



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**A TECNOLOGIA DIGITAL AO SERVIÇO DA MEDICINA  
DENTÁRIA; ESTADO DA ARTE**

Trabalho submetido por

**THALITA SORRILHA CARDOSO**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2021**





# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **A TECNOLOGIA DIGITAL AO SERVIÇO DA MEDICINA DENTÁRIA; ESTADO DA ARTE**

Trabalho submetido por

**THALITA SORRILHA CARDOSO**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

**PROF. DOUTOR SÉRGIO ANTUNES FÉLIX**

**setembro de 2021**



## **DEDICATÓRIA**

*Dedico esta tese com todo o meu amor às minhas avós Clotilde Crespi Gomes e Nayr Martinez Sorrilha (pois sem elas eu jamais seria Dentista).*



## AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos são, em primeiro lugar a Deus.

Ao Prof. Doutor Sérgio Antunes Félix pela orientação, tendo viabilizado seu tempo e encaminhado este projecto. Pela imprescindível ajuda e acima de tudo pela oportunidade que me ofereceu em poder aprender através dos seus conhecimentos. Grata por toda a disponibilidade, dedicação, atenção e paciência ao me acompanhar na execução desse trabalho

À todos os funcionários da Universidade Egas Moniz sem exceções.

À minha mãe Clotilde F. G. Sorrilha que é a razão de ser da minha vida. Ao meu irmão Thiago Sorrilha, à minha sogra, sogro (Auta Lemos e José Cardoso), cunhados (Maria Paula, Jacque, Diego, Grazi, Rafa e Rogério) e aos meus sobrinhos amados (Anna Clara, Matheus e Bernardo) que abraçaram os nossos motivos para sair do conforto do nosso país e entenderam a distância, mesmo com a saudade apertada no peito em busca dos nossos sonhos.

À minha Box52 (Thaissa e Javier) pela parceria, cumplicidade e amor que, mesmo com os meus problemas de saúde, tornaram os meus dias mais leves e extremamente alegres.

Às amigas Alline, Vivian, Bruna, Fabiana, Karla, Isadora e Fernanda por todo o apoio incansável, motivação e boas risadas.

À minha família portuguesa (Liz, Andy, Sisnando, Manu, Namba, Ju, Rapha, Marcelo, Flor, Babi, Jéssica e Loyd) por todo o apoio, pela amizade incondicional e motivação para começar e finalizar este mestrado, tornando a saudade de casa e da família menos dolorosa.

Por último, e não menos importante, ao amor da minha vida, meu parceiro e maior incentivador Ricardo Lemos Cardoso.



## RESUMO

Hoje em dia, dificilmente se consegue dissociar “O Digital” da nossa vida em sociedade, da Medicina e mais especificamente da Medicina Dentária, estes sistemas estão presentes em toda a parte.

A revolução, ou melhor, a democratização das tecnologias digitais deve-se essencialmente ao facto de “se terem tornado acessíveis à generalidade dos médicos dentistas”. Inicialmente dispendiosos, o que impedia a sua aplicação aos tratamentos. No entanto os fabricantes foram tornando os equipamentos mais acessíveis, possibilitando uma globalização aos médicos dentistas, que podem assim usufruir das tecnologias (Steinmassl et al., 2018).

O desenvolvimento contínuo da tecnologia na medicina dentária tem garantido novas oportunidades, por exemplo, na área da prótese fixa em ambiente virtual completo, sem qualquer situação de modelo físico. A pesquisa com ensaios de elevada qualidade parece ser mais lenta do que o progresso industrial das aplicações digitais disponíveis (Joda et al., 2017).

É do conhecimento geral que, os *scanners* intraorais possibilitam fazer a leitura de arcadas dentárias com alguma precisão, e assim produzir próteses fixas com melhor ajuste do que as convencionais (Joda et al., 2017). O fluxo de trabalho digital permite manter um *backup* virtual da situação, que pode ser facilmente consultado no caso de uma futura reparação ou reprodução que venha a ser necessária se a prótese for fraturada ou perdida (Virard et al., 2018) aumentando, assim, o campo de soluções clínicas aplicadas à tecnologia CAD/CAM.

A tecnologia CAD/CAM tem vantagens, permitindo a obtenção de impressões digitais, de modelos virtuais e de articuladores e, pode-se afirmar que a rápida evolução do sistema, gerou um grande impacto nas várias áreas da Medicina Dentária, em especial na reabilitação oral e Dentisteria (Alghazzawi, 2016) (Steinmassl et al., 2018).

Este trabalho, pretende fazer uma abordagem aos vários campos de atuação da tecnologia Digital na saúde Oral, especialmente uma revisão em cada área.

Palavras-chave: “Dentistry”, “Dental Impressions”, “CAD-CAM” e “Intraoral Scanners”

## **ABSTRACT**

Nowadays it is difficult to dissociate “The Digital” in our life in society, from Medicine and more specifically from Dentistry, these systems are present everywhere.

The revolution, or rather, the democratization of digital technologies is essentially due to the fact that "they have become accessible to the generality of dentists". Initially expensive, what prevented their application to treatments was their high cost. Knowledge of this fact has made the equipment more accessible, enabling a globalization on the part of dentists, thus being able to take advantage of the technologies (Steinmassl et al. 2018).

The continuous development of technology in dentistry has ensured new opportunities, for example, in the area of fixed dentures in a complete virtual environment without any physical model situation. Research with high-quality trials appears to be slower than industrial progress in available digital applications, (Joda, Zarone, and Ferrari 2017).

It is already known that intraoral scanners make it possible to read dental arches with some precision, and thus produce fixed dentures that fit better than the conventional ones (Joda et al. 2017). The digital workflow allows to maintain a virtual backup of the situation that can be easily achieved in case of future repair or reproduction that may be necessary if the prosthesis is fractured or lost (Virard et al. 2018) thus increasing the field of clinical solutions applied to CAD/CAM technology.

The CAD/CAM technology has advantages, allowing to obtain fingerprints, and virtual models and articulators, and it can be said that the rapid evolution of the system generated a great impact in several areas of Dentistry, especially in oral rehabilitation and Dentistry. (Alhazzawi 2016) (Steinmassl et al. 2018).

This work intends to approach the various fields of action of Digital Technology in Oral Health, and especially a review of each area.

Keywords: “Dentistry”, “Dental Impressions”, “CAD-CAM” and “Intraoral Scanners”

## ÍNDICE GERAL

I.	INTRODUÇÃO.....	9
II.	DESENVOLVIMENTO.....	11
1)	PREVENÇÃO – ATUAÇÃO PRIMÁRIA DA MEDICINA DENTÁRIA . <b>Erro!</b>	
	<b>Marcador não definido.</b>	
2)	LASER DENTISTRY .....	12
3)	SISTEMAS DE DIAGNÓSTICOS .....	14
4)	SISTEMAS DE TRATAMENTO .....	17
5)	SISTEMA DE IMPRESSÃO 3D .....	28
6)	FLUXO DIGITAL EM REABILITAÇÃO ORAL .....	29
7)	A SOLUÇÃO ALL-IN-ONE AUTOMATIZADO .....	31
III.	CONCLUSÃO.....	40
IV.	BIBLIOGRAFIA .....	43



## **Índice de Figuras**

Figura 1 - Imagem da parte anterior e posterior da câmara intraoral – IntraCam Ative Ware.....	16
Figura 2 - Imagem de scanner facial da Zirkozahn, retirada do site <a href="https://www.medicalexpo.com/pt/prod/zirkozahn/product-74646-521122.html">https://www.medicalexpo.com/pt/prod/zirkozahn/product-74646-521122.html</a> .....	20
Figura 3 - Imagem de scanner facial da Zirkozahn, retirada do site <a href="https://www.medicalexpo.com/pt/prod/zirkozahn/product-74646-521122.html">https://www.medicalexpo.com/pt/prod/zirkozahn/product-74646-521122.html</a> .....	20
Figura 4 - Imagem do scanner intraoral usado na Universidade Egas Moniz .....	21
Figura 5 - Respetivamente, uma imagem de uma arcada maxilar superior scaneada por câmara scanner intraoral e em seguida uma imagem de sobreposição da CBCT em software. Fonte: (Lara-mendes, 2019).....	24
Figura 6 - Imagem do planeamento digital Fonte: (Lara-mendes, 2019).....	24
Figura 7 - Respetivamente, imagem do guia impresso e imagem do tratamento endodôntico em execução. Fonte: (Lara-mendes, 2019).....	24
Figura 8 - Imagem da CORiTEC 350i Loader Pro em atividade no Laboratório HiTech .....	32
Figura 9 - Imagem da Zirkozahn em atividade no Laboratório HiTech.....	33
Figura 10 - Imagem da Zirkozahn em atividade no Laboratório HiTech.....	33
Figura 11 - Imagem da Zirkozahn M1 compacta em atividade no Laboratório HiTech .....	34
Figura 12 - Imagem da Zirkozahn M1 compacta em atividade fresando coroa de zircónio no Laboratório HiTech .....	34



## **Lista de Siglas:**

CBCT- Cone Beam computer Tomography

CAD - Computer-aided design

CAM - Computer-aided manufacturing

IA- Inteligência Artificial

CDSS- Sistemas Digitais de apoio à decisão clínica

3D- 3 Dimensões

2D- 2 Dimensões

HOF- Harmonização Orofacial

FOV – Field of View (campo de visão)

TCFC- Tomografia computadorizada de feixe cônico

LAB- Laboratório

PDL- Ligamento Periodontal

CaP- Cálcio Impresso

PCL- Policaprolactona

PDL- Ligamento Priodontal

UV- Ultravioleta

CNC- Controle Numérico Computadorizado

FDP- Prótese Fixa Dentária

RP- Prototipagem Rápida



## I. INTRODUÇÃO

Desde os anos 80 e especialmente ao longo dos últimos anos, tem havido uma chamada revolução digital. A revolução digital refere-se ao avanço da tecnologia de dispositivos eletrônicos e mecânicos analógicos para a tecnologia digital disponível hoje em dia. A era começou na década de 1980 e continua. A Revolução Digital também marca início da Era da Informação. E essa também chamada de Revolução Industrial, influenciou também a medicina dentária. Como seu desenvolvimento deu-se por exemplo a incorporação dos *scanners* faciais, intraorais e dos sistemas de CAD-CAM que nos permitem hoje em dia um *workflow* de plano de tratamento reverso totalmente digital.

Os *scanners* intraorais, *scanners* faciais e o CBCT, são tecnologias que nos vão permitir obter informações tridimensionais dos pacientes, criar modelos virtuais tanto da face como dos dentes dos pacientes e através da integração destas tecnologias digitais permiti-nos desenvolver os chamados pacientes virtuais, planeamentos com *scanner* intraoral, que vai também permitir uma visualização a 3 dimensões e entre outras podemos considerar esta como uma das suas grandes vantagens.

Relativamente à reabilitação oral, sabemos que para uma reabilitação é necessário um correto diagnóstico e planeamento a partir de um enceramento de diagnóstico e isto vai ser fundamental para uma reabilitação oral estética e funcional bem-sucedida. No caso dos sistemas digitais, temos também a hipótese de enceramentos de diagnóstico digitais, realizado com base nas referências faciais dos pacientes, o que resulta num melhor resultado estético e funcional ao integramos a reabilitação em harmonia com a face dos pacientes.

O *scanner* facial e intraoral pode ser importado para um programa de CAD-CAM, de forma a realizar um enceramento digital em conjunto com um *scaneamento*. Isto vai-nos facultar informações importantes para transmitirmos ao laboratório e, assim, poderemos ter acesso a diferentes referências faciais, muito mais fiéis, eliminando de certa forma o factor do erro humano. Portanto, a introdução de métodos de reconhecimento de padrões multiparamétricos, como a aprendizagem automática e inteligência artificial (IA), traz uma grande esperança, quer a médicos quer a pacientes. Contudo, o uso generalizado de sistemas digitais de apoio à decisão clínica (CDSS) numa clínica medicina dentária ainda não é realista e requer aturado trabalho em

muitos aspetos - metódico, tecnológico e empresarial, não há pois a substituição do clínico e do profissional devidamente qualificado.

Os sistemas digitais são encontrados em basicamente todas as áreas da medicina detária, na Periodontologia, na Dentisteria, na Endodontia, na Implantologia, na Prostodontia e na Ortodontia. Neste trabalho estamos concientes do grande número de soluções na área digital e apesar de serem muito extensas os meios tecnológicos e como dissemos os recursos disponíveis, tentaremos abordar alguns dos recursos digitais implementados em cada uma dessas áreas.

Para o estudo em causa realizámos uma recolha de artigos publicados, disponíveis nas bases de dados Pubmed, Biomed- Central EBD, Journal Citation Reports, utilizando os seguintes termos de pesquisa: “Digital Sístems”, “ Oral Scanners”, “Digital Dentistry”.

Como critérios de inclusão estudámos publicações em Língua Portuguesa, Inglesa e Espanhola, publicadas entre janeiro de 2000 e dezembro de 2020, o título e o abstract do artigo, bem como a revisão e a conclusão obtida.

## II. DESENVOLVIMENTO

Dentro dos consultórios, já não é novidade, o uso do planejamento digital, onde através de um *scanner* intraoral, o médico dentista tira fotos internas da boca do paciente. Essas são, por sua vez, armazenadas no computador, onde o profissional pode analisar detalhadamente as características do paciente (MacHoy et al., 2020).

Ainda, com recurso às imagens, ele pode fazer a simulação do tratamento a ser realizado de forma bastante minuciosa. O planejamento digital pode ser usado em todos os tipos de tratamento, desde uma simples reconstrução dentária, até cirurgias maiores, de grandes complexidades (Adams et al., 2019).

Antes mesmo de se iniciarem os tratamentos propriamente ditos, a tecnologia digital já foi marcando a sua presença. A digitalização dos ficheiros, por exemplo, permite ao médico dentista partilhar e atualizar as informações dos pacientes em tempo real, e arquivar os documentos com maior facilidade, respeitando na íntegra os requisitos gerais de proteção de dados e privacidade, utilizando, também, tecnologias em nuvem. Pelo contrário, os registos médicos analógicos são geralmente armazenados em ambientes "físicos", como arquivos ou depósitos, a que todos podem aceder. Os documentos digitais contêm dados sensíveis, por isso é importante que os ficheiros digitalizados possam ser consultados apenas pelas operadoras licenciadas, com base num *workflow* aprovado, e previamente estabelecido. De acordo com os estudos de (Adams et al., 2019) as tentativas de *hackear* informações digitais podem ser inúmeras (violação de dados), portanto é necessário protegê-las com procedimentos certificados, desde as *software houses* até à pessoa autorizada a consultá-las.

Mais um exemplo de solução tecnológica, que salva vidas, é a geolocalização, que pode ser usada para detetar rapidamente o local numa situação de emergência, que requeira a intervenção de socorristas. Algumas intervenções de emergência não seriam possíveis sem a disponibilidade de sistemas de rastreamento por satélite e o aplicativo baseado em mapas acessíveis em *smartphones* (Topol, 2019).

As digitalizações nas profissões de saúde, e em todos os setores, avançam inexoravelmente e oferecem vantagens que combinam *workflows* analógicos com as novas tecnologias. As tecnologias digitais podem ajudar os médicos a tomar decisões precisas com base em diagnósticos rigorosos, assim como ajudar os pacientes a dar um consentimento mais bem informado acerca do seu próprio tratamento. Além disso, novas

opções para facilitar a prevenção ou o diagnóstico precoce de doenças potencialmente fatais, e a gestão de condições crônicas fora dos ambientes tradicionais de atendimento, podem ser fornecidas por meio de uma abordagem de saúde digital inovadora. Na área da medicina dentária, várias são as situações que sofreram evidentes mudanças em todas as etapas dos protocolos e materiais, incluindo, mas não se limitando à ortodontia, implantologia, próteses e todos os procedimentos laboratoriais odontológicos. Isto permite um planejamento protético / funcional rigoroso, uma pré-avaliação estética / funcional adequada à terapia proposta, a execução do tratamento assistida por computador, bem como o acompanhamento contínuo dos pacientes (MacHoy et al., 2020).

### *1) PREVENÇÃO – ATUAÇÃO PRIMÁRIA DA MEDICINA DENTÁRIA*

A tecnologia digital pode ser aplicada a tratamentos logo na área de prevenção ou profilaxia na medicina dentária. A essa dá-se o nome de Medicina Dentária Preventiva e Comunitária é a área que se dedica à prevenção primária, secundária e terciária de doenças da higiene oral, tais como, a cárie, a doença periodontal e a xerostomia (sensação de secura na boca) (Tolentino et al., 2011).

Trata-se de uma área de fundamental importância dirigida a prevenção, diagnóstico e terapêutica de doenças orais, tendo nas outras áreas de intervenção, um papel determinante devido a manutenção dos tratamentos efetuados. Neste âmbito, salientamos de igual modo a sua vertente pedagógica que, através da demonstração e ensino de técnicas específicas, contribui para a melhoria da saúde oral (Zitzmann et al., 2020).

Uma das doenças mais difundidas em todo o mundo, é a doença da cárie dentária, com aproximadamente 36% de toda a população afetada de algum grau (Marcenes et al., 2013). Algumas de suas variações quando ignoradas podem ser bastante graves incluindo abscessos, perdas dentárias e progressão da doença periodontal. Entretanto, a cárie dentária pode ser prevenida facilmente quando ocorre intervenção precoce. De fato, quanto detectada inicialmente, seus efeitos podem ser totalmente revertidos com terapias de flúor dando origem a remineralização (Jablonski-Momeni & Kneib, 2016).

Assim, é importante que os profissionais de medicina dentária sejam capazes de identificar a cárie ativa o mais cedo possível, para que possam tomar medidas preventivas antes que a cavitação se torne irreversível (Jablonski-Momeni & Kneib, 2016).

Neste aspeto, já se pode ter em conta por exemplo a tecnologia Calcivis, que basicamente trata-se de um dispositivo portátil que utiliza uma fotoproteína específica e em contato com íons de cálcio livres, cria um sinal bioluminescente. Este por sua vez é capturado por uma câmara integrada. As imagens podem ser usadas tanto para avaliar a atividade de cárie na superfície do dente de maneira a fornecer um mapa preciso dos estágios iniciais da deterioração do esmalte, assim o médico dentista pode preparar o tratamento preventivo de primeira etapa e a terapia de remineralização para corrigir os danos como também apresentá-lo ao doente na cadeira do consultório afim de informar e motivar a aceitação do mesmo, por tratamentos preventivos ou cirúrgicos subsequentes (Jablonski-Momeni & Kneib, 2016).



Figura 1. Imagem obtida através da tecnologia Calcivis bioluminescente, retirada do site <https://calcivis.com/articles/bioluminescence-transforming-minimal-invasive-dentistry/>

As consultas desta especialidade devem ser regulares (no mínimo de 6 em 6 meses) e todos os cuidados de rotina diários sugeridos pelo médico devem ser seguidos. Estes cuidados incluem (pelo menos duas vezes ao dia), uma correta escovagem, (pelo menos uma vez ao dia e preferencialmente à noite) o uso de fio, o uso do recurso de escovilhões quando necessário e colutórios (Duarte & Pereira, 2016).

Há uma tendência na pesquisa médica atual para explorar a importância e a sintomatologia da saliva. A questão para a qual, cada vez mais pesquisadores das áreas médico-forense, sistêmica e de medicina dentária, tentam encontrar respostas e reunir argumentos de maior ênfase, é referente ao papel da saliva na saúde do paciente.

Atualmente já é possível encontrar inúmeras marcas e modelos de medidores de Ph digital, com calibração automática de temperatura, entre outras funções (Duarte & Pereira, 2016).

Embora centenas de publicações tenham insistido na etiologia e nas complicações da hipofunção da glândula salivar, apenas alguns profissionais de saúde costumavam colher saliva para testar. Como no caso da urina e do sangue, a qualidade e a quantidade da saliva são afetadas por uma infinidade de condições médicas e tratamentos, assim como pelo estado psicológico do paciente (Iorgulescu, 2009).

A saliva contém três sistemas tampão (bicarbonato, fosfato e proteína) e ajuda a manter a faixa de pH aceitável, de 6,0-7,5, na boca. Quando uma substância é colocada na cavidade oral, o fluxo de saliva aumenta dependendo do seu sabor, consistência e concentração. Quando o volume de saliva é de aproximadamente 1,1 ml, um reflexo de deglutição é acionado. A estimulação salivar, a diluição da degustação e a deglutição continuarão até que a concentração das degustações chegue a um ponto em que deixe de estimular o fluxo salivar. A depuração oral de várias substâncias será prolongada na ausência de saliva, resultando em possíveis danos aos tecidos intraorais duros e moles. Em condições fisiológicas normais, a saliva fica supersaturada com hidroxapatita de cálcio, que evita a desmineralização dentária (Iorgulescu, 2009).

## 2) *LASER DENTISTRY*

Poucas coisas na medicina dentária são tão apontadas como intensificador de ansiedade quanto o som das turbinas e brocas dentárias. O ruído agudo inconfundível da turbina em alta velocidade é considerado o maior inspirador de pânico entre os doentes. De acordo com as estatísticas, um em cada sete adultos no Reino Unido já sofreu de fobia dentária (Press, 2016).

Acredita-se que tenha muito pouco a ver com o ruído em si tenha muito pouco a ver com a fobia - ao contrário, esta é basicamente o associativo e simplesmente uma representação audível da dor esperada do tratamento dentário iminente. Na verdade, o som e a percepção da dor parecem intrínsecamente ligados, com estudos mostrando que os indivíduos que respondem pior ao som do exercício irão, subsequentemente, sentir

maior dor. No entanto, alguns estudos também indicaram que o som desencadeia certas áreas do cérebro que estão intimamente relacionadas à resposta emocional (Beaton & Humphris, 2014).

A tecnologia dos lasers de érbio então surgiram para minimizar esse factor. Os lasers de érbio são construídos basicamente de dois cristais diferentes, cristal de granada de ítrio-alumínio e o cristal de granada-ítrio-escândio-gálio sensibilizado com cromo. Eles têm diferentes comprimentos de onda e embora semelhante, existe uma diferença significativa na absorção de água entre esses dois comprimentos. Um encontra-se no pico de absorção de água no espectro infravermelho e tem um poder de penetração térmica, enquanto o outro exibe aproximadamente um terço a menos de absorção (Salvi et al., 2020) e (Lavu et al., 2015).

Este laser pode ser usado em tecidos duros e moles. Seu tropismo primário é a água, e em menor grau a absorção de hidroxiapatita. Com os aparelhos de érbio é bastante eficiente os procedimentos e muitos podem ser realizados até mesmo sem anestesia local. O laser tem um efeito desinfectante significativo de dentina e esmalte a ser restaurado, permitindo praticamente eliminar uma “*smear layer*”. O corte ósseo com lasers de érbio resulta em mínimos traumas térmicos e mecânicos nos tecidos adjacentes. O pulso de laser pode ser alterado para cada situação e os efeitos atraumáticos e excelentes são resposta de cicatrização após a ressecção do osso com érbio. No caso de tecidos moles os pulsos são mais longos e menos ou nenhum spray de água, podendo ser usados em qualquer situação que substitua um bisturi como em procedimentos de cortono gengival, bolsas periodontais, frenectomias, procedimentos pré-protéticos etc. Os lasers de érbio também podem ser usados para dimensionar superfícies radiculares com segurança durante procedimentos periodontais, o que tem o benefício adicional de descontaminação da superfície radicular (Lavu et al., 2015).

### 3) *SISTEMAS DE DIAGNÓSTICOS*

No que diz respeito aos meios de diagnósticos em medicina dentária, podemos encontrar equipamentos digitais de última geração, por exemplo as câmaras intraorais. Basicamente é um pequeno dispositivo portátil que possui uma lente que pode ser focada

para visualizar a cavidade oral. Estas câmaras são capazes de identificar lesões cáries iniciais (mancha branca) e também lesões cáries já mais evoluídas. Algumas vantagens potenciais do uso da câmara intraoral são o diagnóstico precoce, a facilidade de se enviar as imagens adquiridas para a opinião de especialista, economia de tempo e recursos para motivar e educar os pacientes sobre a importância da higiene oral e planos de tratamento específicos (Pentapati et al., 2017).



Figura 1 - Imagem da parte anterior e posterior da câmara intraoral – IntraCam Active Ware

*Scanners* intraorais (IOS) são equipamentos que fazem impressões ópticas diretas em medicina dentária. Semelhantes aos *scanners* (3D) em geral, os intraorais projetam uma fonte de luz (laser, ou mais recentemente, luz estruturada) sobre o objeto a ser digitalizado, neste caso as arcadas dentárias, incluindo dentes preparados e corpos de digitalização de implantes (ou seja, cilindros aparafusados sobre os implantes, usados para transferir a posição do implante 3D) (Mangano et al. 2017).

As imagens dos tecidos dentogengivais (tal como as dos corpos de varredura dos implantes), captadas pelos sensores de imagem, são processadas pelo *software* de varredura, que gera nuvens de pontos. Essas nuvens de pontos são, então, trianguladas pelo mesmo *software*, criando um modelo de superfície 3D (malha). Os modelos 3D da superfície dos tecidos dentogengivais são o resultado da impressão óptica e estas são, atualmente, a opção 'virtual' face aos modelos tradicionais de gesso (Mangano et al. 2017).

São dispositivos extremamente precisos para registrar uma arcada dentária completa e, portanto, mais rigorosos do que os materiais de impressão de

alginato. Consequentemente, a impressão digital tem sido comparada a varreduras faciais ou adicionada aos protocolos de *design* de sorriso em vários casos de grandes reabilitações estéticas (Richert et al., 2017).

O sorriso não se limita apenas aos dentes e gengivas. Durante a obtenção de todas as informações do paciente, a varredura da imagem extra-oral torna-se necessária para a medição de linhas de proporção facial, com a retração adequada do lábio e bochecha, os dentes anteriores superiores podem ser expostos, com a finalidade de serem usados como marcadores de referência para relacionar os dentes à face. A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), no entanto, pode captar dentes, rosto e sua relação numa única varredura, embora isso aumente a exposição à radiação, que pode não ser justificada em pacientes com necessidades restaurativas limitadas (Lam et al., 2016).

As manobras manuais são sempre vulneráveis, pois estão sujeitas a erros e imprecisões de processamento humano, para além do tempo despendido e dos custos adicionais. A fim de eliminar estas desvantagens, o fluxo de trabalho digital juntamente com a tecnologia de *design* auxiliada por *softwares* e a manufatura auxiliada por computador (CAD-CAM) pode representar uma alternativa adequada. O uso desta tecnologia tem demonstrado melhor ajuste e estética da prótese e, simultaneamente, diminui os custos e os obstáculos de fabrico para o laboratório.

#### 4) *SISTEMAS DE TRATAMENTO*

Para além dos sistemas de diagnósticos, a tecnologia digital tem ocupado imenso espaço no que diz respeito a tratamentos, especificamente. Na área da Dentisteria Restauradora é possível encontrar um *workflow* extremamente completo utilizado em medicina dentária no que se refere a restaurações indiretas para a confecção de *inlays*, *onlays*, facetas, coroas, e reconstrução da boca inteira (Schwendicke, 2020). A Dentisteria e a estética beneficia de *scanners* intraorais e fluxo de trabalho digital, consistindo em *design* e simulação de sorrisos, maquetes de protótipos e confecção de facetas laminadas. Isto é possível pela obtenção de impressões digitais, uma série de fotos do rosto e do sorriso do paciente, e por meio de um *software* de *design* de sorriso, que permite modelar toda a aparência na área do sorriso. Desta forma, o clínico tem a oportunidade de conversar com o paciente e decidirem conjuntamente a estética da restauração, antes do início do tratamento. Este ponto é crucial para entender as expectativas do paciente. A diferença entre a cor de uma restauração e de um dente natural é uma das principais

situações rotineiras, que podem deixar o paciente bastante insatisfeito. Nem sempre é possível que a parte restaurada fique idêntica ao dente com a técnica convencional.

Isto já não acontece com o planeamento digital. Não há erros, pois o *software* capta a cor exata do dente. Desta forma, a mesma tonalidade do resto dos dentes é transferida e aplicada na parte restauradora, o que proporciona um resultado bastante satisfatório.

O sucesso de qualquer restauração dentária, a longo prazo, depende da sua adaptação marginal à estrutura dentária existente. Complicações, como cáries, podem surgir ao redor das margens, como resultado da penetração bacteriana nas margens abertas com vazamento e acumulação de biofilme nas discrepâncias marginais. Portanto, a obtenção de uma impressão precisa do dente é fundamental no processo de fabrico duma restauração dentária.

Temos de ter em conta que a face humana não é apenas um conjunto de muitos sinais físicos e anatómicos de um indivíduo, na sua constituição há também inúmeros traços de personalidade psicológica. A anatomia morfológica e a análise das expressões faciais são importantes em várias áreas, nomeadamente, na cirurgia craniofacial-maxilofacial, ortodontia, prótese dentária, medicina dentária forense e biometria (Samir et al., 2006). As avaliações faciais são convencionalmente realizadas através de análises, que incluem o método bidimensional (2D), para a medição de distâncias e as angulações de projeção como o compasso de calibração de Vernier (Zhao et al., 2017),(Kim et al., 2014).

Presentemente, entrámos na era da medicina dentária digital e devido à evolução da tecnologia, inteligência artificial e digitalização óptica, em pouco tempo, fomos deixando de lado a vertente bidimensional preferindo a tridimensional (3D) (Zeike et al., 2019). A partir do *scaneamento* digital 3D os principais pontos faciais podem ser registados e usados para captar emoções, reconhecimento facial, planeamento da harmonização facial, cirurgias maxilofaciais, reconstruções etc. (Berssenbrügge et al., 2014).

Novas modalidades foram criadas na área da medicina dentária, após o uso da tecnologia, tais como os sistemas de *design* / fabricação assistida por computador (CAD / CAM), sistemas de fresagem, prototipagem rápida, digitalização tridimensional (3D) e impressão 3D, que revolucionaram a velocidade e a precisão do tratamento. Além disso,

na medicina dentária, a imagem 3D usando a tomografia computadorizada de feixe cônico dentário (CBCT) oferece dados volumétricos sobre os ossos da mandíbula e dentes, o que ajuda no diagnóstico pré-cirúrgico, planejamento pré-operatório e transferência de um plano pré-operatório para o resultado real do tratamento na reabilitação oral (Solaberrieta et al., 2016).

O *design* voltado para o rosto é uma técnica que tem em conta a estética facial, perfil facial, proporções e harmonia para a reabilitação oral, e usa o *design* digital do sorriso para fazer rostos esteticamente harmônicos HOF. Esta abordagem é especialmente importante nas reconstruções dentárias estéticas, tendo em conta os tecidos ósseos e gengivais, o que resulta num sorriso anatomicamente aperfeiçoado, contribuindo para a autoestima e autoconfiança dos pacientes. (Esfahanizadeh et al., 2016). Embora existam vários *scanners* de rosto disponíveis no mercado, não há evidências de um *scanner* adequado para aplicações práticas. E a melhoria da qualidade dos dados registados gera resultados melhores e com maior precisão.

A anatomia dentária e análise das medidas faciais contribuem para o contorno e construção do sorriso e, conseqüentemente, para a reabilitação estética. Com os enormes avanços da tecnologia digital, esta tem sido extensivamente aplicada à medicina e medicina dentária para diagnósticos, terapêutica, inteligência artificial e realidade aumentada (Rokaya et al., 2018).

O *scaneamento* facial e a moldagem digital dos dentes são, na atualidade, usados com frequência, pois os *scanners* têm a vantagem de facultar procedimentos clínicos simplificados e eficientes com consultas práticas e rápidas, proporcionando muito mais conforto ao paciente, tendo deixado de se usar materiais como alginato e gesso, já que até os modelos são digitais e elaborados por computador. Permite melhor comunicação e motivação do paciente; simplifica os procedimentos clínicos, quer para o dentista quer para o técnico de laboratório; facilita a comunicação entre os profissionais; e facilita, ainda, a confecção de próteses (You et al., 2017).

A fidelidade da impressão é fundamental em todas as aplicações clínicas nas próteses dentárias e os *scanners*, em geral, devem ser capazes de detetar uma impressão precisa. Muitos fatores influenciam a precisão do *scanner* 3D, como a capacidade de registar detalhes, princípios, amplitude, tamanho e área de varredura, o comprimento do arco, irregularidades da superfície, temperatura, humidade relativa e iluminação. A

varredura 3D usa uma das várias tecnologias de setor - triangulação a laser, luz estruturada, fotogrametria, baseada em contato e pulso de laser (You et al., 2017). As desvantagens dos *scanners* incluem os custos das máquinas, a dificuldade do seu manuseamento, a necessidade de cursos e treino, dificuldades sensíveis à técnica de captar os tecidos mais profundos e renderização (Solaberrieta et al., 2014).



Figura 2 - Imagem de scanner facial da Zirkonzahn, retirada do site <https://www.medicaexpo.com/pt/prod/zirkonzahn/product-74646-521122.html>



Figura 3 - Imagem de scanner facial da Zirkonzahn, retirada do site <https://www.medicaexpo.com/pt/prod/zirkonzahn/product-74646-521122.html>

Os *scanners* ópticos intraorais podem produzir moldes dentários digitais e registrar a relação maxilomandibular. Nos dias de hoje, os articuladores também ganharam a sua versão digitalizada para simular o movimento mandibular, e um arco facial virtual a fim de transferir os dentes superiores digitalizados para a imagem extraoral tridimensional (3D). Assim, obter uma impressão precisa do dente é fundamental no processo de fabrico de uma restauração dentária (Turkistani et al., 2015)

Dado que o *scaneamento* intraoral é o primeiro e, portanto, passo fundamental no

fluxo de trabalho digital do consultório, a precisão dos *scanners* intraorais deve ser avaliada criticamente. O estudo de (Hack & Patzelt, 2015), examinou os *scanners* intraorais que são os principais sistemas de digitalização intraoral e cujo uso se divulgou copiosamente na medicina dentária restauradora. Além disso, vários estudos recentes (Zimmermann et al., 2019) e (Pascual & A, 2018) têm mostrado que diferentes tipos de configurações sugeridas pelo mesmo fabricante e uma variedade de técnicas de digitalização, que foram aplicadas de um mesmo *scanner*, tendem a ser mais precisas, em comparação com outros sistemas de varredura intraoral. No entanto, também foi avaliado que o uso de alta resolução, ou seja, de zoom óptico, foi o mais recomendado pois foi capaz de *scanear* superfícies críticas, como margens de preparação de coroa, a fim de captar áreas que são difíceis de digitalizar, com mais quantidades de detalhes.



Figura 4 - Imagem do scanner intraoral usado na Clínica Universitária Egas Moniz

Porém, os dados sobre a precisão das impressões digitais feitas em diferentes configurações de resolução de digitalização são insuficientes. Teoricamente, a função de alta resolução permitiria uma precisão superior da linha de chegada para minimizar a discrepância marginal entre a preparação e a restauração. Clinicamente, no entanto, o uso

da função de alta resolução requer tempo de cadeira adicional e pode atrapalhar o fluxo de trabalho do profissional (Yuzbasioglu et al., 2014).

O uso de *scanners* intraorais, como alternativa à impressão convencional, reduz o desconforto do paciente, é ecologicamente mais correto e é mais fácil de ser manipulado pelos médicos, sem o risco de danos ou distorção. Outras vantagens da varredura intraoral incluem a visualização e ampliação em tempo real, varredura automática de cores para seleção de tonalidade estética e melhor adesão do paciente. Juntamente com a confiabilidade e reprodutibilidade aprimoradas via tecnologia, estas vantagens aumentaram a aceitação e a popularidade da impressão digital (Punj & Garaicoa, 2017).

Ainda no que diz respeito a tratamentos, na área de endodontia / desvitalização dentária, podemos referir não só o sistema de Raio X digital (RVG) como também podemos contar com os tratamentos endodônticos guiados, associados à digitalização das imagens radiográficas através da CBCT (Lara-mendes, 2019).

Com a utilização das tecnologias digitais e o passar do tempo, foi-se estudando mais e mais algumas das desvantagens do uso do Raio X convencional, como por exemplo a principal delas que é a alta dosagem de radiação necessária, não deixando de apontar a inconstância na qualidade da imagem obtida; o tempo elevado do processamento radiográfico; a utilização de produtos químicos tóxicos para o meio ambiente; a necessidade de se ter um local próprio para tal processamento do filme radiográfico, o correto descarte de resíduos do material de chumbo e a impossibilidade de modificação da imagem, depois de obtida, afim de buscar alternativas tecnológicas para que tais desvantagens sejam reduzidas ou até mesmo eliminadas (Rahmi-Fajrin et al., 2018).

O desenvolvimento e a digitalização dos aparelhos radiográficos representaram uma importante conquista na radioproteção, quer do paciente quer do profissional. A radiografia digital eliminou a necessidade do processamento químico, além de diminuir em quase 90% a dose de radiação necessária e de possibilitar diversos ajustes na imagem, a melhoria de factores como o brilho e contraste (Rahmi-Fajrin et al., 2018).

Syriopoulos et al. (2000) relatou que as imagens digitais são obtidas eletronicamente e, com a utilização de sistemas de computador, essas imagens são convertidas em dados numéricos e arquivadas através dum processo chamado amostragem. Os *softwares* de processamento permitem a manipulação desta imagem por meio de melhoramento, conversão negativo/positivo, zoom, ou modo 3D, entre outros

recursos. Esta tecnologia pode ser aplicada a várias áreas da medicina dentária, podendo facilitar a visualização dos detalhes que mais interessarem ao médico dentista (Digital, 2009).

Além disso, a endodontia guiada digital lança como artefacto fundamental a Tomografia Computadorizada de Feixe Cónico, também conhecida como tomografia computadorizada *Cone Beam* (CBCT). Esta usa um tubo, contendo um circuito elétrico com dois eléctrodos de cargas opostas que dá origem ao Rx. O feixe cónico de raio X, com forma redonda ou retangular, é centralizado num sensor bidimensional para realizar uma varredura numa rotação de 360 graus ao redor da cabeça do paciente (Pauwels et al., 2015).

A CBCT tem vários tamanhos de campo de visão (FOV – Field of View) predefinidos, portanto, um colimador terá várias aberturas predefinidas de acordo com os tamanhos dos campos de visão. Podemos observar que o princípio do tubo de raios-X é basicamente o mesmo para cada modalidade radiográfica usando raios-X. As diferenças entre os tubos para a radiografia bidimensional (2D), a tomografia computadorizada e a TCFC estão principalmente no tamanho da janela de saída (ou seja, colimação), a faixa de fatores de exposição e a quantidade de filtragem de feixe. A utilização clínica de algoritmos de reconstrução pode levar a uma melhoria notável da qualidade da imagem (por exemplo, ruído, artefactos). Isto também resulta na capacidade de se obterem imagens de melhor qualidade com doses de radiação cada vez mais baixas (Pauwels et al., 2015).

A associação de um planeamento digital com CBCT, *scanner* intraoral e confecção de guia em laboratório, proporcionou à área da endodontia guiada rapidez, previsibilidade e é clinicamente viável. A técnica pode ser executada por profissionais menos experientes, não necessitando da utilização de microscópio operatório (AU) (Laramendes, 2019).

Uma vez diagnosticada a calcificação severa de um conduto, com necessidade de tratamento endodôntico, o paciente é encaminhado ao centro radiológico para o planeamento da Endodontia Guiada. É obtido um modelo 3D da arcada a ser tratada por meio de um *scanner* intraoral e, posteriormente, transferido para um *software* de planeamento virtual de implante. A CBCT é adicionada a esse *software* e ambos são sobrepostos, com base em estruturas visíveis radiograficamente.

O *software* ideal é programado para projetar uma broca física, utilizada para o acesso endodôntico guiado, sobreposta virtualmente à calcificação do canal radicular. Na posse do guia impresso, este é posicionado na arcada do paciente e o procedimento clínico executado (Lara-mendes, 2019).

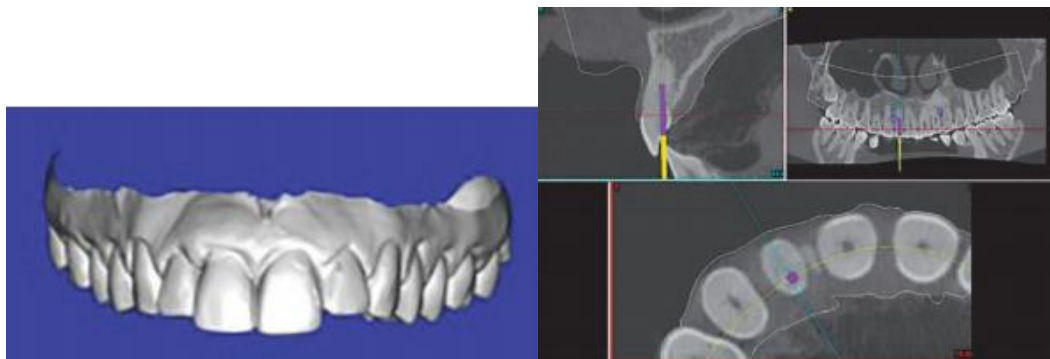


Figura 5 - Respetivamente, uma imagem de uma arcada maxilar superior scaneada por câmara scanner intraoral e em seguida uma imagem de sobreposição da CBCT em software. Fonte: (Lara-mendes, 2019)

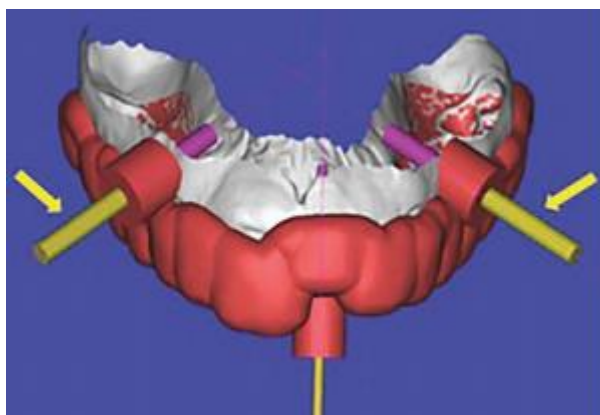


Figura 6 - Imagem do planeamento digital Fonte: (Lara-mendes, 2019)



Figura 7 - Respetivamente, imagem do guia impresso e imagem do tratamento endodôntico em execução. Fonte: (Lara-mendes, 2019)

Ainda relacionado com os tratamentos, temos de ter em conta a área da Ortodontia. Nesta especialidade, os registos ortodônticos digitais, baseados na web, são tão eficazes no ensino do diagnóstico ortodôntico clínico, como os registos convencionais. Os registos

ortodônticos - modelos de estudo, radiografias panorâmicas, cefalométricas, fotografias faciais e intraorais do paciente - são usados para recolher dados, a fim de estabelecer um diagnóstico e desenvolver listas de solução de problemas (Zitzmann et al., 2020). Estes registros, porém, podem ser danificados ou perdidos quando fornecidos aos alunos e precisam de ser armazenados e mantidos todos os anos. Um *site* de diagnóstico ortodôntico, portanto, foi criado usando registros digitais para fornecer aos alunos uma fonte acessível de materiais de estudo completos e de boa qualidade. O *site* também é usado para exames clínicos em cursos de Ortodontia. (Komolpis & Johnson, n.d.) A introdução dos *scanners* intraorais e faciais, as impressoras 3D e, antes disso, a radiologia digital, incluindo um *scan* CBTC, têm melhorado tanto o diagnóstico, como a execução do tratamento ortodôntico. Os modelos de estudo digital oferecem uma alternativa viável aos modelos tradicionais de gesso. As suas vantagens no diagnóstico ortodôntico e no planejamento do tratamento incluem a transferência mais fácil e rápida de dados eletrônicos, a consulta imediata e o espaço reduzido para armazenamento. As impressões / modelos digitais podem ser analisados por meio de *software* de análise ortodôntica, capaz de analisar dentes, forma de arco, quantidade de apinhamento ou espaçamento, tipo de má oclusão, etc. Medidas básicas e avançadas, incluindo, mas não se limitando à sobressaliência, sobremordida, tamanho do dente, comprimento do arco, distâncias transversais e discrepâncias, podem ser aferidas. Tudo isto permite simular e pré-visualizar o resultado do tratamento ortodôntico. Além disso, o modelo digital pode ser finalmente impresso com tecnologia de prototipagem para fins de diagnóstico ou tratamento. A aplicação mais comum das impressoras 3D em ortodontia é no fabrico de alinhadores. Outras aplicações dizem respeito ao fabrico de guias para cimentação indireta de brackets, a produção de contenções e aparelhos para apneias noturnas (Fiorillo et al., 2020).

Na Periodontologia, ao misturar a CBCT (3D) com a imagem de tomografia computadorizada e com a superfície intraoral, aumenta a previsibilidade do procedimento de alongamento da coroa clínica. No estudo de (Mendoza-Azpur et al., 2020) foi reportado sucesso no tratamento associado à tecnologia de CBCT para a localização precisa da crista óssea, uso de guia cirúrgico desenvolvido em sistema CAD/CAM, alcançando níveis estéticos satisfatórios e excelentes resultados, indo ao encontro das expectativas do paciente. Para tal procedimento, foi utilizado também um simulador de sorriso digital, a fim de processar um *design* de sorriso ideal. A tecnologia de impressão

3D permite a produção de um objeto individualizado com base num material de escolha e um *design* específico auxiliado por computador (Nesic et al., 2020).

No campo médico, a possibilidade de incluir células vivas nos procedimentos de impressão 3D levou a outro patamar e abriu uma infinidade de possibilidades para a criação de diferentes tecidos. Em 2019 foi impresso o primeiro vaso sanguíneo. As novas oportunidades estão agora a abrir caminho aos tratamentos personalizados, como por exemplo a impressão de um órgão específico, uma perna mecânica impressa acompanha tamanho, cor e características individuais do paciente. Vários fatores contribuíram para as aplicações emergentes das abordagens de impressão 3D. O desenvolvimento numa variedade de biomateriais imprimíveis oferece, presentemente, um controle mais preciso da arquitetura interna e da forma externa do chamado *scaffold* (Nesic et al., 2020).

Basicamente a engenharia da bioimpressão 3D é baseada na confecção de uma estrutura formada camada após camada do biomaterial selecionado em fatias transversais, onde então é confeccionado então cartilagens, ossos e até materiais reabsorvíveis (Nesic et al., 2020).

As ferramentas analíticas digitais disponíveis oferecem obtenção de documentação rápida e precisa da situação específica do paciente em 3D. Uma fácil transferência de dados digitais permite o desenho de estruturas com formas anatomicamente perfeitas, que podem ser personalizadas para cada paciente. O reconhecimento das principais patentes de impressão 3D diminuiu substancialmente o custo das impressoras. (Nesic et al., 2020)

A tecnologia de impressão 3D que inclui células foi denominada “bioimpressão”, e os hidrogéis, nos quais as células residem para o propósito de impressão, foram denominados “bioinks”(Gopinathan & Noh, 2018). Os hidrogéis oferecem composição química modificável e propriedades mecânicas e de biodegradação ajustáveis, comumente usados em técnicas de LAB e são reticulados usando métodos físicos, químicos, de pH ou de luz ultravioleta.

O ligamento periodontal (PDL) é a estrutura do tecido conjuntivo fibroso que ancora o osso alveolar ao cemento dentário. Ao resistir à carga compressiva, o PDL permite o movimento dentário durante a mastigação e fala. Durante os processos inflamatórios iniciais, e subsequente cicatrização de feridas de periodonto, o suprimento de sangue através do plexo vascular do PDL e a rede neural desempenham papéis críticos

(Oshima et al., 2011). Consequentemente, a perda de PDL prejudica não só o movimento fisiológico dos dentes, mas também a defesa contra infecções.

As células derivadas do PDL possuem propriedades semelhantes às das células-tronco mesenquimais e têm sido consideradas uma fonte para a reconstrução dos tecidos periodontais (Seo et al., 2004). Há mais de duas décadas, as células derivadas do PDL foram usadas com a " tecnologia de folha celular ", descolamento de células sem tratamento enzimático para regeneração periodontal.

Estudos pré-clínicos e clínicos demonstraram a regeneração periodontal com fibras PDL inseridas e cimento recém-formado em defeitos periodontais. A principal desvantagem da abordagem de célula-folha era a estabilidade biomecânica comprometida e a exigente técnica cirúrgica. (Iwata et al., 2013)

As melhorias nas propriedades biomecânicas das folhas de células incluíram a estratificação de várias folhas, apoiando as folhas com hidrogéis e adicionando componentes de ECM à superfície termo-responsiva (Iwata et al., 2013). Com o desenvolvimento da fabricação aditiva, um arcabouço de PCL revestido com fosfato de cálcio impresso em 3D (CaP) foi combinado com folhas de células de diferentes tipos de células humanas, resultando numa ligação periodontal significativa.

Noutra abordagem, células tronco do ligamento periodontal descelularizadas foram transferidas para membranas PCL eletrofiadas por fusão. A matriz extracelular intacta retida e os fatores de crescimento residentes apoiaram o repovoamento por células alogénicas. Um estudo recente demonstrou a formação de uma estrutura tipo periodontal ao redor de um implante de titânio.

Células tronco de PDL foram cultivadas numa superfície de titânio decaído com ácido, revestida com fosfato de cálcio para imitar o ambiente em torno de um dente natural (Washio et al., 2017).

O projeto de microcanais orientados perpendicularmente da parte do PDL permitiu a formação de ligamentos de ancoragem orientados, ligando cimento e osso alveolar. A arquitetura de fibra PDL "guiada" permitiu o controle da infiltração do tecido e a organização ideal de ambas as interfaces do ligamento.

Este conhecimento foi posteriormente aplicado ao tratamento no caso de reconstrução periodontal, seguindo a abordagem de "fluxo de trabalho digital". Após a varredura via CBCT da área do defeito, um arquivo STL foi criado e usado para projetar

o defeito ósseo juntamente com os canais PDL guiados. O ligamento periodontal foi combinado com hidroxiapatita e impresso em 3D. (Ho et al., 2012).

## 5) SISTEMA DE IMPRESSÃO 3D

Os projetos auxiliados por computador e a tecnologia de confecção auxiliada por computador (CAD / CAM) mudaram drasticamente a medicina dentária desde que foram introduzidos no campo, na década de 1980. Nos estágios iniciais da aplicação destas tecnologias à medicina dentária, os *scanners* de mesa foram usados em laboratórios de prótese dentária para digitalizar modelos de gesso antes da fresagem e confecção de próteses dentárias. Mais recentemente, o progresso dos sistemas CAD / CAM, em consultório, proporcionou um fluxo de trabalho digital mais eficiente no ambiente clínico.

Nas últimas duas décadas, muitos *scanners* intraorais (IOS) disponíveis no mercado foram desenvolvidos, e estudos *in vivo* e *in vitro* analisaram a exatidão e a precisão de vários *scanners* intraorais comparativamente aos materiais e técnicas de moldagem convencionais.

A principal revolução da tecnologia *Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing* (CAD-CAM), foi inicialmente proposta para aumentar o desempenho das restaurações, reduzir os custos, os tempos de fabrico e também para melhorar a satisfação funcional e estética do paciente.

Esta tecnologia oferece várias vantagens, tais como a precisão de um planeamento / projeto baseado em computador, a rapidez da impressão digital, a qualidade dos produtos feitos em formato digital e a sua reprodutibilidade a qualquer momento. Outra vantagem muito importante é uma pré-visualização tridimensional (simulação) que permite que o objeto / execução final seja mostrado no ecrã, para que o clínico possa avaliá-lo de todos os pontos de vista, aumentando a capacidade de diagnóstico e a precisão dos tratamentos.

Tudo isto permite também uma comunicação rápida entre médicos, outros colaboradores e pacientes para que o clínico possa avaliar todas as vertentes, aumentando a capacidade de diagnóstico e a precisão dos tratamentos.

## 6) FLUXO DIGITAL EM REABILITAÇÃO ORAL

Qualquer tratamento começa com a obtenção das impressões dentárias que podem ser rapidamente detetadas por meio de um *scanner* intraoral (ou digitalizando modelos de gesso convencionais por meio de *scanners* extraorais). Os modelos digitais são processados com *software* CAD. Devido a este fluxo de trabalho digital, não há necessidade de entregar fisicamente as impressões aos técnicos de prótese dentária, e isso também permite que o processo seja mais seguro do ponto de vista biológico (Cicci, 2019).

Os técnicos de prótese dentária podem trabalhar de forma totalmente digital ou os modelos digitais podem ser enviados para impressão. Uma vez impresso o modelo de resina com uma impressora 3D, é necessário completar o endurecimento do material por meio de um processo de pós-cura que ocorre expondo o objeto impresso em 3D a uma unidade de cura por luz UV por um tempo que varia dependendo do tamanho do objeto. (Cicci, 2019).

Mesmo trabalhando num fluxo totalmente digital, tratamentos simples e complexos podem ser realizados. Como na clínica, os movimentos estéticos e virtuais da mandíbula do paciente podem ser simulados antes do tratamento, permitindo que os médicos dentistas e técnicos dentários avaliem melhor o plano de tratamento proposto e calculem antecipadamente o custo geral e o tempo necessário para a execução do mesmo (de Oliveira et al., 2019).

As próteses completas ou parciais, tanto em dentes naturais como em implantes, podem ser feitas por meio de um fluxo de trabalho totalmente digital, o que permite aos clínicos e técnicos de prótese dentária fabricar a restauração em todos os seus aspetos, reduzindo exponencialmente os tempos de produção e, portanto, os tempos gerais de espera, quer para clínicos quer para pacientes, e, não menos importante, os custos (de Oliveira et al., 2019).

Quanto à área de reabilitação estética e completa da boca, embora o articulador semiajustável e o arco facial sejam habitualmente usados, eles são baseados em valores médios e a menos que o articulador totalmente ajustado seja usado, eles não podem ser individualizados (de Oliveira et al., 2019).

Contudo, devido aos elevados requisitos de competências técnicas e aos erros dos utilizadores, as medições podem ter uma precisão questionável. Portanto, a varredura facial 3D e a varredura intraoral podem ser integradas numa varredura CBCT para a análise facial, análise de oclusão e até mesmo transferência digital / virtual do arco facial e reabilitação total da boca (Solaberrieta et al., 2014)(Solaberrieta et al., 2015). Os dados da Tomografia Computadorizada Feixe Cónico (TCFC), das varreduras intraorais e varreduras faciais podem ser sobrepostos para criar um "paciente virtual" 3D, visando um melhor diagnóstico, o planeamento de tratamentos e resultados.

(Mangano et al., 2019) afirmou que a combinação de varreduras intraorais e faciais permitiu restaurar com sucesso pacientes com edentulismo total e utilizadores de sobredentaduras maxilares suportadas *all on four* e uma barra CAD / CAM PEEK.

Acresce que, na medicina dentária, a imagem 3D usando a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) oferece dados volumétricos sobre os ossos da mandíbula e dentes, o que ajuda no diagnóstico pré-cirúrgico, planeamento pré-operatório e na transferência de um plano pré-operatório para o resultado real do tratamento de reabilitação oral. Da mesma forma, a realidade aumentada também é uma tecnologia emergente na medicina e medicina dentária, e isso inclui uma exibição precisa de imagens de diagnóstico estáticas ou dinâmicas por meio do uso de uma viseira ou óculos específicos, o que é útil, especialmente em cirurgia de implante (Solaberrieta et al., 2016).

A cirurgia guiada é um exemplo de técnica minimamente invasiva, que revolucionou a maneira de realizar cirurgias de implante. Também conhecida como implantes sem corte, é uma técnica inovadora que permite ao paciente um tratamento cirúrgico de forma muito mais confortável.

Basicamente, antes de se submeter ao procedimento, o médico dentista faz uma radiografia tridimensional de toda a arcada dentária do paciente. Com os resultados desse exame em mãos, o profissional poderá confeccionar em laboratório um guia cirúrgico com o auxílio de computador e *softwares* específico (Virard et al., 2018) .

O posicionamento e inclinação de cada parafuso são minuciosamente planeados de maneira totalmente virtual e, por meio desse planeamento, é realizado então a guia. Essa guia é posicionado na boca do paciente, indicando o local e posição exata onde colocar o implante. O implante guiado, ao contrário da cirurgia convencional, não necessita de grandes incisões e descolamentos gengivais, apenas que seja feito um

pequeno corte para introdução do implante no local em que será fixado ao osso (Virard et al., 2018) .

A confecção de próteses parcialmente removíveis e imediatas é indicada em situações clínicas que exigem a colocação de próteses provisórias, ou como alternativa a limitações financeiras. À semelhança de todas as próteses removíveis, as próteses imediatas apresentam limitações, tais como erros de processamento humano e imprecisões durante o fabrico, requerendo evoluções em tecnologias e / ou procedimentos (Virard et al., 2018).

Um dos exemplos mais clássicos ocorre durante a primeira etapa do tratamento (ou seja, a impressão), visto que a mobilidade dentária é uma fonte de ansiedade para pacientes e profissionais, devido ao risco de exodontia dentária durante as impressões convencionais. Este risco levou aos estudos e desenvolvimentos de vários protocolos clínicos alternativos. O *scanner* intraoral é usado nesta situação para evitar a exodontia do dente durante a confecção da impressão (Virard et al., 2018).

Após a impressão digital ser realizada com *scanner* intraoral, as próteses removíveis são projetadas, utilizando-se sequencialmente dois *softwares* CAD-CAM, fresados no laboratório de prótese dentária e imediatamente posicionados na boca após a exodontia (Virard et al., 2018).

## 7) *A SOLUÇÃO ALL-IN-ONE AUTOMATIZADO*

Nos dias de hoje, há não só sistemas individuais para a confecção de cada tipo de prótese como também equipamentos que otimizam o tempo e espaço, proporcionando a manipulação de todos os materiais numa única máquina (Lerner et al., 2021)

O sistema de processamento CORiTEC 350i é um ótimo exemplo de sistema automatizado (Figura 12) e foi desenvolvido para satisfazer quaisquer requisitos do mais moderno processamento CAD/CAM, possuindo um conceito de máquina inovador. O processamento de todos os tipos relevantes de materiais em bruto, como o cromo-cobalto, titânio, dióxido de zircônio, plásticos, materiais em bloco e novos materiais futuros é, portanto, possível com um único sistema de máquina, praticamente sem restrições.

O sistema opcional de fixação do ponto zero do CORiTEC 350i permite uma simples troca do blank completo com o premir de um botão. Além disso, o sistema de fixação do ponto zero pode ser usado para fixar uma ampla gama de adaptadores e numa

variedade de aplicações, por exemplo, diferentes suportes de pilares pré-fabricados, suportes de cerâmica de vidro ou o C-Clamp. O carregador CORiTEC 350i totalmente automatizado também permite a usinagem versátil de até 12 blanks em operação não tripulada (Sadílek et al., 2021).

Os motores dinâmicos de alta resolução, com sistemas de medição absoluta utilizados na série CORiTEC 350i PRO, garantem uma usinagem até 20 % mais rápida com ótima precisão. Uma outra vantagem da série PRO é que este sistema de máquina é construído a partir duma estrutura de uma só peça e garante assim a maior estabilidade possível para uma maquinação sem vibrações. Devido ao reposicionamento preciso do sistema de fixação do ponto zero, podem ser utilizados diferentes suportes de pilares pré-fabricados (Lebon et al., 2015)



Figura 8 - Imagem da CORiTEC 350i Loader Pro em atividade no Laboratório HiTech

Outro exemplo de alta tecnologia em CAD/CAM com fresagem simultânea 5+1 eixos é a Zirkonzahn (Figura 3). Possui um alto nível no processamento de matérias como zircônio, resina, cera, madeira, metal pre-sinterizado, crômio cobalto, assim como blocos prefabricados de titânio [Raw-Abutments®](#), blocos de pontes pré-fabricados Bridge-Rods, vitrocerâmica e compósito. Permite uma área de fresagem particularmente grande (39 x 17 cm), especialmente adequada na produção de modelos (até 20 arcadas) e possui a funcionalidade de troca de ferramenta e depósito de ferramentas que permitem a mudança de até 32 ferramentas (Sadílek et al., 2021).



Figura 9 - Imagem da Zirkonzahn em atividade no Laboratório HiTech

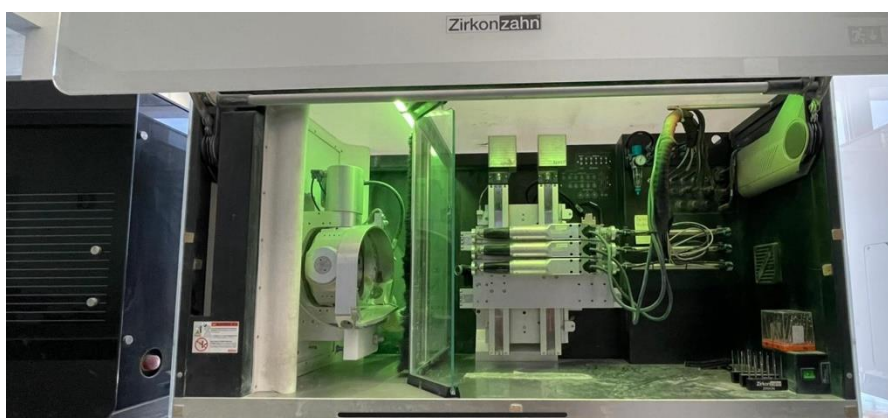


Figura 10 - Imagem da Zirkonzahn em atividade no Laboratório HiTech

E a fim de otimizar espaço, sem perder, porém, a elevada qualidade, é possível encontrar no mercado as linhas SOFTH, como por exemplo (Figura 15 e 16) o modelo Milling Unit M1 também da Zirkonzahn.



Figura 11 - Imagem da Zirkonzahn M1 compacta em atividade no Laboratório HiTech

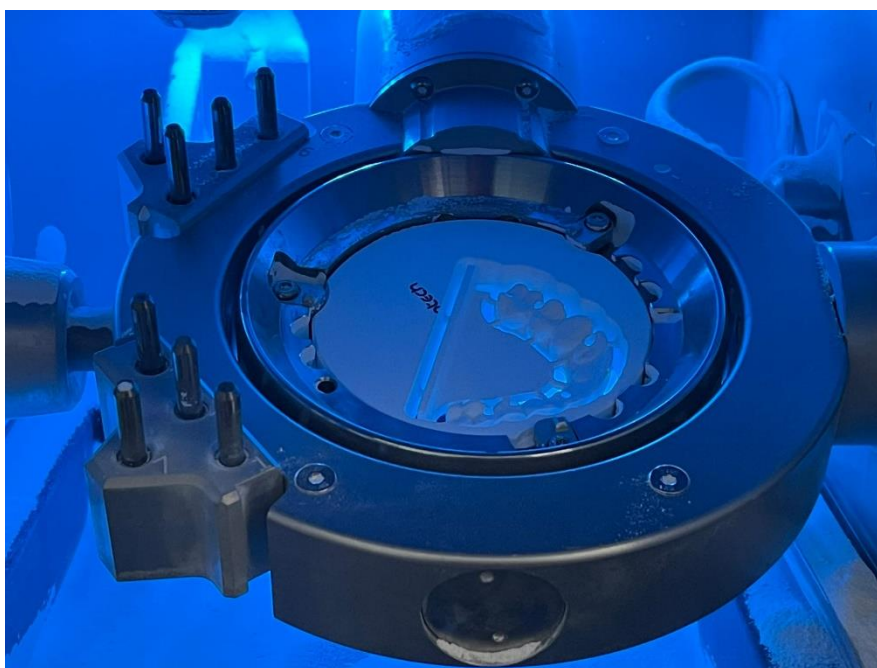


Figura 12 - Imagem da Zirkonzahn M1 compacta em atividade fresando coroa de zircônio no Laboratório HiTech

O *scanner* intraoral é o complemento perfeito para todas as produções CAD-CAM; o principal benefício é a possibilidade de verificar imediatamente o nível de precisão da impressão com o paciente ainda na cadeira. Outra grande vantagem é a possibilidade de analisar as relações oclusais entre os arcos, de forma a definir se a distância oclusal é adequada para a confecção de restaurações CAD-CAM com materiais específicos. Por último, mas não menos importante, é a possibilidade de enviar impressões por *e-mail*. Algumas das principais aplicações na área da medicina dentária

são: Goteiras miorrelaxantes a fim de restaurar a oclusão ideal. Alinhadores dentários, próteses dentárias fixas e removíveis e guias para procedimentos cirúrgicos (Tallarico et al., 2019).

Associar mais de um tipo de material às próteses dentárias também é possível e eficaz no método digital. Esta técnica permite o fabrico de próteses totais reforçadas com metal por meio da técnica CAD-CAM, usando um guia de geometria especialmente projetado. A técnica digital oferece a possibilidade de confecção de próteses dentárias com mais de 2–3 materiais (Tallarico et al., 2019)

(Yuzbasioglu et al., 2014) afirma que a retenção significativamente aumentada foi observada nas bases de próteses fresadas em comparação com as bases de próteses convencionais polimerizadas por calor. A maioria dos estudos relatam valores clinicamente aceitáveis quanto à exatidão oclusal e adaptação de próteses totais removíveis digitais. As próteses totais removíveis digitais mostraram adaptação semelhante ou melhor do que as fabricadas convencionalmente, e o maior desajuste da superfície do entalhe foi relatado na área de selamento palatino posterior e área de selamento de borda. A técnica de confecção, sistema CAD-CAM e serviço de longo prazo foram estatisticamente significativos em relação à precisão da prótese. (Y. Sun et al., 2008)

Embora os idosos raramente se queixem de desconforto ou constrangimento no que toca à alimentação, geralmente apresentam uma média abaixo do esperado no protocolo, indicando que, ainda que não relatem, muitas modificações podem estar a acontecer, gradativamente nos maxilares pela ausência dos dentes, que sentem como naturais, gerando prejuízos na qualidade de vida em relação à alimentação e fisiologia óssea do idoso edêntulo (Tallarico et al., 2019).

Com progressos contínuos ao longo de vários anos, os avanços tecnológicos atuais permitem o uso de diferentes sistemas com tecnologia de *design* / fabricação assistida por computador (CAD / CAM) para o fabrico de próteses removíveis, incluindo fresamento e prototipagem rápida. A Prototipagem Rápida (RP) tem sido usada para fins industriais e foi desenvolvida a partir da tecnologia CAD / CAM (Tallarico et al., 2019).

É geralmente usada para criar modelos físicos automaticamente a partir de dados tridimensionais (3D) computadorizados. (Giacomo et al., 2005). A prototipagem rápida, também conhecida como fabricação de forma livre sólida ou fabricação em camadas, tem

sido usada para criar modelos complexos 3D no campo da medicina desde a década de 1990 e recentemente tornou-se popular na fabricação de próteses dentárias removíveis. (J. Sun & Zhang, 2012), (Kernen et al., 2020). CAD / CAM e RP têm sido usados há vários anos no fabrico de *inlays*, *onlays*, coroas, dentaduras parciais fixas, pilares / próteses de implantes e próteses maxilofaciais. (Miyazaki et al., 2009).

Presentemente, não só as restaurações fixas, mas também as próteses removíveis que são fabricadas usando o CAD / CAM e RP. (Kanazawa et al., 2011) No entanto, poucos estudos relataram o uso e a eficácia da prototipagem rápida no fabrico de próteses removíveis (Inokoshi et al., 2012)

A técnica de fabricação subtrativa é baseada na fresagem do produto a partir dum bloco por uma máquina de controle numérico computadorizado (CNC). O *software* CAM transfere automaticamente o modelo CAD dirigindo-o para a ferramenta na máquina CNC. Isto envolve cálculos que apontam o fresamento CNC, incluindo sequenciamento, ferramentas de fresamento e direção e magnitude do movimento da ferramenta. Devido às variações anatómicas da restauração dentária, as fresadoras combinam brocas de diferentes tamanhos. A precisão do fresamento está dentro de 10  $\mu\text{m}$  (Abduo et al., 2014), (Rekow et al., 1991).

A primeira prótese removível baseada em litografia a laser 3D foi fabricada por Maeda *et al.* em 1994. Posteriormente, a técnica de duplicação da prótese removível foi aprimorada usando CAD / CAM com um sistema de controle numérico computadorizado (CNC) e fresas esféricas por Cam, em 1997). Então, em 2008 Y. Sun et al., 2008) fabricaram objetos físicos individuais usando uma impressora 3D.

As impressões da maxila edêntula e da mandíbula ou dentaduras existentes são submetidas a varredura via laser durante o CAD. Além disso, a tomografia computadorizada de feixe cónico é usada para a modificação de dentaduras anteriores. O controle numérico computadorizado (CNC), litografia a laser e RP são usados no processo CAM (Eggbeer et al., 2005).

Relativamente às próteses dentárias fixas (FDP), estas podem ser produzidas da mesma maneira que os outros tipos de próteses já descritos. Usam um fluxo de trabalho digital por meio de aquisição de dados tridimensionais (3D), CAD e processamento CAM, ao contrário do fluxo de trabalho convencional que envolve um processo manual,

usando a técnica de cera perdida (Park et al., 2018.), (Pascual & A, 2018) e (Jeon et al., 2018).

Antes da introdução dos *scanners* intraorais, o fluxo de trabalho digital foi usado para fabricar um modelo de gesso por meio de impressão na boca do paciente, e para obter um modelo virtual usando um *scanner* óptico de mesa (Hack & Patzelt, 2015). Por outro lado, o *scanner* intraoral pode adquirir um modelo virtual por meio de *scaneamento* óptico direto da boca do paciente. A introdução e o desenvolvimento de *scanners* intraorais levaram a um aumento significativo na demanda por fluxos de trabalho digitais (H. N. Park et al., 2018), (Arezoobakhsh et al., 2020) e (J. M. Park et al., 2020).

O fluxo de trabalho digital para as FDP pode ser dividido num fluxo de trabalho parcial e num totalmente digital. O fluxo de trabalho parcialmente digital é usado em combinação com um fluxo de trabalho convencional para fazer a impressão e modelagem de gesso. Por outro lado, um fluxo de trabalho totalmente digital não requer a produção de um modelo de gesso porque *scaneia* diretamente a boca do paciente no ambiente da cadeira (Yus et al., 2018).

A aplicação dum fluxo de trabalho totalmente digital está a aumentar (Alqarni et al., 2020). No entanto, devido ao custo dos *scanners* intraorais e à necessidade de fabricar as FDP em laboratórios de prótese dentária, um fluxo de trabalho parcialmente digital pode ser preferido (Mangano et al., 2017).

Os equipamentos compatíveis usados em fluxos de trabalho digitais variam de acordo com cada processo de produção (processo de aquisição de digitalização, processo CAD e processo CAM) e o fabricante (Sadid-Zadeh et al., 2020). À medida que a demanda por um fluxo de trabalho digital aumenta, alguns fabricantes oferecem apoio à acessibilidade a outros fabricantes, enquanto outros oferecem apoio à autocompatibilidade.

Os equipamentos que permitem a acessibilidade a outros fabricantes têm a vantagem de serem utilizáveis em combinação com uma variedade maior de equipamentos desejados pelos utilizadores em cada etapa de fabricação. Por outro lado, os equipamentos com acessibilidade fechada têm a vantagem de serem fáceis de controlar em cada etapa de fabrico (Son, Yu, et al., 2019).

Muitos estudos anteriores validaram a FDP avaliando o seu ajuste marginal e interno (Son, Lee, et al., 2019) e (Woo et al., 2018). O ajuste marginal deficiente é uma

causa conhecida de doença periodontal, dissolução de cimento e limita o uso saudável a longo prazo (Şen et al., 2019) e (Ji et al., 2015). O intervalo clinicamente aceitável de ajuste marginal proposto por muitos estudos foi relatado como estando dentro de 120 µm (Lee et al., 2014) e (Ha & Cho, 2016). Um ajuste interno ideal aumenta a retenção da FDP. Assim, muitos estudos examinaram o ajuste marginal e interno.

No fluxo de trabalho digital, a FDP virtual projetada no *software* CAD é produzida pela FDP real por meio do processamento CAM. Muitos estudos têm sido realizados para analisar a precisão de usinagem do processo CAM, comparando a FDP virtual projetada com a FDP real (Ha & Cho, 2016), (Jeong et al., 2017) e (Wang et al., 2019). Os FDPs de cerâmica são normalmente fabricadas através do processo CAM por um processo subtrativo (moagem) usando zircônio e materiais de dissilicato de lítio (Aladağ et al., 2019), (Weigl et al., 2018) e (Choi et al., 2017). A falta de exatidão da unidade de fresagem torna difícil reproduzir a FDP projetada, o que pode afetar o ajuste interno e marginal. Embora vários estudos tenham examinado a veracidade e adequação, faltam estudos sobre a relação entre a veracidade da unidade de moagem e a adequação da FDP.

O uso da tecnologia também tem sido cada vez mais vinculado à implantologia, onde são utilizados corpos de varredura em vez de transferências convencionais. Os implantes são, então, reposicionados nesta localização precisa devido ao *software* CAD que corresponde à forma geométrica específica do corpo do *scaneamento*, com a sua biblioteca dedicada, permitindo o desenho de pilares, estruturas e coroas individuais (Aladağ et al., 2019), (Weigl et al., 2018) e (Choi et al., 2017).

Este sistema é preciso e delicado, uma vez que não sofre distorções devido à impressão tradicional das transferências. Além disso, a maior precisão nas técnicas de moldagem digital tem permitido o seu uso, em combinação com os dados de Imagem Digital e Comunicações em Medicina (DICOM) derivados da CBCT, para um diagnóstico ainda mais preciso e planejamento de implantes virtuais, incluindo a produção de guias cirúrgicos (Tallarico et al., 2019).

De salientar que, através de *software* dedicado a este sistema, o médico pode combinar pontos de referência comuns nos arquivos de formato de interface de litografia STereo (Stl) derivados de aquisição intraoral e os arquivos DICOM de varredura de CBCT. Para concluir, o planejamento virtual do implante pode ser feito de acordo com

uma configuração protética e a férula cirúrgica pode ser produzida usando uma impressora 3D (Tallarico et al., 2019).

### III. CONCLUSÃO

Conclui-se que a tecnologia, tem garantido aos pacientes melhores atendimentos e resultados mais bem-sucedidos nos seus tratamentos. Criada por meio de *softwares* de gestão, ficheros eletrónicos, radiografias 2D e 3D, telerradiologia digital, entre outros recursos, gera - em menos tempo - trabalhos com muito mais precisão e mais fáceis de utilizar no dia a dia.

Estas, entretanto, não são as únicas vantagens da medicina dentária digital. Podemos destacar também a redução de custos, visto que a medicina dentária digital proporciona uma considerável redução de custos para as clínicas e profissionais de saúde.

Ao adquirir uma impressora 3D para o consultório, é possível, por exemplo, reproduzir e trabalhar em diversos materiais. Contribuindo, assim, para o desenvolvimento das impressões e reprodução de próteses, planeamentos e guias cirúrgicos de forma rápida e extremamente eficaz.

O médico dentista, com materiais impressos em 3D, reduz de forma significativa o tempo que precisaria de investir em cada consulta. Para além disso, este método permite uma visão alargada da situação de cada paciente. Assim, o atendimento prestado será de qualidade extrema.

Pode-se referir como uma grande mais-valia o aumento da satisfação do paciente, visto que com a redução do tempo de espera é também reduzida a ansiedade do paciente, que passa a ter a possibilidade de visualizar os resultados dos tratamentos odontológicos sem ter de aguardar meses ou até anos. Os fatores tempo e ansiedade contribuíram muito para a desmotivação dos pacientes e fizeram com que, inúmeras vezes, abandonassem o acompanhamento.

Há um considerável aumento no grau de satisfação dos pacientes. A título de exemplo, um tratamento de reabilitação que levaria, em média, meses para ser feito de forma tradicional, pode ser reduzido para apenas alguns dias, contando com o suporte de uma impressão 3D.

O fator rapidez faz com que as pessoas se sintam até mesmo dispostas a pagar mais por um tratamento, uma vez que os resultados serão praticamente imediatos. Além do mais, as hipóteses de um *feedback* positivo aumentam, podendo dar azo a um maior número de recomendações futuras dos serviços, quer a familiares quer a amigos.

Conclui-se também que uma das grandes vantagens é a automação de processos. Com os recursos da medicina dentária digital, tais como, *scanners*, câmaras, tomografia computadorizada e impressoras 2D e 3D, o profissional fica com o seu trabalho muito facilitado e automatizado.

A tecnologia também proporciona formas de execução de próteses, facetas, coroas e outras peças ortodônticas de modo automático. Assim, ficam diminuídas as técnicas convencionais, que levam muito tempo a serem executadas e são mais trabalhosas.

Os procedimentos feitos de modo automatizado são mais eficientes e precisos do que os realizados de forma manual. Isto porque a maioria das falhas nos trabalhos de reabilitação tem origem em erros humanos, obrigando à repetição das execuções, o que é eliminado com a medicina dentária digital.

De enfatizar que, o uso de *scanners* para fazer modelos dos dentes, torna mais fácil de realizar os procedimentos necessários com crianças, idosos e pessoas com problemas de locomoção, que têm dificuldade em ficar muito tempo parados.

Com a tecnologia também veio a simulação dos resultados dos tratamentos, permitindo identificar facilmente possíveis tratamentos e as intervenções que trariam os melhores resultados a cada caso. Essa simulação também pode ser feita pondo a tónica na óptica dos pacientes, de modo a que eles possam visualizar e compreender melhor os tratamentos em questão. Assim, os tratamentos são feitos de forma transparente e os pacientes poderão criar e gerir as suas expectativas.

A execução de restaurações que não sejam idênticas às dos dentes naturais é uma das queixas mais comuns dos pacientes que fazem restaurações dentárias. O facto de a cor das próteses ser diferente da dos dentes naturais, gera desconforto para o paciente, que acaba por ficar com um único dente de coloração mais clara ou mais escura do que os demais, por exemplo.

Este processo na medicina dentária digital, já não acontece. Os *softwares* modernos já conseguem captar exatamente a tonalidade de cor dos dentes de cada paciente. Desta forma, as próteses, sejam elas unitárias fixas, restauradoras ou parcialmente removíveis, serão executadas na mesma tonalidade que a dos dentes naturais, possibilitando ao paciente que sorria sem medo de que as outras pessoas notem que ele tem um ou mais dentes artificiais.

Acresce que, o armazenamento de dados em espaços digitais também se torna numa das maiores vantagens da medicina dentária digital, visto que todos os dados de pacientes, assim como os registos visuais da arcada dentária, exames de documentação, entre outros, ficam armazenados em nuvem. Assim, não é necessário imprimir muitos papéis, nem guardar uma infinidade de pastas e arquivos físicos, ocupando espaço na clínica, fazendo com que esta questão se torne sustentável.

Ainda, o armazenamento em nuvem possibilita que os dados dos pacientes possam ser consultados em qualquer local em que o médico dentista esteja — e não apenas no consultório.

Para finalizar, e não menos importante, conclui-se que há maior conforto para os pacientes. O caso específico das impressões das arcadas dentárias, por exemplo, é extremamente incómodo para as pessoas, que podem sofrer engasgos, enjoos e ficar com sensibilidade nos dentes. Os recursos digitais evitam estes problemas, visto que as ponteiros do *scanner* não causam desconforto e a necessidade de utilizar moldeiras, materiais hidrocolóides, como alginato e gessos, nos modelos dos pacientes é eliminada.

## IV. BIBLIOGRAFIA

- Abduo, J., Lyons, K., & Bennamoun, M. (2014). *Trends in Computer-Aided Manufacturing in Prosthodontics: A Review of the Available Streams*. 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/783948>
- Adams, T., Connor, M., & Whittaker, R. (2019). Protecting our digital medicine infrastructure. *Npj Digital Medicine*, August. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0177-y>
- Aladağ, A., Oğuz, D., Çömlekoğlu, M. E., & Akan, E. (2019). In vivo wear determination of novel CAD/ CAM ceramic crowns by using 3D alignment. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 11(2), 120–127. <https://doi.org/10.4047/jap.2019.11.2.120>
- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.jprior.2016.01.003>
- Alqarni, H., AlHelal, A., Kattadiyil, M. T., & Goodacre, C. J. (2020). Selective implant scan body modification to restore severely tilted adjacent implants: A completely digital workflow. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1), 38–41. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.04.012>
- Arezoobakhsh, A., Shayegh, S. S., Jamali Ghomi, A., & Hakimaneh, S. M. R. (2020). Comparison of marginal and internal fit of 3-unit zirconia frameworks fabricated with CAD-CAM technology using direct and indirect digital scans. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1), 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.10.023>
- Beaton, L., & Humphris, G. (2014). *Why Are People Afraid of the Dentist?* 295–301. <https://doi.org/10.1159/000357223>
- Berssenbrügge, P., Berlin, N. F., Kebeck, G., Runte, C., Jung, S., Kleinheinz, J., & Dirksen, D. (2014). 2D and 3D analysis methods of facial asymmetry in comparison. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(6). <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.01.028>

- Cam, C. A. D. (1997). *Trial of duplication procedure for complete dentures by*. 540–549.
- Choi, J. W., Kim, S. Y., Bae, J. H., Bae, E. Bin, & Huh, J. B. (2017). In vitro study of the fracture resistance of monolithic lithium disilicate, monolithic zirconia, and lithium disilicate pressed on zirconia for three-unit fixed dental prostheses. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(4), 244–251. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.4.244>
- Cicci, M. (2019). *Prosthesis: New Technological Opportunities and Innovative Biomedical Devices*. 1–2.
- de Oliveira, N. S., Gribel, B. F., Neves, L. S., Lages, E. M. B., Macari, S., & Pretti, H. (2019). Comparison of the accuracy of virtual and direct bonding of orthodontic accessories. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 24(4), 46–53. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.24.4.046-053.oar>
- Digital, R. (2009). *RADIOLOGIA DIGITAL : REVISÃO DE LITERATURA DIGITAL RADIOLOGY : A LITERATURE REVIEW*. 38–44.
- Duarte, B., & Pereira, A. (2016). *Medidor de pH com calibração de pH e compensação automática de temperatura*.
- Eggbeer, D., Bibb, R., & Williams, R. (2005). *Mechanical Engineers , Part H : Journal of Engineering in Medicine*. <https://doi.org/10.1243/095441105X9372>
- Esfahanizadeh, N., Daneshparvar, N., Askarpour, F., Akhoundi, N., & Panjnoush, M. (2016). Correlation Between Bone and Soft Tissue Thickness in Maxillary Anterior Teeth. *Journal of Dentistry (Tehran, Iran)*, 13(5), 302–308. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28127323><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5250627>
- Fiorillo, L., Amico, C. D., Turkina, A. Y., Nicita, F., Amoroso, G., & Risitano, G. (2020). *Endo and Exoskeleton : New Technologies on Composite Materials*. 1–9.
- Giacomo, G. A. P. Di, Cury, P. R., Araujo, N. S. De, Sendyk, W. R., & Sendyk, C. L. (2005). *Clinical Application of Stereolithographic Surgical Guides for Implant Placement : Preliminary Results*. April, 503–507.
- Gopinathan, J., & Noh, I. (2018). *Recent trends in bioinks for 3D printing*. 1–15.

- Ha, S. J., & Cho, J. H. (2016). Comparison of the fit accuracy of zirconia-based prostheses generated by two CAD/CAM systems. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 8(6), 439–448. <https://doi.org/10.4047/jap.2016.8.6.439>
- Hack, G. D., & Patzelt, S. B. M. (2015). *Evaluation of the Accuracy of Six Intraoral Scanning*. 10(4), 1–5.
- Ho, C., Rios, H. F., Jin, Q., Sugai, J. V., Padial-molina, M., Taut, A. D., Flanagan, C. L., Hollister, S. J., & Giannobile, W. V. (2012). Biomaterials Tissue engineering bone-ligament complexes using fiber-guiding scaffolds. *Biomaterials*, 33(1), 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2011.09.057>
- Inokoshi, M., Kanazawa, M., & Minakuchi, S. (2012). *Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping*. 31(1), 40–46. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-113>
- Iorgulescu, G. (2009). *Saliva between normal and pathological . Important factors in determining systemic and oral health Study of the Function and*. 2(3), 303–307.
- Iwata, T., Washio, K., Yoshida, T., Ishikawa, I., Ando, T., Yamato, M., & Okano, T. (2013). *Cell sheet engineering and its application for periodontal regeneration*. <https://doi.org/10.1002/term>
- Jablonski-Momeni, A., & Kneib, L. (2016). Assessment of caries activity using the Calcivis Caries Activity Imaging System. *The Open Access Journal of Science and Technology*, 4. <https://doi.org/10.11131/2016/101241>
- Jeon, J. H., Hwang, S. S., Kim, J. H., & Kim, W. C. (2018). Trueness and precision of scanning abutment impressions and stone models according to dental CAD/CAM evaluation standards. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(5), 335–339. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.5.335>
- Jeong, I. Do, Kim, W. C., Park, J., Kim, C. M., & Kim, J. H. (2017). Ceramic molar crown reproducibility by digital workflow manufacturing: An in vitro study. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 9(4), 252–256. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.4.252>
- Ji, M. K., Park, J. H., Park, S. W., Yun, K. D., Oh, G. J., & Lim, H. P. (2015). Evaluation

- of marginal fit of 2 CAD-CAM anatomic contour zirconia crown systems and lithium disilicate glass-ceramic crown. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 7(4), 271–277. <https://doi.org/10.4047/jap.2015.7.4.271>
- Joda, T., Zarone, F., & Ferrari, M. (2017). The complete digital workflow in fixed prosthodontics: A systematic review. *BMC Oral Health*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0>
- Kanazawa, M., Inokoshi, M., Minakuchi, S., & Ohbayashi, N. (2011). *Trial of a CAD / CAM system for fabricating complete dentures*. 30(1), 93–96. <https://doi.org/10.4012/dmj.2010-112>
- Kernen, F., Kramer, J., Wanner, L., Wismeijer, D., Nelson, K., & Flügge, T. (2020). A review of virtual planning software for guided implant surgery - Data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health*, 20(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01208-1>
- Kim, J. Y., Jung, H. D., Jung, Y. S., Hwang, C. J., & Park, H. S. (2014). A simple classification of facial asymmetry by TML system. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(4), 313–320. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2013.05.019>
- Komolpis, R., & Johnson, R. A. (n.d.). *Web-Based Orthodontic Instruction and Assessment*. 66(5), 650–658. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2002.66.5.tb03544.x>
- Lam, W. Y. H., Hsung, R. T. C., Choi, W. W. S., Luk, H. W. K., & Pow, E. H. N. (2016). A 2-part facebow for CAD-CAM dentistry. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(6), 843–847. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05.013>
- Lara-mendes, S. T. D. O. (2019). *Guided endodontics as an alternative for the treatment of severely calcified root canals*. 45(1), 15–20.
- Lavu, V., Sundaram, S., Sabarish, R., & Rao, S. R. (2015). *Root Surface Bio-modification with Erbium Lasers- A Myth or a Reality ?? 1*, 79–86.
- Lebon, N., Tapie, L., Vennat, E., & Mawussi, B. (2015). Influence of CAD/CAM tool and material on tool wear and roughness of dental prostheses after milling. *Journal*

- of *Prosthetic Dentistry*, 114(2), 236–247.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.12.021>
- Lee, W. S., Kim, W. C., Kim, H. Y., Kim, W. T., & Kim, J. H. (2014). Evaluation of different approaches for using a laser scanner in digitization of dental impressions. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 6(1), 22–29.  
<https://doi.org/10.4047/jap.2014.6.1.22>
- Lerner, H., Nagy, K., Pranno, N., Zarone, F., Admakin, O., & Mangano, F. (2021). Trueness and precision of 3D-printed versus milled monolithic zirconia crowns: an in vitro study. *Journal of Dentistry*, xxxx, 103792.  
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103792>
- MacHoy, M. E., Szyszka-Sommerfeld, L., Vegh, A., Gedrange, T., & Woźniak, K. (2020). The ways of using machine learning in dentistry. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 29(3), 375–384. <https://doi.org/10.17219/acem/115083>
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>
- Mangano, F., Mangano, C., Margiani, B., & Admakin, O. (2019). Combining Intraoral and Face Scans for the Design and Fabrication of Computer-Assisted Design/Computer-Assisted Manufacturing (CAD/CAM) Polyether-Ether-Ketone (PEEK) Implant-Supported Bars for Maxillary Overdentures. *Scanning*, 2019, 4274715. <https://doi.org/10.1155/2019/4274715>
- Marcenes, W., Kassebaum, N. J., Bernabé, E., Flaxman, A., Naghavi, M., Lopez, A., & Murray, C. J. L. (2013). Global burden of oral conditions in 1990–2010: A systematic analysis. *Journal of Dental Research*, 92(7), 592–597.  
<https://doi.org/10.1177/0022034513490168>
- Mendoza-Azpur, G., Cornejo, H., Villanueva, M., Alva, R., & Barbisan de Souza, A. (2020). Periodontal plastic surgery for esthetic crown lengthening by using data merging and a CAD-CAM surgical guide. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 1–4.  
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.041>

- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). *A review of dental CAD / CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience*. 28(1), 44–56.
- Nesic, D., Durual, S., Marger, L., Mekki, M., Sailer, I., & Scherrer, S. S. (2020). Could 3D printing be the future for oral soft tissue regeneration? *Bioprinting*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.bprint.2020.e00100>
- Oshima, M., Mizuno, M., Imamura, A., Ogawa, M., & Yasukawa, M. (2011). *Functional Tooth Regeneration Using a Bioengineered Tooth Unit as a Mature Organ Replacement Regenerative Therapy*. 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021531>
- Park, G., Son, K., & Lee, K. (n.d.). Feasibility of using an intraoral scanner for a complete-arch digital scan. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.07.014>
- Park, H. N., Lim, Y. J., Yi, W. J., Han, J. S., & Lee, S. P. (2018). A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(1), 58–64. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.1.58>
- Park, J. M., Kim, R. J. Y., & Lee, K. W. (2020). Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronal preparations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1), 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.10.025>
- Pascual, M., & A, I. C. (2018). *Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions*. 1–14.
- Pauwels, R., Araki, K., Siewerdsen, J. H., & Thongvigitmanee, S. S. (2015). *Technical aspects of dental CBCT: state of the art*. 1–20. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140224>
- Pentapati, K. C., Mishra, P., Damania, M., Narayanan, S., Sachdeva, G., & Bhalla, G. (2017). Reliability of intra-oral camera using teledentistry in screening of oral diseases – Pilot study. *The Saudi Dental Journal*, 29(2), 74–77. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2017.03.002>

- Press, D. (2016). *Strategies to manage patients with dental anxiety and dental phobia : literature review*. 35–50.
- Punj, A., & Garaicoa, J. (2017). *Dental Impression Materials and Techniques*. *Dental Clinics of NA*, 61(4), 779–796. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.004>
- Rahmi-Fajrin, H., Puspita, S., Riyadi, S., Sofiani, E., & Eng, M. (2018). *Dental radiography image enhancement for treatment evaluation* Dental radiography image enhancement for treatment evaluation through digital image processing. *J Clin Exp Dent*, 10(7), 629–634. <https://doi.org/10.4317/jced.54607>
- Rekow, E. D., Erdman, A. G., Riley, D. R., & Klamecki, B. (1991). *CAD / CAM for Dental Restorations-Some of the Curious Challenges*. 38(4).
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., Farges, J., Fages, M., Ducret, M., Odontologie, F., Lyon, U., Lyon, U. De, Biologie, L. De, Thérapeutique, I., Cnrs, U. M. R., Lyon, U., Gerland, U. M. S. B., & Sud, L. (2017). *Review Article Intraoral Scanner Technologies : A Review to Make a Successful Impression*. 2017.
- Rokaya, D., Suttagul, K., Sapkota, B., & Maharjan, S. K. (2018). *Gender based comparison of the relationships of maxillary anterior teeth and facial measurements*. *Journal of International Dental and Medical Research*, 11(2), 465–469.
- Sadid-Zadeh, R., Katsavochristou, A., Squires, T., & Simon, M. (2020). *Accuracy of marginal fit and axial wall contour for lithium disilicate crowns fabricated using three digital workflows*. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1), 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.11.003>
- Sadílek, M., Poruba, Z., Čepová, L., & Šajgalík, M. (2021). *C. Materials*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ma14010025>
- Salvi, G. E., Stähli, A., Schmidt, J. C., Ramseier, C. A., Sculean, A., & Walter, C. (2020). *Adjunctive laser or antimicrobial photodynamic therapy to non- surgical mechanical instrumentation in patients with untreated periodontitis : A systematic review and meta-analysis*. August 2019, 176–198.

<https://doi.org/10.1111/jcpe.13236>

- Samir, C., Srivastava, A., & Daoudi, M. (2006). Three-dimensional face recognition using shapes of facial curves. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 28(11), 1858–1863. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2006.235>
- Schwendicke, F. (2020). Digital Dentistry: Advances and Challenges. *Journal of Clinical Medicine*, 9(12), 4005. <https://doi.org/10.3390/jcm9124005>
- Şen, N., Şermet, I. B., & Gürler, N. (2019). Sealing capability and marginal fit of titanium versus zirconia abutments with different connection designs. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 11(2), 105–111. <https://doi.org/10.4047/jap.2019.11.2.105>
- Seo, B., Miura, M., Gronthos, S., Bartold, P. M., Batouli, S., Brahim, J., Young, M., Robey, P. G., Wang, C., & Shi, S. (2004). *Investigation of multipotent postnatal stem cells from human periodontal ligament*. 149–155.
- Solaberrieta, E., Garmendia, A., Brizuela, A., Otegi, J. R., Pradies, G., & Szentpétery, A. (2016). Intraoral Digital Impressions for Virtual Occlusal Records: Section Quantity and Dimensions. *BioMed Research International*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7173824>
- Solaberrieta, E., Garmendia, A., Minguez, R., Brizuela, A., & Pradies, G. (2015). Virtual facebow technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(6), 751–755. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.06.012>
- Solaberrieta, E., Otegi, J. R., Mínguez, R., & Etxaniz, O. (2014). Improved digital transfer of the maxillary cast to a virtual articulator. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(4), 921–924. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.03.021>
- Son, K., Lee, S., Kang, S. H., Park, J., Lee, K.-B., Jeon, M., & Yun, B.-J. (2019). A Comparison Study of Marginal and Internal Fit Assessment Methods for Fixed Dental Prosthesis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(6), 785. <https://doi.org/10.3390/jcm8060785>
- Son, K., Yu, B. Y., Yoon, T. H., & Lee, K. B. (2019). Comparative study of the trueness of the inner surface of crowns fabricated from three types of lithium disilicate blocks.

*Applied Sciences (Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/app9091798>

- Steinmassl, O., Dumfahrt, H., Grunert, I., & Steinmassl, P. A. (2018). CAD/CAM produces dentures with improved fit. *Clinical Oral Investigations*, 22(8), 2829–2835. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2369-2>
- Sun, J., & Zhang, F. (2012). *The Application of Rapid Prototyping in Prosthodontics*. 00, 1–4. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2012.00888.x>
- Sun, Y., Lü, P., & Wang, Y. (2008). *Study on CAD & RP for removable complete denture*. 3, 266–272. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2008.10.003>
- Syriopoulos, K., Sanderink, G. C. H., Velders, X. L., & Stelt, P. F. Van Der. (2000). *Radiographic detection of approximal caries : a comparison of dental ® lms and digital imaging systems*. May, 312–318.
- Tallarico, M., Martinolli, M., Kim, Y., Cocchi, F., & Meloni, S. M. (2019). *Accuracy of Computer-Assisted Template-Based Implant Placement Using Two Different Surgical Templates Designed with or without Metallic Sleeves : A Randomized Controlled Trial*. <https://doi.org/10.3390/dj7020041>
- Tolentino, E. D. S., Eduardo, L., Chinellato, M., Tarzia, O., Vdolyd, U., Gxulqj, À. R. Z., Lq, V., & Sdwlhqwv, K. (2011). *Saliva and tongue coating pH before and after use of mouthwashes and relationship with parameters of halitosis*. 19(2), 90–94.
- Topol, E. J. (2019). *10TH ANNIVERSARY SERIES A decade of digital medicine innovation*. 7610(June), 1–4.
- Turkistani, A., Nakashima, S., Shimada, Y., Tagami, J., & Sadr, A. (2015). *Microgaps and Demineralization Progress around Composite Restorations*. <https://doi.org/10.1177/0022034515589713>
- Virard, F., Venet, L., Richert, R., Pfeffer, D., Viguié, G., Bienfait, A., Farges, J. C., & Ducret, M. (2018). Manufacturing of an immediate removable partial denture with an intraoral scanner and CAD-CAM technology: A case report. *BMC Oral Health*, 18(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0578-3>
- Wang, W., Yu, H., Liu, Y., Jiang, X., & Gao, B. (2019). Trueness analysis of zirconia

- crowns fabricated with 3-dimensional printing. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 285–291. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.04.012>
- Washio, K., Tsutsumi, Y., Tsumanuma, Y., Yano, K., Srithanyarat, S. S., Takagi, R., Ichinose, S., Meinzer, W., Yamato, M., Okano, T., Hanawa, T., Ishikawa, I., Engineering, A. B., Women, T., Medical, T., Sciences, D., Medical, T., Sciences, D., Medical, T., ... Women, S. T. (2017). *In vivo periodontium formation around titanium implants using periodontal ligament cell sheet*. 1–32. <https://doi.org/10.1089/ten.TEA.2017.0405>
- Weigl, P., Sander, A., Wu, Y., Felber, R., Lauer, H. C., & Rosentritt, M. (2018). In-vitro performance and fracture strength of thin monolithic zirconia crowns. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(2), 79–84. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.2.79>
- Woo, H. W., Cho, S. A., Lee, C. H., Lee, K. B., Cho, J. H., & Lee, D. H. (2018). Precision of the milled full-arch framework fabricated using pre-sintered soft alloy: A pilot study. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(2), 128–131. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.2.128>
- You, Y., Shen, Y., Zhang, G., & Xing, X. (2017). Real-time and high-resolution 3D face measurement via a smart active optical sensor. *Sensors (Switzerland)*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/s17040734>
- Yus, E. A., Cantarell, J. M. A., & Alonso, A. M. (2018). Comparison of the marginal fit of milled yttrium stabilized zirconium dioxide crowns obtained by scanning silicone impressions and by scanning stone replicas. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 10(3), 236–244. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.3.236>
- Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R., & Bilir, H. (2014). *Comparison of digital and conventional impression techniques : evaluation of patients ' perception , treatment comfort , effectiveness and clinical outcomes*. 1–7.
- Zeike, S., Choi, K. E., Lindert, L., & Pfaff, H. (2019). Managers' well-being in the digital era: Is it associated with perceived choice overload and pressure from digitalization? an exploratory study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph16101746>

- Zhao, Y. J., Xiong, Y. X., & Wang, Y. (2017). Three-dimensional accuracy of facial scan for facial deformities in clinics: A new evaluation method for facial scanner accuracy. *PLoS ONE*, *12*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169402>
- Zimmermann, M., Dent, M., Ender, A., Med, P. D., Mehl, A., Med, P., Rer, D., & Hum, B. (2019). Local accuracy of actual intraoral scanning systems for single-tooth preparations in&nbsp;vitro. *The Journal of the American Dental Association*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2019.10.022>
- Zitzmann, N. U., Matthisson, L., Ohla, H., & Joda, T. (2020). *Digital Undergraduate Education in Dentistry : A Systematic Review*.