



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**TECNOLOGIA DIGITAL APLICADA ÀS RESTAURAÇÕES  
MINIMAMENTE INVASIVAS**

Trabalho submetido por  
**Javier Gerona Baselga**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2021**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**TECNOLOGIA DIGITAL APLICADA ÀS RESTAURAÇÕES  
MINIMAMENTE INVASIVAS**

Trabalho submetido por  
**Javier Gerona Baselga**  
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Sérgio Manuel Antunes Félix**

**setembro de 2021**



Dedico este trabalho aos meus Pais e aos meus Irmãos, por o apoio incondicional, carinho e confiança durante o decorrer da minha vida e especialmente durante os últimos 5 anos.



## **AGRADECIMIENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Doutor Sérgio Felix, por todo o apoio, disponibilidade, profissionalismo e contributo durante a elaboração deste trabalho de final de curso, em plena Pandemia Mundial, aceitou ser meu orientador, o meu sincero agradecimento e admiração pelo seu trabalho.

A todos os professores que contribuíram para a minha aprendizagem e educação ao longo do meu percurso académico.

Quero agradecer de forma especial à minha família, sobretudo aos meus dois pais e irmãos, pelo apoio sempre persistente e incondicional.

Aos meus queridos tios e tias, pela ajuda nos momentos difíceis.

A Paloma, pelo apoio e ajuda durante os momentos difíceis, especialmente durante os primeiros anos do curso.





## RESUMO

Durante os últimos 30 anos surgiu uma nova abordagem na medicina dentária que promove o desempenho de todos os procedimentos clínicos de forma o mais conservadora possível, a fim de preservar o máximo possível de tecido dentário ou ósseo.

Uma das áreas mais envolvida por esta nova tendência é a reabilitação oral. Nesta área da prática clínica diária há 20 ou 30 anos removíamos tecido saudável para assegurar a remoção preventiva e completa da cárie. Durante os últimos anos passamos a tentar remover o mínimo possível de tecido dentário.

Esta mudança tem sido possível graças a vários fatores. Por um lado, nos últimos anos temos assistido a grandes avanços nos sistemas adesivos, o que nos permite obter para além de uma retenção mecânica uma retenção química, por outro lado, a contínua evolução tecnológica permite-nos através de imagens digitais planear e realizar tanto preparações como restaurações da forma menos invasiva possível.

O sistema que mais tem ajudado nesta mudança é o CAD-CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Através deste sistema e dos seus componentes conseguimos realizar digitalmente todos os processos da odontologia minimamente invasiva, tornando o processo mais fácil e seguro. Graças ainda à tecnologia podemos realizar um diagnóstico precoce das cáries, fazer guias para a preparação dos dentes e desenhar as peças. Isto, juntamente com os avanços acima mencionados relativamente aos sistemas adesivos e materiais, permite-nos realizar um tratamento minimamente invasivo, com boa estética e grande precisão.

O objetivo deste trabalho foi avaliar como as novas tecnologias digitais podem influenciar e ajudar na dentisteria minimamente invasiva.

Para tal será feita uma pesquisa bibliográfica, assente em artigos disponíveis nas bases de dados Cochrane Library , Medline/Pubmed, Scielo, Google Scholar e B-on, e referentes a artigos dos últimos 10 anos.

Palavras-chave: dentisteria minimamente invasiva, técnica digital de impressão, scanner intraoral e dentisteria digital.



## **ABSTRACT**

During the last 30 years a new trend has emerged in dentistry that promotes the performance of all clinical procedures as conservatively as possible in order to preserve as much tooth or bone tissue as possible.

One of most affected areas by this new trend is dentistry. In this area of daily clinical practice 20-30 years ago we used to remove healthy tissue to ensure complete removal of caries. During the last few years we have moved on to trying to remove as little tooth tissue as possible.

This change was possible thanks to several factors. On the one hand, in the last few years we witnessed great advances in adhesive systems, which allow us to achieve chemical retention. On the other hand, the ongoing technological evolution allows us to design both the preparations and the dental pieces in a minimally invasive way.

The system that has helped the most in this change of attitude is CAD-CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Through this system and its components we can carry out all the processes of minimally invasive dentistry digitally, making the process easier and safer. Thanks to this technology, we can carry out an early diagnosis of caries, make preparation guides for the teeth and design the prosthetic pieces. This, together with the aforementioned advances in adhesive systems and materials, allows us to perform a minimally invasive treatment, with good aesthetics and great precision.

The aim of this work is to evaluate how new digital technologies can influence and help in minimally invasive dentistry.

This evaluation will be made from a bibliographical research, based on articles available in the Cochrane Library, Medline/Pubmed, Scielo, Google Scholar and B-on databases, giving priority to articles referring to the last 10 years.

Keywords: minimally invasive dentistry, digital impression technique, intraoral scanner and digital dentistry.



## RESUMEN

Durante los últimos 30 años ha surgido una nueva tendencia en la odontología que promueve la realización de todos los procedimientos clínicos de la forma más conservadora posible para preservar la mayor cantidad de tejido dental u óseo.

Uno de los ámbitos más afectados por esta nueva tendencia es la dentistería. En este ámbito de la práctica clínica diaria, hace 20-30 años eliminábamos el tejido sano para asegurar la eliminación completa de la carie. Durante los últimos años hemos pasado a intentar eliminar el menor tejido dental posible.

Este cambio ha sido posible gracias a varios factores. Por un lado, en los últimos años han surgido grandes avances en los sistemas adhesivos, que permiten conseguir una retención química. Por otro lado, la continua evolución tecnológica nos permite diseñar tanto las preparaciones como las piezas dentales de la forma menos invasiva posible.

El sistema que más ha ayudado a este cambio de actitud es el CAD-CAM (diseño asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador). A través de este sistema y sus componentes somos capaces de realizar digitalmente todos los procesos de la dentistería mínimamente invasiva, haciendo el proceso más fácil y seguro. Gracias a esta tecnología podemos realizar un diagnóstico precoz de cáries, realizar guías para el tallado de dientes y diseñar las piezas. Esto, junto con los avances ya mencionados en sistemas adhesivos y materiales, nos permite realizar un tratamiento mínimamente invasivo, con buena estética y gran precisión.

El objetivo de este trabajo es evaluar cómo las nuevas tecnologías digitales pueden influir y ayudar en la odontología mínimamente invasiva.

Esta evaluación se realizará a partir de una investigación bibliográfica, basada en artículos disponibles en las bases de datos Cochrane Library, Medline/Pubmed, Scielo, Google Scholar y B-on, dando prioridad a los artículos publicados en los últimos 10 años.

Palabras clave: odontología mínimamente invasiva, técnica de impresión digital, escáner intraoral y dentistería digital.



## Índice

<b>I.</b>	<b>Introdução</b> .....	15
<b>II.</b>	<b>Desenvolvimento</b> .....	17
1.	<b>Dentisteria minimamente invasiva</b> .....	17
1.1.	<b>Evolução da dentisteria minimamente invasiva</b> .....	18
1.1.1.	<b>Evolução dos sistemas adesivos</b> .....	18
1.1.1.	<b>Evolução das resinas compostas</b> .....	19
1.2.	<b>Materiais cerâmicos na dentisteria minimamente invasiva</b> .....	20
2.	<b>Tecnologia digital na detecção de cáries</b> .....	21
2.1.	<b>Câmara intraoral para o exame clínico e “Light-induced fluorescence”</b> 22	
2.2.	<b>Radiografias digitais</b> .....	23
2.3.	<b>Transiluminação Digital (DIFOTI)</b> .....	25
3.	<b>Tecnologia digital em restaurações minimamente invasivas</b> .....	25
3.1.	<b>Tecnologia CAD – CAM</b> .....	26
3.1.1.	<b>História da tecnologia CAD-CAM</b> .....	27
3.1.2.	<b>Procedimentos de CAD-CAM</b> .....	28
3.1.3.	<b>Tipos de sistema CAD-CAM</b> .....	29
3.1.4.	<b>Componentes e funcionamento do sistema CAD-CAM</b> .....	31
3.1.5.	<b>Vantagens e Limitações</b> .....	32
3.2.	<b>Tecnologia minimamente invasiva aplicada a restaurações anteriores</b> 33	
3.2.1.	<b>Tecnologia digital em facetas cerâmicas</b> .....	34
3.3.	<b>Tecnologia minimamente invasiva aplicada a restaurações posteriores</b> 35	
3.4.	<b>Preparos dentários guiados por tecnologia CAD-CAM</b> .....	36
3.5.	<b>Scanner intraoral</b> .....	37
3.5.1.	<b>Tipos de Scanners intraorais</b> .....	38
3.5.2.	<b>Scanners intraorais mais utilizados no mercado</b> .....	39
3.5.2.1.	<b>CEREC®</b> .....	39
3.5.2.2.	<b>True Definition</b> .....	42
3.5.2.3.	<b>TRIOS</b> .....	43
3.5.2.4.	<b>CS Intraoral Scanner CareStream</b> .....	45
3.6.	<b>Digital Smile Design (DSD)</b> .....	46
<b>III.</b>	<b>Conclusão</b> .....	48
<b>IV.</b>	<b>Bibliografia</b> .....	50





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> DIAGNOdent™ pen .....	22
<b>Figura 2.</b> Sensor intra-oral Xios XG Supreme .....	24
<b>Figura 3.</b> VistaScan processador de placas de fosforo.....	24
<b>Figura 4.</b> Scanners extraorais de Generation D2000, E3 y E4 de 3Shape. ....	29
<b>Figura 5.</b> Scanner intraoral VIRTUOVIVO .....	29
<b>Figura 6.</b> A, Guide fabricated by 3D printer. B, Guide placed on cast.....	37
<b>Figura 7.</b> CEREC Primescan AC (Acquisition Center) .....	40
<b>Figura 8.</b> Primescan AC CEREC Software e Primescan AC com software aberto.....	41
<b>Figura 9.</b> CEREC Omnicam Scanner digital.....	41
<b>Figura 10.</b> CEREC Bluecam Scanner digital .....	42
<b>Figura 11.</b> 3M True Definition Whole Set .....	43
<b>Figura 12.</b> 3M True Definition Scanner .....	43
<b>Figura 13.</b> Tecnologia fluorescente do scanner TRIOS 4.....	44
<b>Figura 14.</b> Scanners intraorais TRIOS: TRIOS 3 BASIC, TRIOS 3, e TRIOS 4 .....	44
<b>Figura 15.</b> CS 3600 scanner intraoral .....	45
<b>Figura 16.</b> CS 3700 scanner intraoral .....	46
<b>Figura 17.</b> Desenho sorriso gigital através do software DSD.....	47



## INDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resumo das principais vantagens e desvantagens das radiografias digitais diretas.....	24
--	----



## **INDICE DAS ABREVIATURAS**

**CAD-** Computer aided design

**CAM-** Computer aided manufacturing

**3D-** Três dimensões

**CEREC-** Ceramic economical restorations esthetic ceramics

**Lava C.O.S-** Lava Chairside oral scanner

**STL-** Standard three-dimensional (formato de ficheiro digital)

**PLY-** Polygon File Format

**DSD-** Digital Smile Design

**CS-** Care Stream

**FOTI-** Fiber-Optic TransIllumination

**DIFOTI-** Digital Imaging Fiber-Optic TransIllumination



## I. Introdução

A presente monografia tem como propósito, conhecer as diferentes tecnologias digitais que podem ser aplicadas na área da dentisteria minimamente invasiva.

Ao longo dos anos, a medicina dentária tem-se baseado na limitação dos danos causados pela cárie, ou seja, utilizando uma abordagem restauradora e reabilitadora através da remoção de tecido cariado e tecido circundante para assegurar a remoção total da cárie (Burke, 2003)

Contudo, a investigação científica dos últimos anos permitiu uma melhor compreensão da biologia estrutural e funcional dos tecidos dentários e das fases pré-clínicas da cárie; isto permite-nos fazer uma abordagem menos invasiva dos tecidos orais e assim promover técnicas de saúde e de prevenção de doenças (Burke, 2003; Mandri, Aguirre & Zamudio, 2015).

Com o surgimento de novos materiais que facilitam a adesão e novos materiais restauradores, a técnica minimamente invasiva ganhou muita popularidade e está a tornar-se o novo padrão na medicina dentária.

A isto, devemos acrescentar o desenvolvimento de novas tecnologias que estão gradualmente a ser incorporadas na realidade da prática dentária e a facilitar as tarefas de prevenção (Tumenas, Pascottos, Saade & Bassani, 2014).

Um dos avanços tecnológicos mais importantes foi o desenvolvimento do sistema Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing “CAD-CAM” que nos permite abordar consultas com um fluxo digital em que a maior parte das etapas são realizadas com a utilização de meios digitais (Beuer, Schweiger & Edelhoff, 2008; Harsono, Simon, Stein & Kugel, 2013).

Para o estudo em causa realizámos uma recolha de artigos publicados, disponíveis nas bases de dados Pubmed, Cochrane, Biomed-Central EBD, CEBD, JEBDP e B-On, utilizando os seguintes termos de pesquisa: “*Minimally Invasive Dentistry*”, “*Digital Impression Technique*”, “*Intraoral Scanner*” e “*Digital Dentistry*”.

Como critérios de inclusão estudámos publicações em Língua Portuguesa, Inglesa e Espanhola, publicadas entre janeiro de 2015 e maio de 2020, o título e o *abstract* do artigo, bem como a metodologia e a conclusão obtida.





## II. Desenvolvimento

### 1. Dentisteria minimamente invasiva

O conceito de odontologia minimamente invasiva surgiu em 1987 pela mão de Simonsen e desde então a frequência de citação deste termo tem continuado a aumentar (Simonsen, 2011; Tyas, Anusavice, Frencken, & Mount, 2000; Yu et al., 2019).

O objetivo da dentisteria minimamente invasiva é manter vivo o máximo de tecido dentário saudável assim como o remineralizável, a fim de preservar os dentes durante o máximo de tempo possível. Os principais conceitos da medicina dentária minimamente invasiva são a detecção precoce de cárie e avaliação de risco de cárie; remineralização do esmalte desmineralizado e da dentina; assegurar um ambiente favorável à manutenção de dentes saudáveis; check-ups dentários periódicos; operações minimamente invasivas para evitar a remoção de tecido dentário saudável; restaurando em vez de substituir restaurações defeituosas (FDI World Dental Federation, 2017).

Quando falamos de dentisteria minimamente invasiva não nos referimos apenas ao tratamento de cáries, pois os seus princípios podem ser aplicados a todos os campos da dentisteria (Christensen Dds, 2005; Murdoch-Kinch & McLean, 2003).

Nos últimos anos dois novos conceitos foram reconhecidos nesta área; dentisteria cosmética minimamente invasiva “*minimally invasive cosmetic dentistry*” (MICD) e os procedimentos protéticos minimamente invasivos “*minimally invasive prosthetic procedures*” (MIPP) (da Cunha, Pedroche, Gonzaga & Furuse, 2014; Fradeani, Barducci & Bacherini, 2016; Koirala, 2009; Murdoch-Kinch & McLean, 2003).

Com os avanços dos últimos 30 anos no campo da medicina dentária, surgiram novos materiais que tornaram possível o grande crescimento da medicina dentária minimamente invasiva entre os dentistas. Entre estes avanços estão os novos materiais disponíveis, tais como novos adesivos, resinas compostas e cerâmicas que permitem uma maior adesão e durabilidade das restaurações sem a necessidade de grandes preparações para obter retenção mecânica. Outro avanço importante foi a evolução tecnológica, que nos permite planejar digitalmente tratamentos minimamente invasivos, dando-nos maior precisão no trabalho e também nas próteses dentárias que hoje em dia

podem ser feitas com sistemas muito precisos como os sistemas CAD-CAM ( Lee, Fehmer, Kwon, Burkhardt, Pae & Sailer, 2020; Tyas et al., 2000; Yu et al., 2019).

### **1.1. Evolução da dentisteria minimamente invasiva**

Os conceitos tradicionais para o tratamento das lesões de cáries em medicina dentária foram em grande parte elaboradas por G.V. Black há cerca de 100 anos, estes conceitos são baseados na necessidade de reter materiais não adesivos, tais como amálgama ou ouro numa cavidade dentária (Burke, 2003).

“O conceito de extensão para a prevenção” tem sido amplamente ensinado, até há relativamente pouco tempo, uma vez que não existiam os materiais adesivos e restauradores que foram desenvolvidos nos últimos anos (Sharma, Hegde & Sadananda, 2018).

Este conceito foi aplicado na realização de restaurações de amálgama. Na prática clínica, traduzia-se na realização de cavidades mais largas e profundas a fim de dar retenção aos materiais restauradores, uma vez que a sua adesão baseava-se unicamente na retenção macro mecânica, resultando numa considerável redução da resistência do dente preparado ( Reeh, Messer & Douglas, 1989).

A introdução da técnica da gravado ácido e dos compósitos de resina significou uma mudança importante na odontologia restauradora. Não foi apenas uma mudança nos materiais e técnicas, mas também uma mudança na filosofia de tratamento. Como a retenção era proporcionada pela técnica adesiva, a preparação podia ser reduzida em comparação com as cavidades realizadas para as amálgamas dentárias ( Roeters, Opdam & Loomans, 2004).

#### **1.1.1. Evolução dos sistemas adesivos**

Em 1955 Buonocore publicou um artigo sobre o condicionamento ácido das estruturas dentárias para aumentar a adesão de materiais restauradores. Este é considerado o início da revolução na adesão na odontologia, uma vez que a partir deste momento, a começou uma investigação exaustiva neste campo (Söderholm, 2007).

Alguns anos após a publicação do artigo do Dr. Buonocore, a equipa do Dr. Bowen introduziu a molécula do bisfenol A-glicidilmetacrilato (Bis-GMA) no início da década de 1960. Este avanço levou à criação da primeira resina composta comercial,

Addent (3M, St. Paul, MN), que foi lançada em 1964 (Perdigão, Araujo, Ramos, Gomes & Pizzolotto, 2021).

Durante os anos seguintes, foram desenvolvidas várias gerações de sistemas adesivos com o objetivo de melhorar a adesão ao esmalte e conseguir uma ligação química à dentina. O maior avanço nesta área chegou com um artigo que Bowen e Cobb publicaram em 1983 titulado "A method for bonding to dentin e enamel", em que afirmavam poder alcançar uma resistência à tração *in vitro* de 15,5 MPa. O procedimento de colagem era bastante complexo, mas nesse artigo, Bowen considerou esta abordagem como um grande avanço, apesar da sua complexidade. (Hansen & Asmussen, 1985)

Atualmente temos disponíveis desde 2010 a oitava geração de sistemas adesivos. Foi proposta uma classificação que reflete o seu modo essencial de utilização, em vez de desenvolvimento histórico. Os sistemas adesivos estão atualmente disponíveis em três etapas, duas etapas e sistemas de passo único ou universais, dependendo de como são aplicados os três componentes essenciais dos adesivos; ácido, primer e bond (Migliau, 2017).

### **1.1.1. Evolução das resinas compostas**

Há cerca de 100 anos, a utilização de amálgama como material restaurador foi promovida por G.V. Black. Durante estes 100 anos houve muitas mudanças nos componentes da amálgama com a intenção de fornecer um melhor selamento marginal ou menos degradação (Bayne, Ferracane, Marshall, Marshall & van Noort, 2019).

O Dr. Rafael Bowen, no início dos anos 60, criou um material restaurador composto por monómeros de dimetacrilato, principalmente metacrilato de bisfenol A (Bis-GMA), que foi a primeira resina comercial e se tornou popular para uso clínico no início dos anos 70 (Perdigão et al., 2021).

Durante décadas, a molécula de dimetacrilato Bis-GMA continuou como a base principal para os compósitos dentários. Bis-GMA é extremamente viscoso e requer diluição com dimetacrilatos de menor peso molecular, como o dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA), que melhora a polimerização e as propriedades gerais (Alizadehgharib, Östberg, Dahlstrand Rudin, Dahlgren & Christenson, 2020).

O próximo avanço nas resinas restauradoras foi no final dos anos 70 com a introdução das canforquinonas. até essa altura as resinas restauradoras eram compostas

por 2 pastas que eram misturadas e tinham um curto tempo de aplicação ou uma única pasta que era ativada pela luz UV que tinha uma profundidade de cura pouco profunda. A introdução da canforquinona (CQ) com um acelerador de aminas produziu um sistema com aumento na profundidade de polimerização (isto é, normalmente 2 mm) quando exposto à luz azul visível de uma fonte de halogéneo de tungstênio de quartzo (QTH) (Kowalska, Sokolowski & Bociong, 2021).

Mais tarde, num esforço para obter um compósito com melhores capacidades de polimento foram criados compósitos micro-híbridos (anos 90) e nanohíbridos (anos 2000). Para além deste avanço, foram também desenvolvidos compósitos fluído nas mesmas décadas. Nos últimos anos, foram também adicionados ao mercado compósitos “Bulk-fill”, que, devido à sua translucidez, permitem uma maior profundidade de fotopolimerização (Bayne et al., 2019).

## **1.2. Materiais cerâmicos na dentistería minimamente invasiva**

No campo da medicina dentária, os materiais cerâmicos começaram a ser utilizados em 1980 para coroas unitárias com a introdução das cerâmicas feldspáticas. Estas cerâmicas não tiveram muito sucesso devido à sua baixa resistência (Kelly, Nishimura & Campbell, 1996).

Nos anos 60 concluiu-se que para que estas cerâmicas tivessem uma resistência adequada, era necessário ter uma subestrutura de alta resistência. Uma solução para este problema foi adicionar uma subestrutura metálica de alta resistência à qual foi adicionada uma fina camada de cerâmica criando uma "camisa de cerâmica" à sua volta. Isto tornou-se possível adicionando leucita ao vidro feldspático para corresponder ao coeficiente de expansão térmica da subestrutura metálica (Bayne et al., 2019).

Outra abordagem foi criar uma subestrutura cerâmica de alta resistência adicionando alumina para reforçar o vidro feldspático. Pela primeira vez, os dentistas podiam fornecer aos pacientes restaurações anteriores e posteriores altamente estéticas e resistentes. Estas ainda são utilizadas hoje apenas com pequenas modificações para melhorar a estética e durabilidade da cerâmica e, em alguns casos, reduzir os custos utilizando ligas metálicas sem metais preciosos (Bayne et al., 2019).

A seguinte evolução foi empregar um núcleo 100% de alumina utilizando uma combinação de processamento digital e tecnologia de fabrico assistido por computador (CAD-CAM). A maquinação da peça com o sistema CAD-CAM produz um núcleo

sobredimensionado a partir de um bloco de alumina porosa, que depois é sujeito a um ciclo de aquecimento a alta temperatura para densificar o núcleo completamente e produzir uma restauração final do tamanho correto. Quando este sistema foi lançado no início dos anos 90, tornou-se possível realizar coroas e pontes cerâmicas para qualquer localização na boca (Bayne et al., 2019; Spitznagel, 2018).

Graças à introdução do sistema CAD CAM e à fresagem guiada por computador, surgiram novos materiais altamente estéticos e resistentes. Assim, podemos fazer coroas, pontes e facetas em materiais como a zircónia, que é muito estético e um material cada vez mais utilizado em restaurações anteriores (Luthardt et al., 2002).

## **2. Tecnologia digital na deteção de cáries**

A nossa compreensão do processo de cárie avançou nos últimos anos, atualmente a maior parte das investigações indicam que se trata de um processo dinâmico que é afetado por numerosos fatores modificadores. Face a esta agressão, o tecido mineral pode reagir de duas maneiras; pode tender para a remineralização ou desmineralização (Castro, Vianna & Mendes, 2018; Pretty, 2006).

A fim de manter o máximo de tecido dentinário possível e para este conseguir remineralizar, é essencial a deteção precoce de lesões incipientes de cárie.

Nos últimos anos tem-se assistido a um aumento da atividade de investigação em torno dos métodos de diagnóstico, particularmente na avaliação das lesões de cárie precoce. Graças às terapias disponíveis para remineralizar as lesões precoces, precisamos agora de métodos para detetar de forma fiável essas áreas desmineralizadas e implementar verdadeiros métodos preventivos na odontologia (Moutselos, Berdouses, Oulis & Maglogiannis, 2019).

A inspeção visual, o sistema de deteção de cárie mais difundido, é subjetivo. A avaliação de características como a cor e a textura são de natureza qualitativa. Estas avaliações fornecem alguma informação sobre a gravidade da doença, mas não constituem uma verdadeira ferramenta de quantificação. Tem também uma capacidade limitada para detetar lesões precoces, não cavitadas ou lesões de esmalte (Murdoch-Kinch & McLean, 2003).

Os novos sistemas de deteção de cárie dão-nos a capacidade de quantificar e detetar lesões de cárie de forma mais precoce, a fim de conseguir realizar tratamentos minimamente invasivos (Burke, 2003).

Os novos sistemas de diagnóstico baseiam-se na medição de um sinal físico: são medições indicativas do processo de cárie. Alguns exemplos de sinais físicos que podem ser utilizados são: os raios X, a luz visível, a luz laser, a corrente elétrica, os ultrassom e ainda a rugosidade superficial (Pretty, 2006).

### **2.1. Câmara intraoral para o exame clínico e “Light-induced fluorescence”**

Introduzida por Gorden J. Christensen em 1990, a câmara intraoral é uma alternativa viável ao exame oral visual para o rastreio da cárie, uma vez que dá uma visão ampliada (ampliação de 10x) e uma grande variedade de ângulos de visão. Contudo, apesar da sua maior validade em comparação com o exame visual, a sua sensibilidade era geralmente muito inferior a 12% para a cárie oculta, ou seja, cáries por baixo de superfícies macroscopicamente intactas. Assim, surgiu a necessidade de procurar métodos mais avançados com boa sensibilidade, juntamente com uma boa especificidade que levou ao desenvolvimento do conceito de fluorescência para a deteção de cáries iniciais (Tomar, Singh, Zaidi & Nishad, 2016).

Com base nisto, Hibst e Paulus descobriram que a fluorescência induzida pela luz vermelha (655 nm) podia revelar um contraste considerável entre o tecido saudável e o tecido dentário cariado. Verificou-se que a fluorescência era mais intensa no tecido cariado (140 intensidade de fluorescência relativa) em comparação com o tecido saudável (20 intensidade de fluorescência relativa). Temos o caso do DIAGNOdent que foi desenvolvido para deteção precoce da cárie e quantificação do tecido dentinário (Lussi, Hibst & Paulus, 2016).

O DIAGNOdent possui a vantagem de quantificar o conteúdo mineral, ajudando a melhorar a eficácia do diagnóstico, o tratamento e a avaliação precisa das fissuras onde o exame visual por si só não é adequado, complementando assim o exame dentário tradicional (Lussi et al., 2004; Zaidi et al., 2016).



**Figura 1.** DIAGNOdent™ pen

Fonte: (KAVO Dental Excellence, 2020)

Através da utilização desta tecnologia podemos realizar uma dentisteria minimamente invasiva, evitando muitas vezes a necessidade de tratamento restaurador através da deteção precoce e controlo da desmineralização do esmalte dentário (Tomar et al., 2016).

## **2.2. Radiografias digitais**

Desde a descoberta dos raios X em 1895, o filme tem sido o principal meio de captura, exibição, e armazenamento de imagens radiográficas. É uma tecnologia que os dentistas estão muito familiarizados e confortáveis em termos de técnica e interpretação. A radiografia digital é o mais recente avanço em imagem dentária e está cada dia mais a ser adotada pela profissão dentária. A imagiologia digital incorpora a tecnologia digital na captação, visualização, e armazenamento de imagens radiográficas diretas (Parks & Williamson, 2002; Presoto et al., 2017).

Os sistemas de imagem digital direta produzem uma imagem dinâmica que permite: a exibição imediata dos tecidos, efetuar melhorias na qualidade da imagem, permitindo realçar aspetos importantes de imagem, o armazenamento, a recuperação e transmissão. Os sensores digitais são mais sensíveis do que os filmes tradicionais e requerem uma radiação de exposição significativamente mais baixa (Parks & Williamson, 2002).

Existem dois tipos de radiografias digitais, radiografias digitais diretas e indiretas.

Os componentes necessários para a produção de radiografias digitais diretas são: existir uma fonte emissora de raios X, um sensor eletrónico, um computador com um conversor analógico-digital (ADC) e um monitor de visualização. O primeiro sistema de radiografias digitais diretas, RadioVisioGraphy (RVG), foi inventado pela Dra. Frances Mouyens e fabricado pela Troféu Radiologie (Vincennes, França) em 1984. Este sistema teve adesão entre os clínicos porque apresenta várias vantagens, no entanto tem desvantagens (Ledur Vaucher, 2020; Spezzia, 2019).

<b>Radiografias digitais diretas</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Redução da exposição	Rigidez e espessura do sensor
Sem necessidade de produtos químicos	Custo inicial do sistema elevado
Produção e exibição de imagem instantânea ou em tempo real	Preço mais elevado para a manutenção do equipamento
Melhora da imagem e possibilidade de aplicar filtros	Maior dificuldade no controlo de infeções cruzadas. (Sensor não esterilizável)
Armazenamento mais fácil	Durabilidade do sensor desconhecida

**Tabela 1.** Resumo das principais vantagens e desvantagens das radiografias digitais diretas.

Nas radiografias digitais indiretas a imagem é captada numa placa de fósforo como informação analógica e é convertida para um formato digital quando a placa é processada. Os sistemas radiográficos de fósforo foto-estimável foram introduzidos pela primeira vez em 1981 pela Fuji Corporation. Têm a vantagem sobre os raios X diretos de ter um filme de fósforo que é mais flexível e mais fina do que o sensor, mas a radiação é a mesma que nos raios X tradicionais (Parks & Williamson, 2002).



**Figura 2.** Sensor intra-oral Xios XG Supreme. Fonte: (Dentsply Sirona, n.d.)



**Figura 3.** VistaScan processador de placas de fosforo. Fonte: (Dürr Dental, 2020)



### **2.3. Transiluminação Digital (DIFOTI)**

A transiluminação digital por fibra ótica (DIFOTI), é um refinamento do seu predecessor, a transiluminação por fibra ótica (FOTI), é baseada na transiluminação dos dentes com luz intensa de fibra ótica. As propriedades óticas de uma lesão de cárie são diferentes das dos tecidos dentários circundantes, e o FOTI amplifica a mudança na dispersão e absorção de fótons de luz no tecido cariado, fazendo assim aparecer a lesão de cárie como uma sombra escura (Laitala et al., 2017).

Entretanto surgiu o DIFOTI que foi concebido para ultrapassar as limitações do FOTI, como não conseguir uma captura digital da imagem para armazenar e aplicar filtros. Tais imagens podem ser armazenadas de forma digitalizada e comparadas com imagens previamente adquiridas ( Ástvaldsdóttir, Åhlund, Holbrook, De Verdier & Tranæus, 2012).

Esta é uma técnica de imagem que apresenta excelentes resultados na detecção da presença de cáries e medir a sua gravidade. O A imagem de transiluminação é apresentada como uma imagem visualmente reconhecível, com as cáries e o tecido saudável em diferentes tonalidades de cor. O método é não destrutivo, não ionizante, e alegadamente mais sensível para detetar a desmineralização precoce do que as radiografias tradicionais (Karlsson, 2010).

### **3. Tecnologia digital em restaurações minimamente invasivas**

A utilização da tecnologia no consultório está a aumentar em parte devido à redução dos custos de aquisição de tecnologia digital que tem vindo a diminuir drasticamente e permitiram que mais profissionais integrem equipamento digital com um investimento reduzido (Beuer et al., 2008).

Um dos benefícios mais significativos da tecnologia digital na dentisteria é a capacidade de simplificar processos que podem ser complicados de realizar quando feitos de forma convencional. O maior incentivo para criar mais eficiência numa clínica dentária é a capacidade de fornecer um trabalho consistente de alta qualidade, diminuindo ao mesmo tempo os custos e os tempos para o paciente (Fung & Brisebois, 2020).

Graças aos avanços na tecnologia CAD-CAM podemos reduzir o tempo e o custo das consultas, armazenar digitalmente todos os dados do paciente (impressões, planos de tratamento, etc.), a comunicação com o paciente tem sido facilitada uma vez que é possível mostrar com precisão o resultado esperado antes de iniciar o tratamento (Rekow, 2020).

Mas a utilização destas novas tecnologias permite pôr em prática uma medicina dentária muito menos invasiva, podemos conceber digitalmente o preparo do dente da forma menos invasiva possível e fazer um guia de preparo para obter resultados mais precisos e fiáveis. Com os novos materiais CAM, os procedimentos laboratoriais têm-se tornado mais eficientes, precisos e generalizados. Por outro lado graças à precisão na produção é possível fabricar peças com menos espessura mantendo as propriedades funcionais, mecânicas e estéticas (Martins et al., 2017).

### **3.1. Tecnología CAD – CAM**

As siglas CAD-CAM significam em inglês *Computer Aided Design* e *Computer Aided Manufacturing* respetivamente (Beuer et al., 2008; Miyazaki, Hotta, Kunii, Kuriyama & Tamaki, 2009; Rekow, 1991).

Traduzido ao Português CAD significa Desenho assistido por computação e CAM significa Manufatura assistida por computação.

As duas componentes da tecnologia CAD-CAM estão integradas num único software no qual os dados obtidos no desenho digital da peça (CAD) e que são posteriormente transferidos para a unidade CAM de modo a que a peça possa ser produzida (Dos Santos et al., 2019; Giordano, 2006; Stanley, Paz, Miguel & Coachman, 2018).

Os sistemas CAD-CAM são compostos por 3 elementos fundamentais. O primeiro elemento é a captura de dados ou "scanning" (normalmente realizado com um scanner intraoral ou extraoral num modelo), o segundo elemento é o CAD (desenho geométrico da restauração com o próprio software do sistema) e finalmente o CAM, que é o fabrico da peça ( Fuster-Torres, Albalat-Estela, Alcañiz-Raya & Peñarrocha-Diago, 2009; Michelinakis et al., 2021; Mörmann, 2006).

Durante os últimos 20 anos, assistimos a grandes avanços por parte dos sistemas CAD CAM. Os softwares de desenho são mais fáceis de manusear com mais possibilidades e mais intuitivos, os scanners são mais precisos e a maioria deles já não

precisa de pó de dióxido de titânio para digitalizar as superfícies dentárias; e ainda porque a nível da confeção das peças houve melhorias graças aos avanços dos sistemas CAM e aos novos materiais que suportam (Blatz & Conejo, 2019; Correia et al., 2006).

A tecnologia CAD-CAM já é uma realidade na prática clínica diária, e embora o investimento para começar a trabalhar com esta tecnologia seja grande, cada vez mais dentistas estão a incorporá-la nos seus procedimentos clínicos à medida que mais e mais marcas estão a comercializar os instrumentos necessários para trabalhar com esta tecnologia e, portanto, o preço destes está a diminuir o que o torna mais acessível (Mainjot, Dupont, Oudkerk, Dewael & Sadoun, 2016; Stanley et al., 2018).

### **3.1.1. História da tecnologia CAD-CAM**

A tecnologia CAD-CAM não surgiu na odontologia, esta tecnologia começou a ser utilizada nos anos 60 em diferentes tipos de indústria, tais como a automóvel ou a aviação e a sua utilização na área da medicina dentária só começou nos anos 80 (Liu, 2005; Miyazaki et al., 2009; Priyanka, Sujesh, Kumar, Rao & Srujana, 2020; Schepke, Meijer, Kerdiijk & Cune, 2015).

A origem desta tecnologia é o controlo numérico das máquinas que se baseia em em processos em que as máquinas-ferramentas elétricas, são utilizadas como uma ferramenta de corte afiada para cortar mecanicamente o material para alcançar a geometria desejada com todas as etapas controladas por um programa de computador (Baroudi & Ibraheem, 2015; Bayne et al., 2019).

Quando a investigação e desenvolvimento começaram nos anos 80, pensava-se que a concepção e produção de peças dentárias através do CAD-CAM seria mais fácil do que os produtos industriais, mas quando se começaram a desenvolver os sistemas perceberam que as máquinas têm de ser tanto ou mais precisas do que as utilizadas nos processos industriais, que não basta ter digitalizado precisamente o dente a ser tratado, mas também tinha-se que digitalizar a posição dos dentes adjacentes e oponentes, a representação numérica da forma de uma coroa dentária é muito mais complexa do que a dos produtos que são normalmente fabricados industrialmente, e finalmente que a confeção das peças em materiais cerâmicos era mais delicada (Miyazaki et al., 2009; Samiuddin Ahmed et al., 2020).

O Dr. Duret foi o primeiro em utilizar a tecnologia CAD/CAM na área de medicina dentária a partir de 1971, assim ele começou por fabricar coroas com uma prévia impressão ótica dos preparos seguido do desenho da peça e fresagem (Sneha & Abhilasha, 2010).

Também nessa altura Bruce Altschuler, nos EUA, e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça, começaram a investigar e desenvolver esta tecnologia (Correia et al., 2006).

Passados alguns anos, Young e Altschuler apresentaram em 1977 a utilização da holografia laser em medicina dentária, com o objetivo de se poder usar esta tecnologia para efetuar o mapeamento intraoral (Correia et al., 2006; Liu, 2005).

Em 1984, a Duret desenvolveu o "Sistema Duret" para a produção de coroas unitárias. Duret dizendo que as principais vantagens desta técnica eram a redução da dependência do fabrico manual de restaurações protéticas e, ao mesmo tempo, a redução de custos. Embora tenha sido um grande avanço para os sistemas CAD CAM na odontologia, o sistema era demasiado complexo e caro e não foi muito popular entre os dentistas (Correia et al., 2006; Davidowitz & Kotick, 2011; Liu, 2005).

O primeiro sistema CAD-CAM a ser utilizado e comercializado de forma viável em medicina dentária foi o CEREC (CEramic REConstruction), desenvolvido por Morman e Brandestini, em 1980, na Universidade de Zurique, Suíça (Ahlholm et al., 2018; Allen, Schenkel & Estafan, 2004; Sannino et al., 2014; Santos, Santos, Rizkalla, Madani & El-Mowafy, 2013).

Mas tem sido durante os últimos 20 anos, verificou-se um grande desenvolvimento da tecnologia CAD-CAM. Houve um grande desenvolvimento dos scanners para digitalizar os preparos, desenvolvimento dos programas de desenho virtual, dos materiais (como, por exemplo, a alumina, a zircónia e o titânio) e da maquinação das restaurações protéticas (Liu, 2005; Sannino et al., 2014).

### **3.1.2. Procedimentos de CAD-CAM**

Atualmente, existem dois métodos para abordar a utilização dos sistemas CAD-CAM para criar restaurações dentárias digitalmente: as abordagens direta e indireta (Vecsei, Joós-Kovács, Borbély & Hermann, 2017).

Há alguns anos o processo de digitalização começou sempre com a digitalização dos modelos gesso pelo laboratório, isto após o dentista ter realizado uma impressão

prévia das estruturas dentárias com materiais convencionais de impressão; este seria o método indireto em que o scanner não é utilizado Intra oralmente, uma vez que a digitalização é realizada no laboratório (Kihara et al., 2020; Vecsei et al., 2017).

Hoje em dia, com os avanços na área dos scanners intraorais é possível digitalizar diretamente a informação obtida a partir da cavidade oral. Com o método direto, obtemos a informação diretamente da cavidade oral com um scanner intraoral (Ting-shu & Jian, 2015).



**Figura 4.** Scanners extraorais de Generation D2000, E3 y E4 de 3Shape. Fonte: (3Shape, n.d.).



**Figura 5.** Scanner intraoral VIRTUOVIVO. Fonte: (Dental Wings, n.d.).

### 3.1.3. Tipos de sistema CAD-CAM

Os sistemas CAD-CAM são classificados em função da sua capacidade de partilhar ou transferir dados de software CAD para um sistema CAD-CAM diferente. Podem ser divididos em dois tipos: sistemas abertos e sistemas fechados (Alghazzawi, 2016; Ting-shu & Jian, 2015).

Os sistemas fechados oferecem todos os procedimentos CAD/CAM, incluindo aquisição de dados com scanner intraoral, desenho virtual (CAD) e fabrico da restauração (CAM) pela mesma empresa. Além disso, todas as fases estão incluídas no mesmo software, e não há possibilidade de trocar dados com sistemas diferentes de outras empresas. Com este sistema fechado, o profissional depende de 1 fabricante

específico para todas as atualizações de software (Alghazzawi, 2016; Correia et al., 2006; Galhano, Pellizzer & Mazaro, 2012).

Os sistemas abertos CAD-CAM permitem não só enviar as informações obtidas na fase CAD, mas também receber estes dados de outras unidades. Este tipo de sistema oferece aos profissionais a possibilidade de combinar diferentes tipos de sistemas CAD-CAM. Isto permite-nos obter os dados iniciais (CAD) com um software e combiná-los com outro sistema CAM para tornar a prótese com outra unidade de fresagem diferente do sistema inicial (Correia et al., 2006; Galhano et al., 2012; Ting-shu & Jian, 2015).

Os sistemas CAD-CAM também podem ser divididos em 3 em termos do seu método de produção: sistemas de produção em cadeira, também chamados “*chairside*” ou “*in office*”, sistemas de produção em laboratório ou “*in-lab*” e finalmente sistemas de produção centralizados (Alghazzawi, 2016; Baroudi & Ibraheem, 2015).

Com os sistemas “*Chairside*”, o dentista tem os três elementos necessários à sua disposição. Um scanner intraoral para fazer a impressão digital da cavidade oral, um software CAD integrado para desenhar digitalmente a prótese e adaptá-la à preparação feita e um sistema CAM que realiza a fresagem da peça. Desta forma, todo o processo pode ser realizado numa única consulta, poupando, por um lado, tempo de consulta e, por outro lado, material, uma vez que não precisamos de fazer impressões convencionais e não há necessidade de fazer uma peça para usar provisoriamente antes de cimentar a definitiva para o paciente (Fasbinder, 2010; Harsono, Simon, Stein & Kugel, 2013; Neto, 2012).

Nos sistemas “*in lab*” as peças são produzidas no laboratório, a principal vantagem deste método de produção é que os sistemas CAM encontrados nos laboratórios são normalmente maiores e mais precisos do que os utilizados no sistema “*chairside*”. A fresagem das peças é mais precisa. A informação da cavidade oral pode ser enviada para o laboratório de duas formas; com as impressões tradicionais para que o laboratório realize o gesso e a digitalização do modelo, ou enviar diretamente uma digitalização da cavidade oral se o dentista tiver acesso a um scanner intraoral (Beuer et al., 2008; Galhano et al., 2012; Sneha & Abhilasha, 2010).

Finalmente, existem os centros de fresagem pertencentes a alguns sistemas CAD-CAM, tais como Lava™ ou NobelProcera™. A diferença em relação aos sistemas de produção “*in lab*” é que estes centros têm fresadoras maiores e mais precisas e têm a capacidade de produzir mais peças ao mesmo tempo. Outra diferença é que neste tipo de sistema a informação tem de ser enviada em formato digital, ou seja, é necessário que o

dentista tenha um scanner intra-oral para enviar a informação em formato digital (Kohorst, Junghanns, Dittmer, Borchers & Stiesch, 2011; Meirowitz et al., 2019).

Os únicos sistemas CAD-CAM “*chairside*” disponíveis atualmente são CEREC (Sirona Dental; Charlotte, NC) e o E4D (D4D Technologies; Richardson, TX). Ambos têm uma fresadora “*in office*” para executar todas as fases do sistema CAD-CAM. O sistema CEREC, no entanto, também tem a possibilidade de funcionar na modalidade “*in lab*”, sendo o único sistema que tem estas duas opções (Baroudi & Ibraheem, 2015; Touchstone, Nieting & Ulmer, 2010).

Atualmente existem muitos dispositivos disponíveis para obter impressões intraorais digitais, tais como o Trios Color (3 Shape), iTero (Align Technology), True Definition Scanner (3M ESPE), CS 3500 (Carestream Dental LLC), Apollo DI (Sirona). Com todos estes sistemas é obtido um scan que é depois enviado para um laboratório para o desenho e fresagem da peça (Alghazzawi, 2016; Baroudi & Ibraheem, 2015; Galhano et al., 2012).

### **3.1.4. Componentes e funcionamento do sistema CAD-CAM**

Para poder realizar digitalmente o desenho de uma prótese (CAD) e depois fabricá-la com uma fresadora (CAM), os sistemas CAD-CAM devem ser constituídos por 3 componentes:

- (1) Um sistema para a recolha de informação sobre a cavidade oral de forma digital; Constituído por um scanner intraoral que realiza a leitura do interior da cavidade oral e os dados obtidos são processados por um software que cria uma imagem tridimensional (3D) no computador. Este sistema faz parte da fase CAD
- (2) Um programa de desenho ou software em que se pode criar a forma da peça, adaptá-la à preparação, definir a espessura e escolher o material em que a peça será fresada. Com este software é possível fabricar quase todos os tipos de próteses parciais fixas, tais como facetas, pontes, coroas unitárias, *inlays*, *onlays* e *overlays*. Este *software* também faz parte da fase CAD
- (3) Uma unidade de fresagem que será a que fará a peça com as características que foram concebidas e o material escolhido. Estas unidades podem ser encontradas no consultório dentário, num laboratório ou num centro de fresagem. A qualidade da peça dependerá do número de eixos que a fresadora tiver;

normalmente as fresadoras de laboratório e os centros de fresagem têm um maior número de eixos e, portanto, fazem peças de melhor qualidade do que as “*chairside*”.

(Correia et al., 2006; Joda, Zarone & Ferrari, 2017; Miyazaki et al., 2009; Sannino et al., 2014; Touchstone et al., 2010).

### **3.1.5. Vantagens e Limitações**

Esta tecnologia oferece muitas vantagens sobre os métodos tradicionais, tais como:

- Redução dos tempos nos procedimentos; a toma de impressões é mais rápida, podemos omitir alguns passos em relação ao método tradicional e o envio da informação para o laboratório é instantâneo.
- Redução dos erros humanos na impressão e na realização da peça.
- Melhor aquisição, processamento e armazenamento de dados, uma vez que tudo é feito digitalmente.
- As consultas são mais apelativas do ponto de vista do marketing.
- Mais conforto para o doente, ao não utilizar materiais de impressão tradicionais.
- Torna mais fácil a comunicação com o doente.
- Embora se trate de um grande investimento inicial, reduz os custos de material de impressão.
- Permite um melhor controlo de qualidade, oferecendo uma melhor adaptação das peças.
- Hoje em dia, e graças aos avanços dos sistemas e tecnológicos e digitais, oferece a possibilidade de trabalhar com um grande número de materiais diferentes.
- Permite a produzir de guias para a realização de preparações ou cirurgias

E são inúmeros os autores a referenciar nos seus trabalhos, assim temos (Alghazzawi, 2016; Ali Al Essa, 2019; Alikhasi et al., 2017; Beuer et al., 2008; Bidra, 2014; da Cunha et al., 2014; Ender et al., 2016; Fradeani et al., 2016; Koirala, 2009; Martelli et al., 2016; Renne, 2014; Seelbach et al., 2013; Simonsen, 2011; Steinmassl et al., 2017; Ting-shu & Jian, 2015; Unsal et al., 2020).

Esta técnica também tem no entanto limitações e desvantagens se não for utilizada corretamente:



- Custo inicial para adquirir os elementos necessários para começar a utilizar a técnica é muito elevado.
- No caso de se ter apenas um scanner, não é possível realizar impressões em vários gabinetes ao mesmo tempo.
- Requer uma curva de aprendizagem, requer prática para se habituar à utilização do scanner.
- Apesar da primeira publicação ter surgido em 1968, e de existirem hoje mais de 30.189, os estudos com evidência científica são em menor número que nas técnicas convencionais.
- O laboratório com que trabalhamos tem de estar atualizado na técnica e no equipamento necessário.
- Os sistemas fechados constituem um problema quando se trata de encontrar um laboratório ou um centro de fresagem.
- Por vezes os protocolos não estão bem claros definidos
- A utilização do mesmo scâner de leitura pode gerar riscos de infeção cruzada
- Alguns scanners precisam de um pó para registar bem a anatomia e têm alguma dificuldade em registar casos clínicos em que as linhas de terminação estão posicionadas muito profundamente linhas de terminação profundas.
- (Alghazzawi, 2016; Ali Al Essa Assistant Professor & Ali Al Essa, 2019; Alikhasi et al., 2017; Bidra, 2014; da Cunha et al., 2014; Ender et al., 2016; Fradeani et al., 2016; Galhano et al., 2012; Kihara et al., 2020; Koirala, 2009; Martelli et al., 2016; Renne, 2014; Seelbach et al., 2013; Simonsen, 2011; Steinmassl et al., 2017; Ting-shu & Jian, 2015; Touchstone et al., 2010; Unsal et al., 2020).

### **3.2. Tecnologia minimamente invasiva aplicada a restaurações anteriores**

Grandes avanços na colagem combinados com novas tecnologias permitem-nos realizar uma odontologia muito menos invasiva do que há alguns anos atrás quando restaurávamos os dentes anteriores (Bayazit & Karabıyık, 2019; Edelhoff et al., 2018).

Ao realizar restaurações com a técnica minimamente invasiva, reduzimos o risco de alterar o periodonto e danificar a polpa dentária com um desgaste excessivo quando por exemplo realizamos um preparo para uma coroa total (Edelhoff et al., 2018).

Uma das novas tecnologias que surgiu nos últimos anos e nos permite realizar procedimentos sem desgaste desnecessário é o sistema *Digital Smile Design*, que graças aos avanços dos scanners intraorais nos permite, juntamente com as fotografias extraorais, criar um plano de tratamento minimamente invasivo a partir do software do programa e ver o resultado final simulado (Dos Santos et al., 2019; Jafri, Ahmad, Sawai, Sultan & Bhardwaj, 2020; Stanley et al., 2018).

Os avanços nos sistemas CAD-CAM e sobretudo nos materiais também nos permitem hoje restaurar os dentes sem desgastar o esmalte ou com um desgaste muito moderado. Graças aos novos materiais, somos capazes de corrigir defeitos estéticos ou pigmentação com peças de espessura mínima, o que facilita a realização do trabalho de uma forma minimamente invasiva (Giordano, 2006; Spitznagel et al., 2018).

### **3.2.1. Tecnologia digital em facetas cerâmicas**

Na década de 1930, o Dr. Charles L. Pincus começou a usar as primeiras facetas cor de dente para restaurar os dentes anteriores (Edelhoff et al., 2018).

Devido à ausência de sistemas cerâmicos fiáveis e tecnologias adesivas avançadas, a utilização destas facetas era limitada a algumas horas. Pincus utilizou este método para alterar a aparência da dentição anterior especialmente visando os actores durante as filmagens (Bayazit & Karabıyık, 2019; Edelhoff et al., 2018).

O sucesso destas restaurações foi conseguido com a introdução da técnica de ataque ácido por M.G. Buonocore nos anos 50, o desenvolvimento de novos e mais eficazes sistemas adesivos e o estabelecimento de processos de condicionamento adequados para cerâmica de silicatos e a utilização de agentes de adesão como o silano (Bayne et al., 2019; Edelhoff et al., 2018; Söderholm, 2007).

Devido às suas propriedades de cor e ópticas, a cerâmica representa o material de escolha quando é necessário um elevado nível de estética. Estudos demonstraram que os revestimentos cerâmicos mostram padrões de desgaste semelhantes aos do esmalte, baixa aderência da placa,<sup>5</sup> e excelente estabilidade de dimensional (Scopin de Andrade, Ferreira, Borges & Adolfi, 2013; Silva, Stanley & Gardee, 2020).

Nas fases iniciais, as facetas eram principalmente produzidas utilizando tecnologia de sinterização numa folha de platina ou num molde refractário, mas as

técnicas de prensagem e os métodos de concepção assistida por computador (CAD) e de fabrico assistido por computador (CAM) rapidamente se tornaram disponíveis, e a sua procura continua a crescer (Edelhoff et al., 2018; EÖ & M, 2019).

Com os avanços tecnológicos por parte dos sistemas CAD/CAM, somos capazes de produzir restaurações muito finas com espessuras de 0,3 a 0,7 mm com a ajuda de desenho informático. Estas restaurações podem proporcionar excelentes resultados estéticos, especialmente com a utilização do fluxo de trabalho digital nos últimos anos (Bayazit & Karabıyık, 2019).

Para além de facilitar a produção das peças, as novas tecnologias permitem-nos realizar um estudo preliminar da reabilitação que vamos realizar. Através do software e de ferramentas como o DSD, podemos desenhar os preparos dos dentes e as peças protéticas antes de iniciar o tratamento. Isto permite-nos obter resultados precisos e permite que o paciente veja o resultado antes de iniciar o tratamento (Dos Santos et al., 2019; Jafri et al., 2020; Stanley et al., 2018).

### **3.3. Tecnologia minimamente invasiva aplicada a restaurações posteriores**

Quando falamos de restaurações posteriores minimamente invasivas não estamos apenas a falar de restaurações por causa de cáries, em que a técnica minimamente invasiva se baseia apenas na remoção do menor tecido possível, mas estamos também a falar da prevalência de restaurações por outras razões, tais como fractura ou desgaste em que tentamos restaurar a peça com o menor desgaste possível e a melhor aderência possível de modo a não comprometer nem a estética nem a funcionalidade ( Acevedo, Suarez-Feito, Tuero, Jané & Roig, 2013; Opdam, Frankenberger & Magne, 2016; Yu et al., 2019).

Este conceito é conhecido como Procedimento de Prótese Minimamente Invasiva (MIPP) e foi popularizada pelo Professor Mauro Fradeani. Este conceito começou a ser desenvolvido para casos de atrição dentária com redução da altura oclusal das peças, com a reconstrução destas com uma redução mínima do tecido dentário (Fradeani et al., 2012, 2016; Yu et al., 2019).

Quando se descobriu o sucesso de esta técnica a longo prazo, ela passou a ser aplicada em outros tipos de restaurações estéticas em dentes posteriores, como *endocrowns*, *inlays*, *onlays* e *overlays* (Fradeani et al., 2016).

Uma endocrown consiste numa restauração monolítica cuja ancoragem ocorre na câmara polpar. A sua principal vantagem está relacionada com o facto de não exigir a remoção da dentina radicular para a instalação do poste, além de prevenir o risco de recontaminação durante a desobturação (Tribst et al., 2018).

As preparações convencionais de coroas totais levam a um maior desgaste dos dentes, maior tempo clínico, e custos de laboratório em comparação com os dentes restaurados com endocrwon (Tribst et al., 2018).

As restaurações endocrown podem ser fresadas por tecnologia CAD/CAM, o que minimiza os procedimentos de ajustamento clínico e a incorporação de defeitos durante a preparação, além de permitir que o tratamento seja realizado numa única sessão (Fradeani et al., 2012; Tribst et al., 2018).

O grande número de diferentes materiais disponíveis que podem ser utilizados com tal tecnologia permite aos clínicos escolher o material que lhes é mais adequado. Entre estes materiais destacam o compósito de resina, a resina nanocerâmica, a cerâmica de disilicato de lítio e o silicato de lítio reforçado com zircónia (Beuer et al., 2008; Tribst et al., 2018).

Esses materiais podem também ser utilizados tanto em restaurações de menor dimensão, tais como incrustações e *onlays* de cerâmica, em que a preparação é minimamente invasiva como em *endocrOwms* e coroas feitas com tecnologia CAD-CAM (Tribst et al., 2018).

### **3.4. Preparos dentários guiados por tecnologia CAD-CAM**

O software de desenho CAD-CAM permite a integração facial e permite ao técnico de laboratório e ao clínico verificar facilmente o espaço necessário para a futura restauração durante a fase de desenho do enceramento digital (Lee et al., 2020).

A incorporação da tecnologia de impressão 3D permitiu o desenvolvimento de guias rígidos de preparação com um novo design que supera algumas limitações da variedade de silicone não digital, tais como os seus problemas de flexibilidade, e melhora a capacidade de visualização dos dentes (Lee et al., 2020; Scopin de Andrade et al., 2013; Silva et al., 2020).



**Figura 6.** A, Guide fabricated by 3D printer. B, Guide placed on cast. Fonte: (Lee et al., 2020).

Uma das grandes vantagens deste tipo de guia é que garante um talhado minimamente invasivo, no qual apenas as áreas necessárias são desgastadas para criar o espaço para a colocação da peça protética (Scopin de Andrade et al., 2013).

A tecnologia digital permitiu avanços no desenvolvimento de enceramentos de diagnóstico e tornou possível a criação de guias impressos em 3D para controlar a preparação de facetas. (Lee et al., 2020; Scopin de Andrade et al., 2013)

O primeiro sistema comercial de preparação de restaurações guiadas é o *First Fit*. Este sistema imprime em 3D as guias rígidas de preparo. O software do sistema é utilizado para desenhar um modelo digital dos preparos das facetas ou restaurações com base no enceramento digital previamente realizado. É gerada uma sequência de guias impressos em 3D para orientar com precisão os preparos dentários (Lee et al., 2020; Silva et al., 2020).

O sistema *First Fit* permite dois fluxos de trabalho diferentes: uma abordagem de um passo e uma abordagem de dois passos. Na abordagem de uma etapa, as restaurações finais são produzidas antes de realizar o preparo dentário e, como resultado, não são necessárias restaurações provisórias. Na abordagem em duas etapas, são utilizados guias de redução para auxiliar os incisais e vestibulares e a preparação interproximal e cervical é realizada à mão livre (Lee et al., 2020; Scopin de Andrade et al., 2013; Silva et al., 2020).

### 3.5. Scanner intraoral

A evolução tecnologia teve um grande aumento que começou no século passado, tal levou a uma tendência para a digitalização em todos os processos da medicina dentária e isto verificou-se também no que diz respeito à impressão de dentes ou arcadas dentárias. Graças aos avanços nos materiais e sistemas CAD CAM, somos capazes de

planear e produzir restaurações digitalmente, um conceito conhecido como "*digital workflow*" (Van Noort, 2012)

Conforme já referido atrás em especial nas últimas duas décadas houve um aumento exponencial da utilização de scanners intra-orais na área da medicina dentária. Por outro lado, cada vez mais scanners intra-orais apareceram disponíveis no mercado e o preço destes tem sido reduzido tornando-os muito mais acessíveis a maior número de médicos dentistas (Suese, 2020)

Mas não foram só os preços que os tornaram mais atrativos, os avanços tecnológicos, traduziram-se na facilitação no que diz respeito à sua utilização pois, a redução do tamanho e do peso da ponta do scanner, a velocidade de digitalização melhorada, o nível de resolução das imagens captadas foi melhorada assim como o software de imagem melhorado. Podemos assim afirmar que variados fatores contribuíram para a realidade do scanner intraoral como uma realidade clínica (Suese, 2020).

O scanner intraoral é uma peça fundamental quando se trata de digitalizar o trabalho da odontologia, já que é a ferramenta com a qual obtemos uma imagem tridimensional digital da cavidade oral do nosso paciente para realizar um estudo e começar a planear futuras restaurações (Vandenberghe, 2020).

Podemos utilizar o scanner intra-oral em quase todos os procedimentos de dentisteria que são realizados diariamente. É muito prático para obter modelos de estudo e planeamento de restaurações, uma vez que os armazenados digitalmente sem ocupar espaço e sem a necessidade de repetir toda a impressão se uma pequena área for mal registada. Graças aos sistemas CAD CAM podemos utilizá-los para fazer todos os tipos de restaurações indiretas, desde facetas cerâmicas ou em resinas compostas a todo tipo de inlays, onlays e overlays (Richert et al., 2017; Vandenberghe, 2020).

### **3.5.1. Tipos de Scanners intraorais**

Um scanner intraoral é um dispositivo que nos permite registar as superfícies topográficas da cavidade oral. Este é um componente indispensável para o processo CAD CAM, uma vez que é o primeiro dos componentes a ser utilizado neste sistema. O

seu objectivo é realizar um mapeamento tridimensional para criar um modelo digital (Goracci, Franchi, Vichi & Ferrari, 2016; Richert et al., 2017; Seelbach, Brueckel & Wöstmann, 2013).

Os scanners intraorais utilizam diferentes tipos de princípios físicos e tecnológicos para assegurar uma captura de imagem precisa de toda a topologia dos dentes ou das preparações dentárias. Os primeiros scanners intraorais basearam-se principalmente nos princípios da interferometria e da triangulação ativa e passiva das superfícies ( Ali Al Essa, 2019; Richert et al., 2017).

Nos últimos anos, outros princípios como a tomografia de coerência óptica, poligonalização activa ou microscopia confocal têm sido utilizados. Com estes avanços os scanners, além de registarem as superfícies podem registar a cor, transparência ou textura dos tecidos dentários (Richert et al., 2017).

Com estas novas características podemos utilizar os scanners intra-orais, além de registar as superfícies para realizar um exame intra-oral onde podemos detectar cáries, lesões de esmalte e outras lesões de grande importância ao realizar uma dentisteria minimamente invasiva (Castilho et al., 2016; Castro et al., 2018).

Os principais sistemas de impressão digital intraoral actualmente disponíveis no mercado são o CEREC, o sistema Lava C.O.S., iTero E4D e TRIOS. Estes sistemas diferem uns dos outros em termos de princípio de funcionamento, a fonte luminosa, a necessidade de de pulverização em pó, o processo de funcionamento e o formato do ficheiro de saída que pode ser compatível ou não com outros sistemas.

### **3.5.2. Scanners intraorais mais utilizados no mercado**

#### **3.5.2.1. CEREC®**

O primeiro sistema CAD/CAM disponível comercialmente foi o CEREC, desenvolvido por Mormann e Brandestini. Este sistema “*chairside*” permitiu aos médicos dentistas desenhar e também produzir com o sistema CAM restaurações cerâmicas dentárias em questão de horas, permitindo a sua reconstrução durante numa única visita. Desde a sua introdução no mercado em 1985, houve muitos avanços tanto no software como no hardware para alcançar novos sistemas como o CEREC 3D.

Os antigos sistemas CEREC 1 só permitiam visualizar os modelos no software em 2 dimensões, pelo que o hardware só podia produzir *inlays*, *onlays* e *overlays* (Logozzo, Zanetti, Franceschini, Kilpelä & Mäkynen, 2014; Sannino et al., 2014).

No momento, dentro da marca CEREC podemos encontrar vários scanners intraorais com propriedades distintas, o mais recente foi lançado em Fevereiro de 2019, é o CEREC Primescan AC. Em 2012 foi introduzido o CEREC AC Omnicam e o mais antigo dentro dos que ainda se encontram disponíveis é o CEREC AC Bluecam que pertence à 4ª geração de scanners CEREC e foi lançado em 2009 (Skramstad, 2019; Ting-shu & Jian, 2015).

As siglas CEREC significam "*Chairside Economic Restorations Esthetic Ceramic*" e AC é o acónimo de "*Acquisition Center*". Este centro de recolha de dados inclui o scanner intraoral para realizar a impressão digital, e um rato e um ecrã para desenhar as peças no gabinete com o software CAD (Fig.7) (Goracci et al., 2016; Skramstad, 2019).



**Figura 7.** CEREC Primescan AC (Acquisition Center) Fonte:(Dentsply Sirona, n.d.)

O scanner CEREC Primescan é o mais recente modelo da marca e utiliza uma tecnologia diferente dos seus predecessores. O inovador Sensor Smart Pixel processa mais de 1.000.000 de pontos 3D por segundo, produzindo dados fotorealistas e altamente precisos. A sua tecnologia dinâmica de scanning de profundidade permite uma nitidez perfeita e uma precisão excepcional, mesmo a uma profundidade de medição de até 20 mm. O scanner Primescan é capaz de obter cerca de 50.000 imagens por segundo conseguindo assim uma impressão digital de alta qualidade (Cam, C. A. D. (2019); Skramstad, 2019).

Existem dois modelos diferentes do Primescan, um modelo de software aberto que permite trabalhar com qualquer sistema CAM e o modelo com o software da própria marca que permite realizar os desenhos no mesmo AC, chamado Primescan AC CEREC Software (Cam, C. A. D. (2019)).





**Figura 8.** Primescan AC CEREC Software e Primescan AC com software aberto. Fonte: (Dentsply Sirona, n.d.).

O CEREC Omnicam AC foi introduzido em 2012, é um scanner de luz estruturado que utiliza um LED branco. Utiliza o princípio da triangulação óptica e microscopia confocal, funcionando através da leitura contínua de imagens, em que o modelo virtual 3D é obtido por meio de aquisição consecutiva e combinação de múltiplas imagens, formando assim uma imagem tridimensional. O CEREC Omnicam permite-lhe determinar a cor dos dentes digitalizados no software CEREC de acordo com o seu estudo, é rápido, não requer pó e oferece informações de cores verdadeiras/naturais, sendo vantagens comparando com o scanner Bluecam (Cam, C. A. D. (2019); Skramstad, 2019).



**Figura 9.** CEREC Omnicam Scanner digital. Fonte: (Dentsply Sirona, n.d.)

Finalmente, o scanner Bluecam CEREC utiliza o princípio da triangulação activa por meio de uma luz LED azul. Capta imagens individuais e junta-as para formar um modelo tridimensional. Ao utilizar uma luz azul, tem uma precisão inferior para

capturar as diferentes cores. Precisa da aplicação prévia de pó para fazer uma captura de imagem mais precisa (Goracci et al., 2016; Skramstad, 2019).



**Figura 10.** CEREC Bluecam Scanner digital.  
Fonte: (Dentsply Sirona, n.d.)

### 3.5.2.2. True Definition

O scanner intraoral True Definition é baseado no scanner LAVA C.O.S, que também pertence à marca 3M. A LAVA C.O.S foi lançada em 2008 pela marca e 4 anos mais tarde, em 2012 lançaram o scanner True Definition que permite uma digitalização mais rápida e mais eficiente do que o seu antecessor (Galindo, 2016; Vecsei et al., 2017).

O scanner possui uma avançada tecnologia de digitalização, “*active wavefront sampling*” baseada num sistema de captura de imagens monocromáticas que são reunidas para formar um modelo tridimensional em tempo real das superfícies no monitor. Esta tecnologia que permite alcançar uma velocidade de captura em vídeo de cerca de 20 imagens por segundo (Galindo, 2016; Vecsei et al., 2017).

Este sistema capta imagens das superfícies orais quando cobertas por um pó de TiO<sub>2</sub> sensível à luz. Assim, com este scanner o pó deve ser distribuído uniformemente sobre a superfície para uma digitalização eficaz ( Ender, Attin & Mehl, 2016; Goracci et al., 2016).

A profundidade de trabalho da câmara do scanner estende-se de 0 mm a 17 mm. A unidade Scanner True Definition consiste num carrinho móvel, contendo um computador, um monitor de 21,5 polegadas com ecrã táctil, e a camara para a digitalização (Stanley et al., 2018).



**Figura 11.** 3M True Definition Whole Set. Fonte: (Midmark Mobile True Definition™, 2020).



**Figura 12.** 3M True Definition Scanner. Fonte: (Midmark Mobile True Definition™, 2020).

A 3M True Definition é um sistema semi-aberto, uma vez que opera através de uma plataforma de armazenamento digital proprietária chamada 3M™ Connection Center. Os dados obtidos por este scanner são enviados diretamente para esta plataforma e podem depois ser convertidos num ficheiro STL que permite a qualquer tipo de software CAD aproveitar os dados; mas para conseguir converter o arquivo é necessária uma subscrição mensal (Stanley et al., 2018).

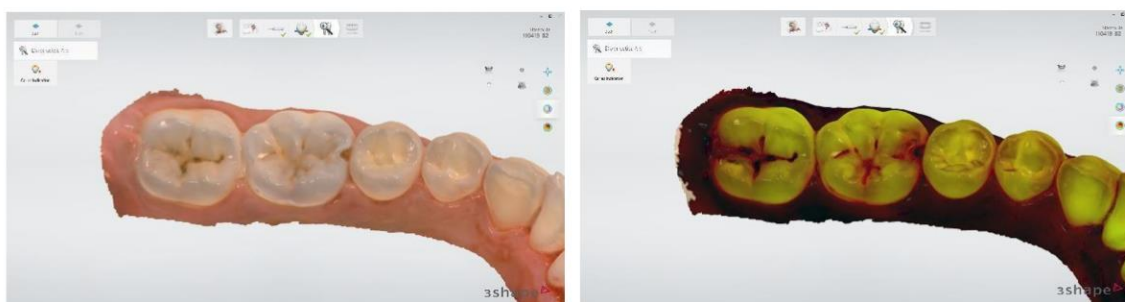
### 3.5.2.3. TRIOS

A marca 3Shape lançou o seu primeiro scanner no mercado em 2011, e como o True Definition produzia imagens monocromáticas. Este scanner não necessitava da aplicação prévia de pó para realizar a impressão (Logozzo et al., 2014; Mangano, Gandolfi, Luongo & Logozzo, 2017; Ting-shu & Jian, 2015).

Mais tarde, em 2015, TRIOS lançou um novo scanner chamado TRIOS 3. Podemos encontrar 4 modelos diferentes deste scanner; inicialmente foram lançados uma versão de carrinho com ecrã táctil, uma versão incorporada na unidade de

tratamento e uma versão USB compatível com qualquer computador que permite um transporte mais fácil do scanner (Mangano et al., 2017).

Mais recentemente, em 2017 foi lançada uma versão wireless do TRIOS3 que é conectada via WiFi com o computador sem necessidade de cabos. Em Março de 2019 foi lançado o TRIOS4 que tem algumas melhorias em relação ao TRIOS3, incluindo uma maior duração da bateria, um sistema de fluorescência que permite a detecção precoce de cáries incipientes, e um software de sistema aberto que nos permite trabalhar com qualquer sistema CAM (Mangano et al., 2017).



**Figura 13.** Tecnologia fluorescente do scanner TRIOS 4. Fonte: (3Shape TRIOS®, 2020)

Os scanners intraorais da 3Shape atualmente disponíveis no mercado; (TRIOS 3 Basic, TRIOS 3, TRIOS 4) funcionam através dos princípios da microscopia confocal e do seccionamento ótico ultrarrápido, não necessitam da utilização de pó e produzem imagens em cor de alta qualidade (Mangano et al., 2017).



**Figura 14.** Scanners intraorais TRIOS: TRIOS 3 BASIC, TRIOS 3, e TRIOS 4. Fonte:(3Shape TRIOS®, 2020)

Todos os scanners TRIOS são utilizados da mesma forma que todos os outros scanners no mercado. Tem a capacidade de capturar imagens a uma distância de 2 a 3cm das superfícies que está a digitalizar sem afetar a captura nem o foco da imagem (Stanley et al., 2018).

Os scanners TRIOS estão atualmente disponíveis em dois formatos; o formato POD que, no caso do TRIOS4 e TRIOS3 pode ser com ou sem fios, e o formato MOVE+. O formato POD é mais simples e fácil de transportar, tanto a versão com cabo como a versão WiFi. É compatível com qualquer computador ou tablet. O formato MOVE+ consiste num braço ajustável com um monitor *touchscreen* de alta definição no final. É mais difícil de transportar, mas é mais ergonómico para o utilizador e facilita a comunicação com o paciente através do ecrã (Mangano et al., 2017; Stanley et al., 2018).

#### 3.5.2.4. CS Intraoral Scanner CareStream

O primeiro scanner de entrada lançado pela CareStream foi o CS 3500 em 2014. Este scanner utilizou o princípio da triangulação ativa para obter imagens individuais de cada área e sobrepô-las para formar um modelo tridimensional (Mangano et al., 2017).

Em 2016, graças ao feedback que receberam, lançaram um novo scanner chamado CS 3600. Este scanner funciona segundo um princípio diferente da sua versão anterior, utiliza um vídeo 3D de velocidade ativa que permite adquirir imagens mais rapidamente graças ao Intelligent Matching System™ que constrói um mapa de pontos 3D sem interrupções. Este novo scanner resolve o principal problema do primeiro scanner da marca, que era a velocidade de aquisição de imagem. É um scanner rápido com luz LED e oferece imagens 3D a cores de alta qualidade (Logozzo et al., 2014; Mangano et al., 2017).



**Figura 15.** CS 3600 scanner intraoral. Fonte: (Carestream Dental LLC, 2020)

O CS 3700 é o mais recente scanner CareStream e é a evolução do CS 3600. Não existem tantas diferenças entre estes dois scanners como na primeira geração. Está disponível no mercado desde 2019, e é essencialmente o mesmo scanner que o modelo

anterior, com algumas alterações de design e software que permitem uma digitalização mais rápida graças ao novo modo de velocidade turbo (Rotar et al., 2019).



**Figura 16.** CS 3700 scanner intraoral. Fonte: (Carestream Dental LLC, 2020)

Estes dois scanners utilizam um cabo USB ligado ao computador. Oferecem diferentes tipos de pontas para um melhor acesso a todas as áreas da cavidade oral. É um sistema aberto, capaz de produzir imagens em diferentes formatos. Um formato próprio da marca com a informação de cor 3D para fazer o desenho das peças no seu próprio software, e também pode produzir a informação num formato aberto (.PLY) que mantém as cores na imagem e outro (.STL) que não mantém a cor no ficheiro. Isto permite-lhe trabalhar com qualquer software CAD e produzir as peças através de qualquer unidade CAM de sistema aberto (Rotar et al., 2019).

### **3.6. Digital Smile Design (DSD)**

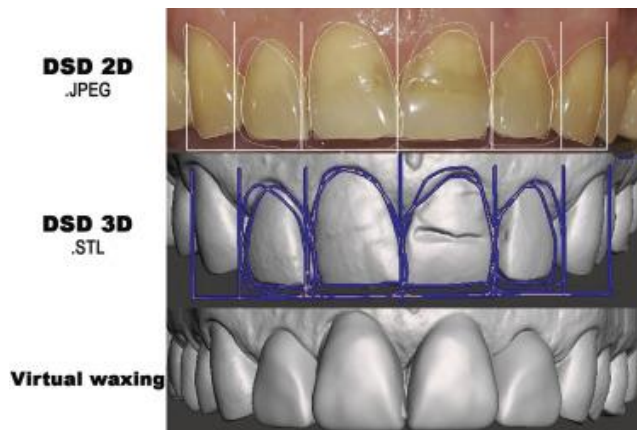
O desenvolvimento do conceito do DSD começou em 2007 e tem evoluído significativamente ao longo dos anos. Digital Smile Design é uma ferramenta de planeamento de tratamento dentário conceptual polivalente utilizada em dentisteria estética interdisciplinar para melhorar a percepção diagnóstica, melhorar a comunicação do paciente e melhorar a previsibilidade ao longo do tratamento (Zanardi et al., 2016).

O fluxo de trabalho do DSD começa com vídeos específicos do paciente que permitirão o desenvolvimento de uma "Facially Guided Smile Frame" que sugerirá a posição 3D ideal do maxilar superior ideal (dentes e gengiva) com base nos lábios e rosto em movimento ( Coachman, Yoshinaga, Calamita & Sesma, n.d.).

Uma vez feito o modelo 3D ideal, será feito um enceramento digital do modelo do paciente para se obter o modelo ideal. Uma vez feito o enceramento 3D, as peças de cerâmica para os dentes anteriores serão criadas digitalmente utilizando o sistema CAD-

CAM para que o trabalho seja completamente digital até ao momento da cimentação das peças (Zanardi et al., 2016).

Também pode ser utilizado em conjunto com outro software para realizar tratamentos adicionais, tais como ortodontia invisível ou escultura guiada ou cirurgia de implantes (Jafri et al., 2020).



**Figura 17.** Desenho sorriso gigital através do software DSD. Fonte: (The Journal of Prosthetic Dentistry, 2019

O objectivo final é, portanto, restaurar os dentes necessários para harmonizar o sorriso ou recuperar a função de uma forma completamente digital, com um tratamento mais visível e de tal forma que o paciente saiba qual será o resultado final do conjunto de tratamentos (Coachman et al., n.d.; Jafri et al., 2020).

### **III. Conclusão**

A medicina dentária minimamente invasiva é um conceito cada vez mais utilizado pelos dentistas. Este conceito tem ganhado popularidade e está a ser aplicado a cada vez mais áreas da medicina dentária.

Com os avanços da tecnologia e dos materiais, este conceito tornou-se cada vez mais popular ao longo dos últimos anos. Graças às provas científicas e os estudos dos novos materiais de para a adesão, sabemos que já não precisamos fazer grandes preparos para obter retenção mecânica e que é suficiente desgastar apenas as partes cariadas ou fraturadas para conseguir restaurar uma cavidade.

A tecnologia digital pode ser aplicada a quase todas as fases da medicina dentária minimamente invasiva.

Temos tecnologias que nos ajudam a detectar as cáries mais cedo, tais como as radiografias digitais que nos permitem visualizar estruturas com mais detalhe ou as novas técnicas de transiluminação digital (DIFOTI).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias nos últimos anos, especialmente as técnicas CAD-CAM, somos capazes de planear e realizar muitas restaurações completamente digitais, desde as impressões até ao fabrico da peça.

A tecnologia CAD-CAM tem muitas vantagens em relação às técnicas convencionais; a primeira etapa, os sistemas de impressão digital. Foi possível evidenciar que, a técnica de impressões digitais, exhibe vantagens marcantes, comparando com os métodos convencionais disponíveis. Pois a utilização dos sistemas de impressão digital torna o procedimento mais eficiente, não só nível de tempo despendido, reduzindo consideravelmente o tempo total de consulta e também de laboratório. Esta técnica caracteriza-se como sendo uma técnica mais confortável, satisfatória, e que se revela ser a eleita, tanto por parte dos doentes, como pelos operadores.

O DSD é outra das tecnologias digitais associadas ao CAD-CAM, que nos permite desenhar digitalmente um novo sorriso para o paciente tendo em conta as radiografias, fotografias extraorais e intra-orais. Isto permite-nos mostrar ao paciente como o seu sorriso será restaurado e é um grande atractivo para as clínicas dentárias.



Existem, porém aspetos negativos, como por exemplo, o grande investimento que se traduz na aquisição de um sistema assim como a curva de aprendizagem associada a utilização destes aparelhos e a necessidade constante de atualizações .

É válido afirmar, que na minha opinião, estes sistemas podem ser alternativos viáveis às opções convencionais disponíveis, que oferece vantagens não só para o médico dentista, como para o doente.

#### IV. Bibliografia

- Acevedo, R. A., María Suarez-Feito, J., Tuero, C. S., Jané, L., & Roig, M. (2013). The use of indirect composite veneers to rehabilitate patients with dental erosion: a case report. In *THE EUROPEAN JOURNAL OF ESTHETIC DENTISTRY* (Vol. 8).
- Ahlholm, P., Sipilä, K., Vallittu, P., Jakonen, M., & Kotiranta, U. (2018). Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. In *Journal of Prosthodontics* (Vol. 27, Issue 1, pp. 35–41). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/jopr.12527>
- Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. In *Journal of Prosthodontic Research* (Vol. 60, Issue 2, pp. 72–84). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>
- Ali Al Essa Assistant Professor, H., & Ali Al Essa, H. (2019). CAD/CAM in prosthodontics: A gate to the future. ~ 394 ~ *International Journal of Applied Dental Sciences*, 5(3), 394–397. [www.oraljournal.com](http://www.oraljournal.com)
- Alikhasi, M., Alsharbaty, M. H. M., & Moharrami, M. (2017). Digital implant impression technique accuracy: A systematic review. *Implant Dentistry*, 26(6), 929–935. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000683>
- Alizadehgharib, S., Östberg, A. K., Dahlstrand Rudin, A., Dahlgren, U., & Christenson, K. (2020). The effects of the dental methacrylates TEGDMA, Bis-GMA, and UDMA on neutrophils in vitro. *Clinical and Experimental Dental Research*, 6(4). <https://doi.org/10.1002/cre2.296>
- Allen, K. L., Schenkel, A. B., & Estafan, D. (2004). An overview of the CEREC 3D CAD/CAM system. *General Dentistry*, 52(3), 234–235.
- Ástvaldsdóttir, Á., Åhlund, K., Holbrook, W. P., De Verdier, B., & Tranæus, S. (2012). Approximal caries detection by DIFOTI: In vitro comparison of diagnostic accuracy/efficacy with film and digital radiography. *International Journal of Dentistry*. <https://doi.org/10.1155/2012/326401>
- Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *Journal of International Oral Health : JIOH*, 7(4), 96–104.
- Bayazit, E. Ö., & Karabıyık, M. (2019). Chairside restorations of maxillary anterior teeth with CAD/CAM porcelain laminate veneers produced by digital workflow: A

- case report with a step to facilitate restoration design. *Case Reports in Dentistry*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6731905>
- Bayne, S. C., Ferracane, J. L., Marshall, G. W., Marshall, S. J., & van Noort, R. (2019). The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. *Journal of Dental Research*, 98(3), 257–265. <https://doi.org/10.1177/0022034518822808>
- Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *British Dental Journal*, 204(9), 505–511. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.350>
- Bidra, A. S. (2014). The 2-visit CAD-CAM implant-retained overdenture: A clinical report. *Journal of Oral Implantology*, 40(6), 722–728. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-12-00237>
- Blatz, M. B., & Conejo, J. (2019). The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 63, Issue 2, pp. 175–197). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.11.002>
- Burke, F. J. T. (2003). From Extension for Prevention to Prevention of Extension: (Minimal Intervention Dentistry). *Dental Update*, 30(9), 492–502. <https://doi.org/10.12968/denu.2003.30.9.492>
- Cam, C. A. D. (2019). *Enjoy the scan . Striking in every detail : The new Acquisition Center Usability*. (n.d.). Retrieved July 3, 2021, from <https://lp.dentsplysirona.com/en-ca/primescan.html>
- Castilho, L. S., Cotta, F. V. M. D., Bueno, A. C., Moreira, A. N., Ferreira, E. F., & Magalhães, C. S. (2016). Validation of DIAGNOdent laser fluorescence and the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) in diagnosis of occlusal caries in permanent teeth: An in vivo study. *European Journal of Oral Sciences*, 124(2), 188–194. <https://doi.org/10.1111/eos.12257>
- Castro, A. L. S., Vianna, M. I. P., & Mendes, C. M. C. (2018). Comparison of caries lesion detection methods in epidemiological surveys: CAST, ICDAS and DMF. *BMC Oral Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0583-6>
- Christensen Dds, G. J. (2005). *The advantages of minimally invasive dentistry*. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0088>
- Coachman, C., Yoshinaga, L., Calamita, M., & Sesma, N. (n.d.). *THE DIGITAL SMILE DESIGN CONCEPT Documenting, Designing, and Communicating in Interdisciplinary Dentistry*.

- Correia, M., Carlos, J., Sampaio Fernandes, A., André, J., Cardoso, P., Fernando, C., Leal, C., & Silva, D. A. (2006). CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 35(2), 183–189. [www.hintel.com](http://www.hintel.com)
- da Cunha, L. F., Pedroche, L. O., Gonzaga, C. C., & Furuse, A. Y. (2014). Esthetic, occlusal, and periodontal rehabilitation of anterior teeth with minimum thickness porcelain laminate veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(6), 1315–1318. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.05.028>
- Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The Use of CAD/CAM in Dentistry. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 55, Issue 3, pp. 559–570). Dent Clin North Am. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.011>
- Dos Santos, M. M. T. C., Relvas, A., Vieira, B., Ventura, R., Segundo, Â. R., & Saraiva, S. (2019). DSD and CAD/CAM integration in the planning and execution of an oral rehabilitation procedure. *Clinical and Laboratorial Research in Dentistry*. <https://doi.org/10.11606/issn.2357-8041.clrd.2019.151911>
- Edelhoff, D., Prandtner, O., Pour, R. S., Liebermann, A., Stimmelmayer, M., & Güth, J. F. (2018). Anterior restorations: The performance of ceramic veneers. *Quintessence International*, 49(2), 89–101. <https://doi.org/10.3290/J.QI.A39509>
- Ender, A., Attin, T., & Mehl, A. (2016). In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(3), 313–320. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.011>
- EÖ, B., & M, K. (2019). Chairside Restorations of Maxillary Anterior Teeth with CAD/CAM Porcelain Laminate Veneers Produced by Digital Workflow: A Case Report with a Step to Facilitate Restoration Design. *Case Reports in Dentistry*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/6731905>
- Fasbinder, D. J. (2010). The CEREC system: 25 years of Chairside CAD/CAM Dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 141, 3S-4S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0354>
- FDI World Dental Federation. (2017). FDI policy statement on Minimal Intervention Dentistry (MID) for managing dental caries: Adopted by the General Assembly: September 2016, Poznan, Poland. *International Dental Journal*, 67(1), 6–7. <https://doi.org/10.1111/idj.12308>
- Fradeani, M., Barducci, G., & Bacherini, L. (2016). Esthetic rehabilitation of a worn dentition with a minimally invasive prosthetic procedure (MIPP). *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 11(1), 16–35.

- Fradeani, M., Barducci, G., Bacherini, L., & Brennan, M. (2012). Esthetic rehabilitation of a severely worn dentition with minimally invasive prosthetic procedures (MIPP). *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 32(2), 135–147.
- Fu, L., Engqvist, H., Materials, W. X., & 2020, undefined. (n.d.). Glass–ceramics in dentistry: A review. *Mdpi.Com*. <https://doi.org/10.3390/ma13051049>
- Fung, L., & Brisebois, P. (2020). Implementing Digital Dentistry into Your Esthetic Dental Practice. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 64, Issue 4, pp. 645–657). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.07.003>
- Fuster-Torres, M. A., Albalat-Estela, S., Alcañiz-Raya, M., & Peñarrocha-Diago, M. (2009). CAD / CAM dental systems in implant dentistry: update. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 14(3), E141-5.
- Galhano, G. A. P., Pellizzer, E. P., & Mazaro, J. V. Q. (2012). Optical impression systems for CAD-CAM restorations. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(6). <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e31826b8043>
- Galindo, R. (2016). *Capacity of the 3M True Definition Scanner to make repeatable impressions depending on placement of margins in relation to gingival height*. <https://www.proquest.com/openview/4a4d13ed456291673fa8d9f4a2374048/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>
- Giordano, R. (2006). Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. In *Journal of the American Dental Association* (Vol. 137, Issue 9 SUPPL., pp. 14S-21S). American Dental Association. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0397>
- Goracci, C., Franchi, L., Vichi, A., & Ferrari, M. (2016). Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: A systematic review of the clinical evidence. In *European Journal of Orthodontics* (Vol. 38, Issue 4, pp. 422–428). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv077>
- HANSEN, E. K., & ASMUSSEN, E. (1985). Comparative study of dentin adhesives. *European Journal of Oral Sciences*, 93(3), 280–287. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1985.tb01958.x>
- Harsono, M., Simon, J. F., Stein, J. M., & Kugel, G. (2013). *Evolution of Chairside CAD/CAM Dentistry*. <https://www.ritodental.com/mobile/news/new-dental-technology/evolution-of-chairside-cad-cam-dentistry-161.html>
- Jafri, Z., Ahmad, N., Sawai, M., Sultan, N., & Bhardwaj, A. (2020). Digital Smile

- Design-An innovative tool in aesthetic dentistry. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 10(2), 194–198. <https://doi.org/10.1016/J.JOBCR.2020.04.010>
- Joda, T., Zarone, F., & Ferrari, M. (2017). The complete digital workflow in fixed prosthodontics: A systematic review. *BMC Oral Health*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0>
- Karlsson, L. (2010). Caries Detection Methods Based on Changes in Optical Properties between Healthy and Carious Tissue. *International Journal of Dentistry*, 2010, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2010/270729>
- Kelly, J. R., Nishimura, I., & Campbell, S. D. (1996). Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 75(1), 18–32. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(96\)90413-8](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(96)90413-8)
- Kihara, H., Hatakeyama, W., Komine, F., Takafuji, K., Takahashi, T., Yokota, J., Oriso, K., & Kondo, H. (2020). Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. In *Journal of Prosthodontic Research* (Vol. 64, Issue 2, pp. 109–113). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.010>
- Kohorst, P., Junghanns, J., Dittmer, M. P., Borchers, L., & Stiesch, M. (2011). Different CAD/CAM-processing routes for zirconia restorations: Influence on fitting accuracy. *Clinical Oral Investigations*, 15(4), 527–536. <https://doi.org/10.1007/s00784-010-0415-9>
- Koirala, S. (2009). Minimally invasive cosmetic dentistry-concept and treatment protocol. *Cos Dent*, 4, 28–33.
- Kowalska, A., Sokolowski, J., & Bociong, K. (2021). The photoinitiators used in resin based dental composite—a review and future perspectives. In *Polymers* (Vol. 13, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/polym13030470>
- Laitala, M. L., Piipari, L., Sämpi, N., Korhonen, M., Pesonen, P., Joensuu, T., & Anttonen, V. (2017). Validity of Digital Imaging of Fiber-Optic Transillumination in Caries Detection on Proximal Tooth Surfaces. *International Journal of Dentistry*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8289636>
- Ledur Vaucher, A. T. (2020). EMPREGO DE APARELHOS DE RAIOS-X PORTÁTEIS NA ODONTOLOGIA. *Revista Odontológica Do Hospital de Aeronáutica de Canoas*, 1(002). <https://doi.org/10.47095/issn.2675-3995.rohaco.ed01-2020.art05>
- Lee, H., Fehmer, V., Kwon, K. R., Burkhardt, F., Pae, A., & Sailer, I. (2020). Virtual

- diagnostics and guided tooth preparation for the minimally invasive rehabilitation of a patient with extensive tooth wear: A validation of a digital workflow. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(1). <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.11.023>
- Liu, P.-R. (2005). Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 26, 507–508, 510, 512 passim; quiz 517, 527.
- Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A., & Mäkyänen, A. (2014). Recent advances in dental optics - Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54, 203–221. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2013.07.017>
- Lussi, A., Hibst, R., & Paulus, R. (2016). DIAGNOdent: An Optical Method for Caries Detection: <Http://Dx.Doi.Org/10.1177/154405910408301s16>, 83(SPEC. ISS. C). <https://doi.org/10.1177/154405910408301S16>
- Luthardt, R. G., Holzhüter, M., Sandkuhl, O., Herold, V., Schnapp, J. D., Kuhlisch, E., & Walter, M. (2002). Reliability and properties of ground Y-TZP-zirconia ceramics. *Journal of Dental Research*, 81(7), 487–491. <https://doi.org/10.1177/154405910208100711>
- Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., & Sadoun, M. J. (2016). From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *Journal of Dental Research*, 95(5), 487–495. <https://doi.org/10.1177/0022034516634286>
- Mandri, M., Aguirre G, A., & Zamudio, M. (2015). Adhesive Systems in Restorative Dentistry. *Odontoestomatología*, 17(26).
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/S12903-017-0442-X>
- Martelli, N., Serrano, C., Van Den Brink, H., Pineau, J., Prognon, P., Borget, I., & El Batti, S. (2016). Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. *Surgery (United States)*, 159(6), 1485–1500. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2015.12.017>
- Martins, A. V., Albuquerque, R. C., Santos, T. R., Silveira, L. M., Silveira, R. R., Silva, G. C., & Silva, N. R. F. A. (2017). Esthetic planning with a digital tool: A clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(6), 698–702. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.02.016>

- Meirowitz, A., Bitterman, Y., Levy, S., Mijiritsky, E., & Dolev, E. (2019). An in vitro evaluation of marginal fit zirconia crowns fabricated by a CAD-CAM dental laboratory and a milling center. *BMC Oral Health*, *19*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0810-9>
- Michelinakis, G., Apostolakis, D., Kamposiora, P., Papavasiliou, G., & Özcan, M. (2021). The direct digital workflow in fixed implant prosthodontics: a narrative review. In *BMC Oral Health* (Vol. 21, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01398-2>
- Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali Di Stomatologia*, *8*(1). <https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.001>
- 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. In *Dental Materials Journal* (Vol. 28, Issue 1).
- Mörmann, W. H. (2006). The evolution of the CEREC system. In *Journal of the American Dental Association* (Vol. 137, Issue 9 SUPPL.). J Am Dent Assoc. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0398>
- Moutselos, K., Berdouses, E., Oulis, C., & Maglogiannis, I. (2019). Recognizing Occlusal Caries in Dental Intraoral Images Using Deep Learning. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 1617–1620. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856553>
- Murdoch-Kinch, C. A., & McLean, M. E. (2003). Minimally invasive dentistry. *Journal of the American Dental Association*, *134*(1), 87–95. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0021>
- Neto, B. J. G. (2012). *Reabilitação protética unitária com utilização do sistema CAD-CAM CEREC: versão Chairside* [Universidade Católica Portuguesa]. <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/15865>
- Opdam, N. J. M., Frankenberger, R., & Magne, P. (2016). From “direct versus indirect” toward an integrated restorative concept in the posterior dentition. *Operative Dentistry*, *41*(S7), S27–S34. <https://doi.org/10.2341/15-126-LIT>
- Parks, E. T., & Williamson, G. F. (2002). Digital radiography: An overview. *Journal of Contemporary Dental Practice*, *3*(4), 24–36. <https://doi.org/10.5005/JCDP-3-4-23>
- Perdigão, J., Araujo, E., Ramos, R. Q., Gomes, G., & Pizzolotto, L. (2021). Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. In *Journal of Esthetic and*



- Restorative Dentistry* (Vol. 33, Issue 1, pp. 51–68). Blackwell Publishing Ltd.  
<https://doi.org/10.1111/jerd.12692>
- PRESOTO, C. D., TREVISAN, T. C., ANDRADE, M. C. de, DANTAS, A. A.-R., CAMPOS, J. A. D. B., & OLIVEIRA-JUNIOR, O. B. de. (2017). Clinical effectiveness of fluorescence, digital images and ICDAS for detecting occlusal caries. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 46(2). <https://doi.org/10.1590/1807-2577.12416>
- Pretty, I. A. (2006). Caries detection and diagnosis: Novel technologies. *Journal of Dentistry*, 34(10), 727–739. <https://doi.org/10.1016/J.JDENT.2006.06.001>
- Priyanka, G., Sujesh, M., Kumar, R., Rao, C., & Srujana, Z. (2020). Digital impressions in prosthodontics – past, present and future trends. *IP Annals of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 6(2), 66–70. <https://doi.org/10.18231/j.aprd.2020.016>
- Reeh, E. S., Messer, H. H., & Douglas, W. H. (1989). Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of Endodontics*, 15(11), 512–516. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80191-8](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80191-8)
- Rekow, E. D. (2020). Digital dentistry: The new state of the art — Is it disruptive or destructive? *Dental Materials*, 36(1), 9–24. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.08.103>
- Renne, W. G. (2014). Chairside CAD/CAM Technology: A Positive “Disruption” in Dentistry . *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 35(2). <https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2014/02/chairside-cad-cam-technology-a-positive-disruption-in-dentistry>
- Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., Farges, J. C., Fages, M., & Ducret, M. (2017). Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. In *Journal of Healthcare Engineering* (Vol. 2017). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2017/8427595>
- Roeters, F. J. M., Opdam, N. J. M., & Loomans, B. A. C. (2004). The amalgam-free dental school. *Journal of Dentistry*, 32(5), 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2004.02.008>
- Rotar, R. N., Jivanescu, A., Ille, C., Podariu, A. C., Jumanca, D. E., Matichescu, A. M., Balean, O., & Rusu, L. C. (2019). Trueness and Precision of Two Intraoral Scanners: A Comparative in Vitro Study. *Scanning*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1289570>
- Samiuddin Ahmed, M., Chaturya, K., Vinay Chandra Tiwari, R., Virk, I., kumar gulia,

- S., Rajkumar Pandey, P., Tiwari, H., student, P., & Sai, S. (2020). Digital Dentistry-New Era in Dentistry. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 8(3), 67–70. <https://doi.org/10.21276/jamdsr>
- Sannino, G., Germano, F., Arcuri, L., Bigelli, E., Arcuri, C., & Barlattani, A. (2014). CEREC CAD/CAM chairside system. *ORAL and Implantology*, 7(3), 57–70. <https://doi.org/10.11138/orl/2014.7.3.057>
- Santos, G. C. J., Santos, M. J. M. C. J., Rizkalla, A. S., Madani, D. A., & El-Mowafy, O. (2013). Overview of CEREC CAD/CAM chairside system. *General Dentistry*, 61(1), 36–40; quiz 41.
- Schepke, U., Meijer, H. J. A., Kerdijk, W., & Cune, M. S. (2015). Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(3), 403-406.e1. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.04.003>
- Scopin de Andrade, O., Alves Ferreira, L., Antonio Borges, G., Professor, A., & Adolphi, D. (2013). Ultimate Ceramic Veneers: A Laboratory-Guided Preparation Technique for Minimally Invasive Restorations. *THE AMERICAN JOURNAL OF ESTHETIC DENTISTRY Am J Esthet Dent*, 3, 8–22. <https://doi.org/10.11607/ajed.0054>
- Seelbach, P., Brueckel, C., & Wöstmann, B. (2013). Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clinical Oral Investigations*, 17(7), 1759–1764. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0864-4>
- Sharma, S., Hegde, M. N., & Sadananda, V. (2018). Clinical and radiographic comparison of conventional and minimal invasive method of cavity preparation in mandibular molars. *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 9(6). <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.00544.2>
- Silva, B. P. da, Stanley, K., & Gardee, J. (2020). Laminate veneers: Preplanning and treatment using digital guided tooth preparation. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 32(2), 150–160. <https://doi.org/10.1111/jerd.12571>
- Simonsen, R. J. (2011). From prevention to therapy: minimal intervention with sealants and resin restorative materials. *Journal of Dentistry*, 39 Suppl 2, S27-33. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.11.001>
- Skramstad, M. J. (2019). Welcome to Cerec Primescan AC. *International Journal of Computerized Dentistry*, 22(1), 69–78.
- Sneha, S. M., & Abhilasha, S. B. (2010). Cad/Cam In Dental Restorations: An

- Overview. *ANNALS AND ESSENCES OF DENTISTRY*, 2(3), 123–128.  
<https://doi.org/10.5368/aedj.2010.2.3.123-128.pdf>
- Söderholm, K.-J. M. (2007). Dental adhesives .... how it all started and later evolved. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 9 Suppl 2, 227–230.  
<https://doi.org/10.3290/j.jad.a12209>
- Spezzia, S. (2019). O EMPREGO DAS RADIOGRAFIAS DIGITAIS EM ODONTOLOGIA. *Revista Fluminense de Odontologia*.  
<https://doi.org/10.22409/ijosd.v2i50.36405>
- Spitznagel, F., ... J. B.-J. of dental, & 2018, undefined. (2018). CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *Journals.Sagepub.Com*, 97(10), 1082–1091.  
<https://doi.org/10.1177/0022034518779759>
- Stanley, M., Paz, A. G., Miguel, I., & Coachman, C. (2018a). Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: Case report. *BMC Oral Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0597-0>
- Stanley, M., Paz, A. G., Miguel, I., & Coachman, C. (2018b). Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: Case report. *BMC Oral Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0597-0>
- Steinmassl, P.-A., Klaunzer, F., Steinmassl, O., Dumfahrt, / Herbert, & Grunert, I. (2017). Evaluation of Currently Available CAD/CAM Denture Systems. *The International Journal of Prosthodontics*. <https://doi.org/10.11607/ijp.5031>
- Suese, K. (2020). Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. In *Dental Materials Journal* (Vol. 39, Issue 1). <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-224>
- Ting-shu, S., & Jian, S. (2015). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*, 24(4), 313–321. <https://doi.org/10.1111/jopr.12218>
- Tomar, D., Singh, S., Zaidi, I., & Nishad, M. (2016). Evaluation of different Diagnostic Modalities for Diagnosis of Dental Caries: An in vivo Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(4), 320–325. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10005-1385>
- Touchstone, A., Nieting, T., & Ulmer, N. (2010). Digital Transition: The Collaboration Between Dentists and Laboratory Technicians on CAD/CAM Restorations. *Journal of the American Dental Association*, 141, 15S-19S.  
<https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0353>
- Tribst, J. P. M., Dal Piva, A. M. de O., Madruga, C. F. L., Valera, M. C., Borges, A. L. S., Bresciani, E., & de Melo, R. M. (2018). Endocrown restorations: Influence of

- dental remnant and restorative material on stress distribution. *Dental Materials*, 34(10), 1466–1473. <https://doi.org/10.1016/J.DENTAL.2018.06.012>
- Tumenas, I., Pascottos, R., Saade, J. L., & Bassani, M. (2014). *Odontologia Minimamente Invasiva*. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent. [http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0004-52762014000400002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S0004-52762014000400002&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Tyas, M. J., Anusavice, K. J., Frencken, J. E., & Mount, G. J. (2000). Minimal intervention dentistry - A review: FDI Commission Project 1-97. *International Dental Journal*, 50(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2000.tb00540.x>
- Unsal, G.-S., Turkyilmaz, I., & Lakhia, S. (2020). Advantages and limitations of implant surgery with CAD/CAM surgical guides: A literature review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 12(4), e409–e417. <https://doi.org/10.4317/jced.55871>
- Van Noort, R. (2012). The future of dental devices is digital. In *Dental Materials* (Vol. 28, Issue 1, pp. 3–12). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.10.014>
- Vandenberghe, B. (2020). The crucial role of imaging in digital dentistry. In *Dental Materials* (Vol. 36, Issue 5, pp. 581–591). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.03.001>
- Vecsei, B., Joós-Kovács, G., Borbély, J., & Hermann, P. (2017). Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems – An in vitro study. *Journal of Prosthodontic Research*, 61(2), 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2016.07.001>
- Yu, H., Zhao, Y., Li, J., Luo, T., Gao, J., Liu, H., Liu, W., Liu, F., Zhao, K., Liu, F., Ma, C., Setz, J. M., Liang, S., Fan, L., Gao, S., Zhu, Z., Shen, J., Wang, J., Zhu, Z., & Zhou, X. (2019). Minimal invasive microscopic tooth preparation in esthetic restoration: a specialist consensus. *International Journal of Oral Science*, 11(3). <https://doi.org/10.1038/s41368-019-0057-y>
- Zaidi, I., Somani, R., Jaidka, S., Nishad, M., Singh, S., & Tomar, D. (2016). Evaluation of different Diagnostic Modalities for Diagnosis of Dental Caries: An in vivo Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(4), 320. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10005-1385>
- Zanardi, P. R., Laia Rocha Zanardi, R., Chaib Stegun, R., Sesma, N., Costa, B., & Cruz Laganá, D. (2016). The Use of the Digital Smile Design Concept as an Auxiliary Tool in Aesthetic Rehabilitation: A Case Report. *The Open Dentistry Journal*,

10(1), 28–34. <https://doi.org/10.2174/1874210601610010028>