico	Tratamento de um paciente alérgico a metal e com dificuldade em estar sentado na cadeira do dentista por um longo período de tempo. Foi usado um <i>scanner</i> intraoral e CAD/CAM para fabricar a prótese sem metal.	n=1	Prótese sem ganchos em metal	CEREC Omnicam; Dentsply Sirona	Não apresenta	Reduz os problemas relacionados com a estética e alergias metálicas. Reduz o número de consultas e em caso de perda ou fratura uma nova prótese pode ser fabricada.
Tregerman et al., (2018)⁽¹⁸⁾	Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques	Estudo clínico cruzado	Determinar a qualidade das próteses fabricadas usando 3 métodos diferentes de fabricação: convencional, convencional e digital e apenas digital.	n=9	Próteses parciais removíveis muco suportadas	3Shape TRIOS III; 3Shape	Não apresenta	A técnica digital é rápida e precisa na digitalização de arcos completos. É recomendada em pacientes que apresentam reflexo de vômito, permite obter um <i>feedback</i> imediato, efetuar correções se necessário e diminui o tempo de cadeira.
Espona et al., (2019)⁽²²⁾	Immediately loaded interim complete-arch implant-supported fixed dental prostheses fabricated with a completely digital workflow: A clinical technique	Relato de caso clínico	Método digital para fabricar uma prótese total provisória implanto suportada.	n=1	1 prótese total implanto suportada superior provisória	TRIOS 3; 3Shape	Não apresenta	Permite fabricar próteses provisórias antes da cirurgia, não sendo necessário fazer impressões após a mesma. A colocação de pinos cirúrgicos permite a transmissão correta da dimensão vertical, o que reduz o número de consultas, os ajustes e traz um maior conforto para o paciente.

Nishiyama et al., (2019)⁽¹⁹⁾	Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication	Relato de caso clínico	Introduzir um novo método para fabricar prótese parciais removíveis usando CAD/CAM e uma tecnologia rápida de prototipagem.	n=2	Próteses parciais removíveis	TRIOS2, 3Shape, Copenhagen, Denmark; IOS	3 meses e 12 meses	Reduz o tempo de laboratório e aumenta o conforto do paciente ao realizar as impressões.
Al-Haj Husain et al., (2019)⁽¹⁷⁾	A digital cast-free clinical workflow for oral rehabilitation with removable partial dentures: A dental technique	Relato de caso clínico	Descrever a técnica digital para a fabricação de uma prótese parcial removível dento e implanto suportada. Esta técnica engloba um <i>scanner</i> intraoral, CAD, CAM subtrativo na base da prótese, nos dentes da prótese e coroas. E um CAM aditivo para a estrutura da prótese.	n=1	Prótese parcial removível dento e implanto suportada	TRIOS 3 Basic; 3Shape	Não apresenta	Melhora as propriedades mecânicas da restauração, diminui o número de consultas, melhora a estética e reduz os custos.
Sa et al., (2020)⁽²³⁾	Using existing interim complete dentures as an aid for an interocclusal record to align edentulous intraoral scans for implant-retained overdentures	Relato de caso clínico	Descrever como alinhar digitalizações intraorais em maxilas e mandíbulas edêntulas no CAD-CAM para a fabricação de próteses retidas por implantes. Uso das próteses provisórias existentes como auxílio para o registo intermaxilar.	n=1	2 próteses totais implanto suportadas	Virtuo Vivo; Institut Straumann AG	Não apresenta	Através das próteses provisórias clinicamente satisfatórias permite registar a relação intermaxilar e desta forma diminuir os ajustes necessários.
Wang et al., (2018)⁽³⁰⁾	A digital approach for 1-step formation of the supraimplant emergence profile at the time of immediate implant placement	Relato de caso clínico	Introduzir um protocolo digital para melhorar o perfil de emergência com a colocação de um implante unitário imediato fabricado por CAD/CAM.	n=1	Implante imediato	Dental Manager; 3Shape	Não apresenta	Pilares de cicatrização individualizados possibilitam o fornecimento de suporte aos tecidos moles, diminuem o número de intervenções cirúrgicas e o tempo de tratamento necessário o que leva a uma melhoria da estética.

4. Discussão

A procura de formas inovadoras para melhorar a estética dentária e oferecer aos pacientes um maior nível de conforto e qualidade, levou à procura e ao desenvolvimento de novos métodos de trabalho, nomeadamente o CAD/CAM. A introdução deste ao nível da prática dentária fez com que a pesquisa sobre o tema se tornasse relevante, de forma a perceber se este método é realmente eficaz quando comparado ao método convencional.

No fluxo de trabalho digital, as imagens intraorais são capturadas usando um *scanner* intraoral, os dados padronizados da linguagem de tecelagem (STL) são importados para um programa de *software* CAD para o *design* restaurador. Posteriormente, os dados são importados para um programa de *software* CAM e as restaurações são fabricadas com tecnologia subtrativa ou aditiva utilizando uma máquina de fresagem ou uma impressora 3D⁽²⁾.

Em comparação com o fluxo de trabalho convencional, um resultado preciso e mais eficiente com uma maior satisfação por parte do paciente pode ser obtido usando o fluxo de trabalho digital. Os benefícios clínicos do fluxo de trabalho digital incluem a redução do tempo de tratamento laboratorial e clínico, medidas de produção laboratoriais simplificadas por reduzir a possibilidade de erros humanos^(2,5,12), ajustes marginais e internos precisos^(2,15), transferência eletrónica e armazenamento dos ficheiros digitais, redução dos recursos humanos, satisfação do paciente evitando o desconforto causado pelas impressões convencionais^(2,11,14), reduz o reflexo de vômito⁽²⁰⁾, benefícios ao nível estético das restaurações^(7,8), permitindo também a pré-visualização da restauração em 3D⁽¹⁴⁾. Além disso, a utilização de uma abordagem totalmente digital elimina qualquer distorção relacionada com o material de impressão e todas as etapas envolvidas no processo podem ser monitorizadas em menos consultas^(5,11).

Segundo Joda et al., o progresso contínuo na tecnologia dentária digital facilita a criação de protocolos inovadores permitindo a fabricação de coroas sobre implantes, fresadas a partir de materiais produzidos industrialmente com qualidade consistente e restaurações suportadas por implantes de alta qualidade com bons níveis ósseos radiográficos e resultados clínicos promissores⁽¹²⁾.

A tecnologia CAD/CAM permitiu a introdução de materiais monolíticos com alta biocompatibilidade, melhor estética e melhoria das propriedades biomecânicas em relação

aos materiais tradicionais, nomeadamente, o dissilicato de lítio e a zircónia monolítica. Autores como *Joda et al.* e *De Angelis et al.*, usando esta tecnologia verificaram que o dissilicato de lítio apresenta vantagens do ponto de vista estético por apresentar uma maior translucência relativamente à zircónia, no entanto, esta mostra-se superior em termos de resistência mecânica. Contudo ambos os materiais mostraram ser opções válidas na restauração de dentes posteriores implanto-suportados^(10,11).

O uso de *scanners* intraorais permite ao operador capturar e replicar de forma mais eficiente e precisa os preparos para restaurações de coroas sobre implantes, quando comparado com as impressões convencionais^(5,14). O contorno do preparo dentário em prótese fixa pode ser registado, assim como o local da colocação de implantes, levando a que ajustes em restaurações definitivas possam ser evitados, como no caso das restaurações de zircónia prevenindo assim alterações das suas propriedades mecânicas⁽⁵⁾. Além disso, elimina qualquer distorção relacionada com o material de impressão, permitindo que todas as etapas sejam realizadas em menos consultas e com excelente ajuste da coroa^(5,14). Possibilita também superar situações em que a angulação do implante está comprometida, em situações que seria praticamente impossível fazer as impressões convencionais, sendo possível desta forma fazer uma digitalização para que seja viável a fabricação de coroas implanto-suportadas através do uso de CAD/CAM⁽¹⁵⁾.

A digitalização dos preparos tem um efeito positivo na qualidade das preparações das coroas em termos de redução marginal, do seu *design* e na homogeneidade das linhas de acabamento, pois ajuda a aumentar a qualidade destes através do *feedback* visual obtido imediatamente após a digitalização⁽⁷⁾. *Vaz et al.*, também concluí que dependendo do tipo de *scanner* usado são obtidos diferentes valores de discrepância marginal, sendo de referir que no seu estudo o *scanner* TRIOS 3 foi o que mostrou os valores menores quando comparado com o *scanner* CS 3600 ou com os métodos de impressão convencionais⁽³⁾.

Vários autores concordam no uso do CAD/CAM para a fabricação de coroas provisórias ou de suportes de cicatrização, após a colocação de um implante imediato, o que permite manter o contorno do perfil de emergência, fornecer suporte e volume aos tecidos gengivais, proteger o tecido ósseo interproximal inibindo a penetração bacteriana, resultando desta forma num melhor ajuste e num tempo de fabricação mais curto do que pelos métodos convencionais levando também a melhores resultados estéticos^(2,8,13,16,30).

O CAD/CAM tem vindo também a ser utilizado na fabricação de facetas, técnica com uma abordagem minimamente invasiva em que ocorre uma redução mínima da estrutura dentária, permitindo assim restaurar a forma, cor e anatomia dos mesmos. A sua associação a programas de *design* virtual em 3D permite realizar uma análise do sorriso de forma digital, o que melhora o diagnóstico estético, simplifica a comunicação e interação com o paciente e com o técnico de laboratório, e conseqüentemente, melhora a previsibilidade do tratamento, levando a uma maior satisfação por parte do paciente⁽²⁴⁻²⁷⁾.

Vários autores referem que o uso de blocos de dissilicato de lítio para a confecção de facetas, apresenta inúmeras vantagens relativamente ao método convencional, tais como elevado desempenho clínico, boa adaptação marginal, falta de descoloração, recessão gengival, cárie secundária, ou sensibilidade pós-operatória⁽²⁵⁻²⁷⁾. Contudo *Nejatidanesh et al.*, constata que dependendo do tipo de bloco usado na fabricação das facetas estas podem ter melhores ou piores resultados clínicos, sendo que os blocos *e.max CAD* são os que apresentam uma maior taxa de sobrevivência, cerca de 99% ao longo de 5 anos não se verificando perda de retenção, hipersensibilidade ou fraturas das facetas⁽²⁵⁾.

Para além da utilização de blocos de dissilicato *Peng et al.*, indicam a utilização de facetas fabricadas em resina composta pelo método CAD/CAM, permitindo a fabricação de facetas ultrafinas que apresentam uma maior resistência à fadiga, uma menor rugosidade das margens, maior suavidade ao nível da superfície e um aumento da precisão na fresagem das margens, quando comparado ao método convencional⁽²⁴⁾.

Relativamente ao uso do CAD/CAM na fabricação de pontes, *Benic et al.* constata que as pontes fabricadas em zircónia através da técnica digital têm um desempenho semelhante ou melhor do que as pontes metálicas convencionais no que diz respeito à resistência, à infiltração marginal, à cárie e ao nível da precisão na região do ombro⁽²⁹⁾.

No entanto, novos desafios se colocam quando se utiliza o CAD/CAM na fabricação de próteses, especificamente ao realizar as impressões digitais de ambas as arcadas, devido à dificuldade acrescida para o *scanner* intraoral capturar corretamente a mucosa edêntula e em digitalizar as zonas da tuberosidade da maxila e junto ao ramo da mandíbula. No caso de próteses sobre implantes, as impressões digitais do *scan bodies* é a fase mais complexa e delicada, especialmente no arco inferior onde a escassez de tecido queratinizado torna o *scanner* mais propenso a erros (devido à mobilidade da mucosa circundante)⁽²¹⁾.

Um dos principais desafios à utilização de scanners intraorais na fabricação das próteses completas é que não existe nenhuma estrutura intraoral (como os dentes) que possa ser usada como referência para manter as relações intermaxilares, o que torna difícil alinhar as impressões maxilares e mandibulares numa relação espacial precisa. De forma a superar este desafio Espona et al., sugerem a colocação de pinos cirúrgicos de referência antes da cirurgia, o que permite a transferência precisa dos registos intermaxilares, resultando assim na fabricação de uma prótese provisória com excelente ajuste, com uma correta oclusão e dimensão vertical, o que minimiza a necessidade de ajustes intraorais, reduzindo o tempo de consulta e melhorando a experiência do paciente⁽²²⁾. Sa et al. no seu estudo utilizam as próteses provisórias clinicamente satisfatórias existentes para recolher informações sobre os tecidos moles peri protéticos e sobre a relação intermaxilar, levando da mesma forma à fabricação de próteses definitivas de qualidade, com uma diminuição de ajustes necessários⁽²³⁾.

Monaco et al., usa uma técnica idêntica à anterior, isto é, utiliza as digitalizações das próteses provisórias dentro e fora da boca para obter a relação intermaxilar, usando um programa de software que vai relacionar as imagens obtidas. Para além disso o CAD/CAM permite a produção de barras de alumínio e de um protótipo em resina, para avaliar a precisão da impressão e a estética antes da fabricação da restauração definitiva, levando à redução do tempo de tratamento e de laboratório o que permite fabricar próteses definitivas de grande qualidade⁽²¹⁾.

Contudo, o teste de precisão final para a utilização do método digital é na fabricação das próteses parciais removíveis, porque envolvem tanto tecidos duros como moles⁽¹⁸⁾ e pelo facto de serem constituídas por várias partes como uma estrutura metálica, a base da prótese e dentes artificiais⁽²⁰⁾. Simultaneamente, as impressões digitais podem induzir em erro quando comparado com as impressões convencionais, no que diz respeito a desvios na reprodução de tecidos moles em áreas que são móveis e no caso de arcos amplos^(17,18).

É possível adaptar o uso do CAD/CAM para a fabricação de próteses parciais não metálicas, o que reduz os problemas relacionados com o uso de ganchos metálicos, tais como a estética deficiente e as alergias a determinados metais^(19,20). Além disso, permite uma redução do número de consultas necessárias na fabricação da prótese e em caso de perda ou fratura da mesma, esta pode ser facilmente substituída^(19,20).

Tregerman et al., compara o método totalmente digital com o método convencional e com o método analógico/digital e concluí que o método totalmente digital é aquele que produz as próteses parciais removíveis com o melhor ajuste clínico, reduzindo também o tempo total de tratamento⁽¹⁸⁾. *Nishiyama et al.*, é da mesma opinião, pois apesar de só comparar o método convencional com o método digital, chega à mesma conclusão⁽¹⁹⁾.

Al-Haj Husain et al., fizeram uma comparação entre a técnica convencional e a técnica digital relativamente aos custos de fabricação de uma prótese parcial removível, tendo concluído que o método digital apresenta uma redução do custo total em 25%. Além de que a precisão do método digital conferiu um aumento da qualidade da prótese, verificando também uma diminuição do número de consultas, do follow-up e do desperdício de material⁽¹⁷⁾.

Contudo, como em qualquer outra técnica, existe uma curva de aprendizagem na transição de impressões físicas para impressões digitais⁽¹⁸⁾. A aquisição dos equipamentos apresenta custos elevados e necessita de *software*, atualizações e *hardware*⁽²⁷⁾, assim como de formações por parte do médico dentista. No entanto, o método digital permite a redução dos custos de várias formas: diminui as despesas do laboratório, reduz os custos dos materiais (eliminando a necessidade de restaurações e impressões temporárias) e simplifica o número de consultas^(31,32), o que leva a uma redução do tempo de cadeira necessário por procedimento podendo resultar num aumento da faturação.

Além de aumentar o lucro através da redução de custos, ajuda a melhorar as taxas de aceitação por parte dos pacientes, isto é, permite ao médico dentista avaliar a dentição e discutir imediatamente com o paciente num modelo 3D o seu caso clínico. Adicionalmente dá a possibilidade de ver os arcos digitalizados no ecrã do computador o que permite um *feedback* imediato e quaisquer erros podem ser facilmente corrigidos⁽¹⁸⁾ permitindo também o envio imediato da impressão para o laboratório, poupando tempo da viagem, reduzindo também o risco de contaminação cruzada⁽³³⁾.

Desta forma, a aposta no método digital na prática de qualquer clínica trará inúmeras vantagens, sendo que após a análise de todos os artigos presentes nesta revisão sistemática integrativa, todos eles recomendam o seu uso, por se tratar de uma técnica promissora, mostrando-se muitas vezes superior em relação ao método convencional.

5. Conclusão

A presente revisão da literatura proporcionou uma análise crítica dos estudos referidos sobre o uso de *scanners* intraorais na reabilitação oral, recorrendo ao CAD/CAM para realizar o seu *design* e o seu fabrico. As principais conclusões são as descritas de seguida:

- Os benefícios clínicos do fluxo de trabalho digital incluem a redução do tempo de tratamento laboratorial e clínico; redução do risco de contaminação cruzada; ajustes marginais e internos precisos; diminuição do desconforto causado pelas impressões convencionais; redução do reflexo de vômito; benefícios ao nível estético das restaurações; permite a pré-visualização da restauração em 3D e diminui o número de consultas, o que proporciona uma maior satisfação por parte do paciente.
- A tecnologia CAD/CAM está mais presente ao nível do fabrico de peças unitárias, como no caso de coroas de dissilicato de lítio e zircónia, assim como de facetas e pontes. Contudo, cada vez mais está presente o seu uso, ao nível do fabrico de próteses removíveis e de próteses fixas de arco completo.
- O uso de *scanners* intraorais permite ao operador capturar e replicar de forma mais eficiente e precisa os preparos para restaurações de coroas sobre implantes, quando comparado com as impressões convencionais e para além disso elimina qualquer distorção relacionada com o material de impressão.
- Na fabricação de facetas, a associação do CAD/CAM a programas de *design* virtual em 3D permite realizar uma análise do sorriso de forma digital, o que melhora o diagnóstico estético, simplifica a comunicação e interação com o paciente e com o técnico de laboratório, melhorando assim a previsibilidade do tratamento, e para além disso apresentou uma elevada taxa de sobrevivência das restaurações.
- Relativamente ao uso do CAD/CAM na fabricação de pontes, constatou-se que estas têm um desempenho semelhante ou melhor do que as produzidas pelo método

convencional no que diz respeito à resistência, à infiltração marginal, a cáries e ao nível da precisão na região do ombro.

- Na fabricação de próteses removíveis por CAD/CAM, foi referido pelos autores que na realização das impressões digitais de ambas as arcadas, existe uma dificuldade acrescida para o *scanner* intraoral capturar corretamente a mucosa edêntula e em digitalizar as zonas da tuberosidade da maxila e junto ao ramo da mandíbula. A fase mais complexa, no caso de próteses sobre implantes são as impressões digitais do *scan bodies*, especialmente no arco inferior onde a escassez de tecido queratinizado torna o *scanner* mais propenso a erros.
- Um dos principais desafios à utilização de *scanners* intraorais na fabricação das próteses completas é obter as relações intermaxilares, de modo a alinhar as impressões maxilares e mandibulares numa relação espacial precisa. Contudo existem várias formas para se superar este desafio, seja com a colocação de pinos cirúrgicos antes da cirurgia ou fazendo a digitalização das próteses provisórias.
- Na fabricação das próteses parciais removíveis, a utilização do método digital carece de maior atenção pelo facto de envolverem tanto tecidos duros como moles, mas também por serem constituídas por várias partes. No entanto, esta apresenta inúmeras vantagens, tais como: redução do número de consultas; em caso de perda ou fratura estas podem ser facilmente substituídas; apresentam um melhor ajuste clínico; redução dos custos de produção; aumenta a qualidade das próteses e diminui o desperdício de material e o custo do *follow-up*.
- Apesar de o método digital apresentar inúmeras vantagens na sua utilização conforme o suprarreferido, como em qualquer técnica apresenta algumas desvantagens, sendo a principal o custo inicial de aquisição dos equipamentos, a curva de aprendizagem, bem como formação por parte do médico dentista. No entanto, como a sua integração na prática clínica pode diminuir o tempo e número de consultas, aumentando o nível de satisfação por parte dos pacientes, leva a que desta forma seja possível rentabilizar melhor o tempo dos profissionais, podendo

gerar assim maior faturação e proporcionar algum benefício relativamente ao custo inicial do *scanner* intraoral e restante equipamento necessário.

6. Referências

1. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *Journal of healthcare engineering*. 2017; 8427595;2017:1-9.
2. Cheng CW, Ye SY, Chien CH, Chen CJ, Papaspyridakos P, Ko CC. Randomized clinical trial of a conventional and a digital workflow for the fabrication of interim crowns: An evaluation of treatment efficiency, fit, and the effect of clinician experience. *J Prosthet Dent*. 2021;125(1):73–81.
3. Vaz, I. M. C. B., & Carracho, J. F. P. C. L. Marginal fit of zirconia copings fabricated after conventional impression making and digital scanning: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2020;124(2):223.e1-6.
4. Singh K, Kalsi S. MANUSCRIPT TITLE - DIGITAL IMPRESSIONS IN PROSTHODONTICS – A REVIEW ARTICLE. *Indian Journal of Comprehensive Dental Care (IJCDC)*. 2018 Sep 20;8(2):1184–8.
5. Gouveia DNM, Razzoog ME, Alfaro MF. A fully digital approach to fabricating a CAD-CAM ceramic crown to fit an existing removable partial denture. *J Prosthet Dent*. 2019 Apr 1;121(4):571–5.
6. 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 1;121(2):252–7.
7. Schubert O, Erdelt KJ, Tittenhofer R, Hajtó J, Bergmann A, Güth JF. Influence of intraoral scanning on the quality of preparations for all-ceramic single crowns. *Clin Oral Investig*. 2020 Dec 1;24(12):4511–8.
8. Hartman M. Design and fabrication of a fixed implant-supported interim restoration from a dynamic navigation virtual plan. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2020 Dec;124(6):632–6.
9. Edelhoff D, Schweiger J, Prandtner O, Stimmelmayer M, Güth JF. Metal-free implant-supported single-tooth restorations. Part I: Abutments and cemented crowns. *Quintessence Int*. 2019;50(3):176–84.
10. De Angelis P, Passarelli PC, Gasparini G, Boniello R, D’Amato G, De Angelis S. Monolithic CAD-CAM lithium disilicate versus monolithic CAD-CAM zirconia for single implant-supported posterior crowns using a digital workflow: A 3-year cross-sectional retrospective study. *J Prosthet Dent*. 2020;123(2):252–6.
11. Joda T, Ferrari M, Brägger U. Monolithic implant-supported lithium disilicate (LS2) crowns in a complete digital workflow: A prospective clinical trial with a 2-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017 Jun 1;19(3):505–11.
12. Joda T, Brägger U, Zitzmann NU. CAD/CAM implant crowns in a digital workflow:

- Five-year follow-up of a prospective clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019 Feb 1;21(1):169–74.
13. Finelle G, Lee S. Guided Immediate Implant Placement with Wound Closure by Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacture Sealing Socket Abutment: Case Report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Mar;32(2):e63–7.
 14. Lee SJ, Jamjoom FZ, Le T, Radics A, Gallucci GO. A clinical study comparing digital scanning and conventional impression making for implant-supported prostheses: A crossover clinical trial. *J Prosthet Dent*. 2021 Feb 15:1-8.
 15. Alqarni H, Alhelal A, Kattadiyil MT, Goodacre CJ. Selective implant scan body modification to restore severely tilted adjacent implants: A completely digital workflow. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2020 Jan;123(1):38–41.
 16. Doliveux S, Jamjoom F, Finelle G, Hamilton A, Gallucci G. Preservation of Soft Tissue Contours Using Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacturing Healing Abutment with Guided Surgery in the Esthetic Area: Case Report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2020 Jan;35(1):e15–20.
 17. 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.
 18. Tregerman I, Renne W, Kelly A, Wilson D. Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *J Prosthet Dent*. 2019 Oct 1;122(4):390–5.
 19. Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res*. 2020 Jan 1;64(1):98–103.
 20. Hamanaka I, Isshi K, Takahashi Y. Fabrication of a nonmetal clasp denture supported by an intraoral scanner and CAD-CAM. *J Prosthet Dent*. 2018 Jul 1;120(1):9–12.
 21. Monaco C, Ragazzini N, Scheda L, Evangelisti E. A fully digital approach to replicate functional and aesthetic parameters in implant-supported full-arch rehabilitation. *J Prosthodont Res*. 2018 Jul 1;62(3):383–5.
 22. Espona J, Roig E, Ali A, Roig M. Immediately loaded interim complete-arch implant-supported fixed dental prostheses fabricated with a completely digital workflow: A clinical technique. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2020 Oct;124(4):423–7.
 23. Sa Y, Morton D, Lin W-S. Using existing interim complete dentures as an aid for an interocclusal record to align edentulous intraoral scans for implant-retained overdentures. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2021 Jun;125(6):854–7.
 24. Peng M, Li C, Huang C, Liang S. Digital technologies to facilitate minimally invasive rehabilitation of a severely worn dentition: A dental technique. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2021 Aug;126(2):167–72.
 25. Nejatidanesh F, Savabi G, Amjadi M, Abbasi M, Savabi O. Five year clinical outcomes and survival of chairside CAD/CAM ceramic laminate veneers — a retrospective study. *J Prosthodont Res*. 2018 Oct 1;62(4):462–7.



26. Lin WS, Harris BT, Phasuk K, Llop DR, Morton D. Integrating a facial scan, virtual smile design, and 3D virtual patient for treatment with CAD-CAM ceramic veneers: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2018 Feb 1;119(2):200–5.
27. Sanchez-Lara A, Chochlidakis KM, Lampraki E, Molinelli R, Molinelli F, Ercoli C. Comprehensive digital approach with the Digital Smile System: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2019 Jun 1;121(6):871–5.
28. 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 1;121(1):69–75.
29. 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 1;121(3):426–31.
30. Wang L, Wang T, Lu Y, Fan Z. A digital approach for 1-step formation of the supraimplant emergence profile at the time of immediate implant placement. *J Prosthet Dent.* 2019 Aug 1;122(2):104–7.
31. Newman M. Is CAD/CAM a good fit for your dental practice? *Dental Economics.* 2020 Jan;110(1):42.
32. Krieger M. Leveraging Today's Technology: A Smart and Rewarding Way to Boost Profits. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (15488578).* 2019 Oct;40(9):568.
33. Fung L, Brisebois P. Implementing Digital Dentistry into Your Esthetic Dental Practice. Vol. 64, *Dental Clinics of North America.* W.B. Saunders; 2020. p. 645–57.