



UNICEPLAC
CENTRO UNIVERSITÁRIO

Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC
Curso de Odontologia
Trabalho de Conclusão de Curso

Prótese fixa no fluxo digital: uma revisão de literatura

Gama-DF
2024

EDUARDA DE LIMA OLIVEIRA

Prótese fixa no fluxo digital: uma revisão de literatura

Artigo apresentado como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Odontologia pelo Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador: Prof. Me. Lucas Simino de Melo

Gama-DF
2024

EDUARDA DE LIMA OLIVEIRA

Prótese fixa no fluxo digital: Uma revisão de literatura

Artigo apresentado como requisito para conclusão do curso de Bacharelado em Odontologia pelo Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Gama-DF, 20 de Junho de 2024

Banca Examinadora

Prof. Me. Lucas Simino de Melo
Orientador

Prof. Me. Gabriel Simino de Melo
Examinador

Prof. Dr. Joao Paulo Lyra de Silva
Examinador

Prótese fixa no fluxo digital: uma revisão de literatura

Eduarda de Lima Oliveira¹

Lucas Simino de Melo²

Resumo:

O objetivo do trabalho foi percorrer através de uma revisão de literatura sobre a confecção da prótese fixa na odontologia digital. A questão problema foi: qual a importância da tecnologia digital na confecção de próteses fixas na odontologia contemporânea?. Foi realizada uma revisão da literatura, no qual foram consultados livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Google Acadêmico*, *Lilacs*, *Pubmed* e *Periódicos Portal CAPES*. Após a análise dos estudos, conclui-se que a implementação crescente de scanners intraorais e sistemas CAD/CAM na odontologia tem revolucionado a prática clínica. Essas tecnologias oferecem uma alternativa eficaz e precisa aos métodos convencionais de confecção de próteses dentárias, melhorando não apenas a experiência do paciente, mas também otimizando o fluxo de trabalho dos profissionais.

Palavras-chave: Prótese fixa; Fluxo Digital; Odontologia.

Abstract:

The aim of this study was to discuss through a literature review on the manufacture of fixed prostheses in digital dentistry. The problem question was: how important is digital technology in the manufacture of fixed prostheses in contemporary dentistry? A literature review was carried out, in which books, dissertations and scientific articles selected were consulted through a search in the following databases *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Google Scholar*, *Lilacs*, *Pubmed* and *Periodic Portal CAPES*. After analyzing the studies, it is concluded that the increasing implementation of intraoral scanners and CAD/CAM systems in dentistry has revolutionized clinical practice. These technologies offer an effective and precise alternative to conventional methods of manufacturing dental prosthetics, improving not only the patient experience, but also optimizing professionals' workflow.

Keywords: Fixed prosthesis; Digital Flow; Dentistry.

¹Graduanda do Curso Odontologia, do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac. E-mail: contatoeduardalima@gmail.com

² Docente do Curso Odontologia, do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac. E-mail: lucas.melo@uniceplac.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A OMS (Organização Mundial de Saúde) reconhece que a perda dentária é um problema de saúde pública e deve estar entre as preocupações das políticas de saúde. A ausência de um dente pode acarretar várias alterações no sistema estomatognático, resultando em problemas estéticos e funcionais que afetam o bem-estar e o convívio social do indivíduo (Pesquisa Nacional de Saúde). Quando ocorre a perda de todos os dentes, é denominado edentulismo total, enquanto a ausência de apenas alguns dentes é chamada de edentulismo parcial. Esses pacientes tendem a ter sua capacidade de mastigação comprometida, enfrentando dificuldades na ingestão de certos alimentos e modificando sua dieta para compensar a falta de dentes (Pereira; Carreiro, 2021).

Por meio de procedimentos reabilitadores, é possível restaurar estruturas dentais que são perdidas, com uma variedade de opções disponíveis para o paciente, incluindo próteses fixas, próteses fixas adesivas, próteses totais, próteses parciais removíveis e próteses sobre implantes. Cada tipo de prótese possui suas próprias indicações, e a escolha deve ser feita de forma individualizada, considerando o estado geral de saúde, condição da estrutura dentária remanescente, condição financeira, dificuldade do tratamento, presença de hábitos parafuncionais, tempo disponível do paciente e seus interesses específicos. No caso de próteses fixas, estas podem ser cimentadas sobre dentes ou implantes, que servirão como suporte, e devem ser capazes de restaurar as funções mastigatórias, estéticas e fonéticas adequadas (Haddadi; Bahrami; Isidor, 2018).

A constante evolução tecnológica, presente em todo o mundo, também se aplica à Odontologia, com a introdução de *scanners* intraorais, softwares de design e máquinas de fresagem, que oferecem a possibilidade de realizar restaurações estéticas de alta qualidade. O primeiro registro de utilização de *scanners* intraorais data da década de 1980. Esses dispositivos permitem uma caracterização e individualização mais rápida e precisa no processo laboratorial. Além disso, com o auxílio das ferramentas presentes no fluxo digital, podem ser realizados procedimentos menos invasivos (Saavedra *et al.*, 2020).

O trabalho teve como justificativa a crescente relevância da tecnologia na prática odontológica contemporânea. Com o reconhecimento da perda dentária como um desafio significativo para a saúde pública, é essencial explorar abordagens inovadoras para reabilitação oral que possam oferecer resultados estéticos e funcionais superiores. A adoção de sistemas

CAD/CAM, *scanners* intraorais e softwares de modelagem 3D representam uma evolução significativa no processo de confecção de próteses fixas, proporcionando maior precisão, eficiência e conforto para os pacientes. Além disso, a capacidade dessas tecnologias de proporcionar restaurações personalizadas e menos invasivas destaca sua importância na prática clínica. Portanto, este estudo visa explorar e consolidar o conhecimento atual sobre o uso do fluxo digital na confecção de próteses fixas, fornecendo uma nova perspectiva clínica para profissionais de odontologia interessados em aprimorar suas habilidades e oferecer o melhor tratamento possível aos pacientes.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral foi discorrer através de uma revisão bibliográfica sobre a confecção da prótese fixa na odontologia digital.

Os objetivos específicos foram: elucidar sobre o fluxo digital na odontologia; conceituar os sistemas de CAD/CAM; elencar os processos clínicos e laboratoriais necessários para se confeccionar uma prótese fixa com recursos digitais.

3 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura, no qual foi realizada consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), *Google Acadêmico*, *Lilacs*, *Pubmed* e *Periódicos Portal CAPES*.

Foram incluídos trabalhos realizados entre 2015-2024, com temas que se limitassem a temática, portanto os trabalhos publicados nos últimos 10 anos (exceto para a literatura de referência na área de prótese fixa), sendo os idiomas definidos português e inglês. Para busca de informações sobre a temática foram utilizados os seguintes termos: “prótese parcial fixa”, “Desenho Assistido por Computador”, “odontologia”, associando a seus termos sinônimos e uma lista de termos sensíveis para a busca.

Os critérios de inclusão foram: trabalhos que discorressem sobre a temática. Os critérios de exclusão foram: trabalhos que não contemplavam o objetivo proposto da pesquisa; que não tivessem aderência com a área de pesquisa e fora do período delimitado para seleção de artigos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Fluxo digital na odontologia

Os *scanners* intraorais (IOS) são utilizados no processo digital de confecção de próteses dentárias. Composto por uma câmera portátil, computador (*hardware*) e programas específicos (*software*), um *scanner* intraoral é um dispositivo médico que captura imagens 3D das estruturas dentais e adjacentes com precisão. O formato de arquivo padrão usado é *.STL (*Standard Tessellation Language*). Independentemente do tipo de tecnologia IOS aplicada, as câmeras exigem, antes de tudo, a projeção de luz sobre o assunto, que é então capturada como imagens ou vídeos separados para serem posteriormente compilados pelo software após a identificação das principais características (Richert *et al.*, 2017).

Segundo Ahlhom *et al.* (2018), a fase CAD (*Computer-Aided Design*)³, é composta por softwares de impressão digital e design. A fase CAM envolve a fabricação da restauração protética a partir de um bloco de material sólido utilizando uma unidade de fresagem. Técnicas de vídeo ou fotografia são usadas por câmeras intraorais durante a digitalização. A triangulação ou varredura confocal a laser paralela são usadas para imagens estáticas onde múltiplas imagens estáticas são adquiridas e podem ser convertidas em uma imagem 3D.

A forma como um *scanner* intraoral opera é determinando através dos tempos de reflexão da luz na superfície, e essa informação é posteriormente explorada de maneira baseada em dados e algorítmica, o que permite ao software fornecer resultados precisos com imagens calculadas exibidas na tela do computador (Dutton *et al.*, 2020).

Assim como no método convencional, a técnica CAD/CAM digital também necessita do molde para iniciar o desenho da prótese. O modelo digital pode ser feito tanto pela digitalização dos modelos físicos fabricados em padrões antigos, quanto pela utilização de um *scanner* intraoral para obtenção após a confecção de moldes baseados em formas desenvolvidas digitalmente. Essas

³ Tradução seria Desenho Assistido por Computador.

tecnologias são hoje comuns e qualquer clínica odontológica pode acessá-las para revolucionar sua prática clínica (Tordiglione, De Franco, Bosetti, 2016).

Em seu estudo, Dutton *et al.* (2020) descobriram que as características ópticas do substrato influenciam a maneira como a luz é refletida nele. A escolha do material digitalizado desempenha um papel significativo na fidelidade e na precisão do resultado da digitalização. Além disso, isso é influenciado pelo tipo de *scanner*, como *scanners* de triangulação que usam um ponto de laser projetado em um objeto e capturado por uma câmera ou dispositivos de medição de distância, como emissores de laser que formam estruturas triangulares. Eles têm um alcance curto, mas sua precisão também é relativamente boa. Segundo Dutton *et al.* (2020), *scanners* confocal paralelos avançados permitem a obtenção de imagens de alta resolução com seções ópticas que são posteriormente combinadas para fins de reconstrução tridimensional de complicadas topografias da superfície corporal. No entanto, descobriu-se que os *scanners* de triangulação ativa são ligeiramente mais eficazes na detecção de diferenças no substrato do que os *scanners* confocal paralelos (Dutton *et al.*, 2020).

Os tecidos dentários apresentam numerosas superfícies reflexivas, que incluem cristais de esmalte ou áreas polidas que podem causar dificuldades na correspondência de pontos devido à superexposição. Para eliminar isso, os especialistas podem modificar os ângulos da câmera para difundir melhor a luz. No caso de outros *scanners*, é necessário um pó de 20-40µm durante a digitalização para evitar reflexão (Richert *et al.*, 2017).

O uso de pó durante a digitalização é uma prática comum em vários tipos de *scanners*, especialmente em *scanners* ópticos 3D, para melhorar a qualidade da digitalização. O pó é aplicado sobre a superfície do objeto antes da digitalização para ajudar a reduzir reflexos e melhorar o contraste das características da superfície. Isso é especialmente útil ao escanear superfícies muito brilhantes ou reflexivas, onde a luz pode ser dispersa de maneira irregular (Richert *et al.*, 2017).

Exatidão e precisão são duas medidas distintas do desempenho de um *scanner* intraoral. *Scanners* com alta precisão podem produzir digitalizações de baixa exatidão. Segundo a Organização Internacional de Padronização (ISO), exatidão de uma medição, enquanto precisão é a consistência com que uma medição pode ser reproduzida (Nedelcu *et al.*, 2018).

A precisão da terminação cervical de sete *scanners* intraorais, nomeadamente *3M True Definition* da 3M, *CS3500* e *CS3600* da *Carestream*, *DWIO* da *Dental Wings*, *Omniscam* da *Dentsply Sirona*, *Planscan* da *Planmeca* e *Trios3* da *3Shape*, foi avaliada no estudo de Nedelcu *et*

al. (2018). Em relação à precisão geral, todos os IOS, exceto o Planscan, tiveram resultados comparáveis. No entanto, houve diferenças no que diz respeito à exatidão e precisão da terminação, com o *Trios 3* apresentando melhor desempenho na primeira categoria, enquanto o *CS3600* apresentou a maior precisão. Por outro lado, o *Planscan* emergiu como destaque negativo devido à baixa distinção e precisão da extremidade cervical.

Um estudo recente conduzido por Dutton *et al.* (2020) revelaram que os *scanners* classificados em ordem crescente de precisão para varreduras de arco completo foram: *Omniscam*, *Emerald*, *Emerald S*, *iTeroElement*, *Medit 500 HD*, *Trios*, *iTeroElement 2*, *Primescan*, sendo *Primescan* o mais preciso entre todos. Para o teste de precisão, obtivemos que a lista foi classificada da seguinte forma: *Omniscam*, *Emerald*, *Emerald S*, *Medit 500HD*, *Trios 3*, *iTeroElement 2*, *Primescan*.

O uso do *scanner* intraoral digital tem comprovado o avanço da odontologia, conforme estabelecido por Kakapoyi *et al.* (2021). Isso não apenas melhora a experiência do paciente, mas também diminui o tempo de cadeira. Além disso, agiliza o fluxo de trabalho convencional, ao mesmo tempo que facilita a comunicação laboratorial eficaz. Por outro lado, apresenta alguns inconvenientes, como possíveis distorções no escaneamento devido ao contato com saliva ou sangue ou qualquer movimento realizado pelo paciente.

Embora a tecnologia CAD/CAM apresente algumas restrições, como o ajuste passivo e potenciais complicações em reparos de pontes de múltiplas unidades, há também o risco de desenvolvimento de deformações, especialmente em vãos longos e largos de próteses fixas de três elementos, além de tensões que podem surgir durante o procedimento de colocação de facetas. Encontra-se ainda a dificuldade de acessar materiais restauradores adequados para coroas, pontes, próteses parciais removíveis e próteses totais em diversos países. Portanto, é crucial avaliar meticulosamente as opções de software e materiais antes de proceder com decisões clínicas (Nedelcu *et al.*, 2018).

Em termos da falta de qualquer procedimento padronizado, no momento não existe nenhum *scanner* ou tecnologia que possa ser chamada de mais precisa. Quanto à facilidade, confiabilidade, exatidão e precisão do *scanner* digital intraoral em comparação com as tecnologias tradicionais, afirma-se que o *scanner* digital intraoral é uma técnica que proporciona mais precisão em comparação à moldagem com alginato ou até mesmo com silicone de adição

O uso bem-sucedido de tecnologias modernas depende não apenas da compatibilidade e das características dos componentes individuais, mas também do perfeito alinhamento do software de projeto com o equipamento real, pois é a combinação total que resulta na criação de um padrão de trabalho consistente e sistemático que ajuda a aumentar a demanda para essas aplicações contemporâneas (Dawood *et al.*, 2015).

4.1.1 Materiais utilizados em próteses dentárias no fluxo digital

Em seu estudo, Suzuki *et al.* (2020) explicaram diferentes materiais que podem ser utilizados no sistema CAD/CAM de consultório CEREC (*Dentsply Sirona*), tais como: dissilicato de lítio, vitrocerâmica de leucita, cerâmica de feldspato, cerâmica híbrida, resinas e silicato de lítio reforçado com zircônia. Descobriu-se que o IPS e.max CAD é uma vitrocerâmica de dissilicato de lítio adequada para CAD/CAM, devido à boa estabilidade, resistência relativamente alta e recursos convenientes de processamento de material.

No caso da vitrocerâmica leucita, os cristais de leucita criam resistência ao material e, ao mesmo tempo, as fissuras são reduzidas ou desviadas do caminho. Como esta fase cristalina terá uma maior resistência mecânica para quebrar na fabricação de blocos, o pó é prensado automaticamente para ficar homogêneo ao máximo. A diferença entre o coeficiente de dilatação térmica da fase vítrea e o da fase cristalina e o processo de resfriamento após a etapa de sinterização permitiram atingir esta resistência à flexão (160 MPa) (Kolakarnprasert *et al.*, 2019).

As cerâmicas feldspáticas, por exemplo, são altamente recomendadas para inlays, onlays, laminados, coroas anteriores e posteriores devido ao seu coeficiente de abrasão e biocompatibilidade com o esmalte dentário. Essa cerâmica feldspática também se apresenta como blocos policromáticos com diferentes saturações, o que significa que as restaurações podem ter uma transição natural de cores (Spitznagel *et al.*, 2018).

Um dos outros materiais é o *VITABLOCS RealLife* (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha), que são blocos de cerâmica de feldspato e possuem camada de esmalte e núcleo de dentina recomendado para restaurações anteriores de propriedades altamente estéticas porque sua aparência acompanha a mudança gradual de cor entre a borda incisal e a dentina que ocorre em um dente normal. *CerecBlocs C In* (*DentsplySirona*, Bensheim, Alemanha) também oferece essas mesmas características (Ahamed, 2018).

A cerâmica híbrida ENAMIC da VITA Zahnfabrik da Alemanha é o resultado de uma união entre propriedades encontradas em materiais compósitos e cerâmicos que comprovadamente funcionam ao longo do tempo. A matriz cerâmica formada pela sinterização possui espaços vazios ou poros que são posteriormente ocupados por um material polimérico; essa combinação de substâncias resulta em propriedades mecânicas aprimoradas, com maior resistência à fratura e à abrasão do que as cerâmicas convencionais (Joda *et al.*, 2017).

Podem ser usados blocos de resina pré-fabricados CAD-CAM para provisórios de longo prazo (máximo 12 meses), como Telio CAD (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein). Isto também pode incluir pigmentos e/ou materiais de estratificação para uma correção estética final (Sailer *et al.*, 2019).

Um exemplo de material de silicato de lítio reforçado com zircônia é *VITA SUPRINITY*. Possui estrutura de granulação fina e uniforme que garante qualidade e resistência. Esses materiais também possuem boas propriedades de translucidez, fluorescência e opalescência, o que os torna altamente estéticos. Outro tipo de material de silicato de lítio reforçado com zircônia com resistência à flexão ainda maior que o dissilicato de lítio devido à presença de zircônia é o *Celtra Duo* da *Dentsply Sirona*. Além disso, o processo de moagem elimina a necessidade de uma etapa adicional de cristalização, economizando tempo e esforço (Dutton *et al.*, 2020).

Um estudo de fluxo de trabalho digital versus convencional foi conduzido por Benic *et al.* (2019) para avaliar a adaptação marginal de próteses parciais fixas de zircônia em ensaio clínico controlado e randomizado. Os resultados mostraram que as estruturas protéticas dentárias fixas de zircônia de três unidades produzidas por meio de fabricação digital tiveram um ajuste pelo menos tão bom ou melhor do que suas contrapartes feitas com técnicas convencionais. As estruturas metálicas registraram os maiores valores de desvio médio na região terminal.

A conquista mais recente na criação da zircônia foi feita com uma estrutura multicamadas que pode repetir a variação de cor desde a superfície cervical até a superfície incisal de um dente natural. O gradiente de tonalidade e o mimetismo de camadas no design de zircônia multicamadas são caracterizados por mais translucidez na parte incisal da coroa seguida por sua maior croma e opacidade, que aumenta em direção à área gengival (Kolakarnprasert *et al.*, 2019).

Em seu estudo, Suzuki *et al.* (2020) realizaram uma comparação entre o ajuste marginal e interno de próteses dentárias fixas (PPFs) de três unidades fabricadas em CAD/CAM usando dois designs, dois espaços de cimento e dois tipos de zircônia. Os resultados revelaram que o

desenho dos PPFs teve um impacto no ajuste marginal; o lado sem pântico apresentou melhores resultados. Tais diferenças foram causadas pelo volume de zircônia na área do pântico, influenciando o encolhimento durante a queima secundária e, por sua vez, causando alteração dimensional das PPFs. Ou seja, o projeto atuou como um fator no ajuste marginal e também no ajuste interno, enquanto o espaço de cimento (30 e 45 μm) também influenciou no ajuste interno, portanto, além disso, era um método de fabricação de multi- zircônia em camadas que também influenciou a extensão da distorção. Com base nesses resultados, infere-se que usar uma estrutura de zircônia de camada única é melhor do que PPFs de três unidades.

Segundo Spitznagel *et al.* (2018), foram demonstradas evidências que apoiam a eficácia clínica das restaurações de vitrocerâmica fabricadas em CAD/CAM para o sucesso clínico a longo prazo. A cerâmica de vidro LDS monolítica CAD/CAM de alta resistência apresenta altos níveis de taxa de sobrevivência a longo prazo para coroas e próteses fixas. Dados clínicos preliminares sobre restaurações de malha cerâmica infiltradas com polímero minimamente invasivas, bem como coroas unitárias, parecem encorajadores. Nenhuma prova clínica está disponível sobre silicato/fosfato de lítio.

Os problemas das restaurações de zircônia causados por fraturas na cerâmica de revestimento podem ser superados principalmente através de uma mudança de foco em direção ao contorno completo para áreas de alta carga. Embora os dados clínicos sobre a abordagem monolítica da zircônia ainda não tenham sido divulgados, ainda há esperança de que ela seja bem-sucedida. A avaliação do desempenho clínico de restaurações CAD/CAM feitas de zircônia translúcida é uma pesquisa que não foi suficientemente conduzida (Sailer *et al.*, 2019).

4.2 Tecnologia CAD/CAM

Um sistema CAD/CAM significa design/fabricação auxiliada por computador. É uma tecnologia que facilita a produção de estruturas de forma automática com o auxílio de equipamentos específicos (CAM) baseados em imagens e processamento gerados por computador (CAD). O desenvolvimento da tecnologia ao longo do tempo facilitou o acesso a computadores e máquinas de fabricação. A aplicação do CAD/CAM tem causado transformações notáveis na forma de atuação dos reabilitadores orais (Richert *et al.*, 2017).

O primeiro desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM ocorreu no ano de 1950 pela Força de Defesa Aérea dos Estados Unidos; o objetivo era utilizá-la na indústria automotiva e somente após trinta anos essa tecnologia começou a ser aplicada na Odontologia. O sistema CAD/CAM odontológico tem como autor principal, François Duret, enquanto Werner Mormann é conhecido como o primeiro inovador em nível comercial (Blatz; Conejo, 2019).

Existem três componentes principais que compõem os sistemas CAD/CAM: uma unidade de aquisição de dados que captura imagens 3D dos dentes e da cavidade oral usando escaneamentos intraorais ou modelos de gesso existentes; O software CAD que cria um modelo virtual do projeto de reabilitação e um dispositivo de fresagem ou impressão 3D que fabrica o material a partir desse projeto (Kessler; Hickel; Reymus, 2020).

As duas opções de digitalização disponíveis são scanners ópticos e mecânicos. No caso dos scanners ópticos, eles utilizam fontes de luz branca ou feixes de laser. O ângulo formado por esta fonte de luz e unidade receptora permite o cálculo do conjunto de dados e a geração de uma imagem 3D. Este scanner se destaca pela precisão de sua alta varredura, mas sua mecânica é complexa (Alghazzawi, 2016).

Os dados obtidos e armazenados em formato digital podem ser convertidos para o formato padrão normalmente denominado STL e depois utilizados como entrada para um sistema CAD/CAM. Implementa-se a manipulação das imagens obtidas no scanner com software CAD e é nesta etapa que ocorre o desenho virtual da restauração. Embora os modelos de dentes sejam fornecidos por bibliotecas de software CAD, ainda assim são necessárias alterações e modificações manuais, pois cada paciente possui uma anatomia dentária única. A última etapa envolve a confecção da peça física a partir do modelo CAD que necessita de processamento adicional como corte e polimento antes de inseri-la na boca do paciente (Joda; Gallucci, 2015).

O sistema CAD/CAM está centrado nos processos de produção que podem ser subtrativos ou aditivos. A tecnologia subtrativa, também chamada de fresamento ou usinagem, é baseada no uso de máquinas movidas a energia para desgastar ou cortar mecanicamente o material para atingir a geometria necessária com todas as etapas controladas por um computador. Percebeu-se que com esta técnica ocorre uma diminuição no tempo total de produção, pois utilizando meios convencionais o processo se torna complexo e demorado. O produto é esculpido em um pedaço de material, sendo removidas seções que não contribuem para sua forma e composição. Portanto,

pode-se argumentar que esse método de produção gera resíduos a partir do uso do material (Javaid; Haleem; Kumar, 2019).

A tecnologia aditiva, no entanto, tem a impressão tridimensional (3D) como sua principal forma de tecnologia com a fabricação de objetos 3D em camadas ou pontos que ajudam a produzir formas muito precisas e complicadas. Desenvolvido pela primeira vez há mais de trinta anos, está agora passando por um período de rápida evolução devido à expiração de várias patentes. O uso clínico da impressão 3D em Odontologia depende significativamente da disponibilidade de materiais adequados que possuam a precisão necessária e características físicas e biológicas, que ofereçam maior eficácia do que as formas tradicionais e técnicas subtrativas. Plásticos, metais e cerâmicas são alguns dos materiais que podem ser impressos utilizando tecnologias de impressão 3D (Kessler; Hickel; Reymus, 2020).

A manufatura aditiva tem sido implementada com sucesso na prática clínica para a produção de guias cirúrgicas, modelos de implantes dentários para próteses e ortodontia, bem como para cirurgia e também para confecção de copings e estruturas para implantes e restaurações dentárias, próteses totais e parciais removíveis (Dawood *et al.*, 2015).

Estereolitografia, sistemas baseados em jato de tinta, sinterização seletiva a laser e modelagem por deposição fundida foram introduzidos na prática odontológica como as tecnologias de fabricação aditiva mais comuns. Dentre as limitações encontradas nos sistemas de impressão 3D, podem-se citar os altos custos de ferramentas, maquinários complexos e a necessidade de experiência para operar as máquinas durante a produção (Prasad *et al.*, 2018).

Dentro do sistema CAD/CAM, cirurgiões-dentistas e laboratórios de prótese dentária podem adotar algumas formas de trabalhar. De uma forma, o dentista pode capturar a arcada dentária do paciente por meio de imagens digitais e depois encaminhá-la para um laboratório para posterior modificação e fabricação da prótese. Outra maneira é que os dentistas também possam realizar projetos e fabricação auxiliados por computador diretamente em seus consultórios. Por outro lado, o laboratório pode utilizar um modelo de gesso feito por moldagem convencional para ser submetido ao escaneamento digital, o que leva à confecção da prótese (Zaharia *et al.*, 2017).

5 DISCUSSÃO

A adoção de tecnologias digitais no tratamento odontológico aumentou nos últimos 25 anos e se tornou popular entre os dentistas. No início, foram introduzidas formas digitais para automatizar a produção e padronizar a qualidade dos materiais restauradores para que novos materiais, como cerâmicas de óxido, zircônia estabilizada com ítria, cerâmicas híbridas, nanocerâmicas de resina, silicato de lítio reforçado com zircônia ou ligas de cobalto-cromo pré-sinterizadas pudessem também ser utilizado em restaurações dentárias (Ahrberg *et al.*, 2016). Um fluxo de trabalho totalmente digital envolve o uso de um scanner intraoral, um software CAD em um computador e uma fresadora (Sakornwimon; Leevailoj, 2017).

Um dos primeiros scanners odontológicos intraorais foi o CEREC da Dentsply Sirona, que está em desenvolvimento desde 1987 e atingiu sua versão mais recente – a CEREC OmniCam de quinta geração. Existem também outros modelos avançados que ganharam considerável participação de mercado, a saber: Lava C.O.S/True Definition (3M ESPE), iTero (Align Technology), Apollo (Dentsply Sirona), entre outros (Berrendero *et al.*, 2019).

Uma das formas de obter um fluxo de trabalho digital direto é digitalizar a cavidade oral e gerar um modelo de trabalho do tipo virtual, que é utilizado pelos dentistas para projetar restaurações que podem ser posteriormente fabricadas em uma fresadora associada (Berrendero *et al.*, 2016). Outro tipo envolve o escaneamento intraoral sem unidade de fresagem, no qual as imagens são enviadas (digitalmente) para um laboratório onde o técnico projeta e produz restaurações. No que diz respeito a um fluxo de trabalho digital indireto, o modelo de gesso da impressão convencional foi digitalizado utilizando um scanner de laboratório como procedimento padrão para implementação do método CAD/CAM. Porém, esta técnica é frequentemente criticada porque, em alguns casos, o gesso sofre alterações ou distorções resultando em perda de exatidão e precisão (Bosniac; Rehmann; Wöstmann, 2019).

Nos laboratórios odontológicos, apesar da eficácia do fluxo de trabalho digital direto que minimiza erros decorrentes da tradição de impressão neste estudo, o fluxo de trabalho digital indireto ainda é altamente praticado como fonte para obter os dados digitais do preparo da coroa, uma vez que se diz que funciona melhor com medições envolvendo alterações dimensionais (Zarauz *et al.*, 2016). No entanto, vários elementos, como localização do ponto final, estado de saúde periodontal, sangramento durante a coleta de impressão, quantidade de secreção salivar,

participação e cooperação do paciente, incluindo o uso de pó secante ao ar, podem comprometer a precisão do exame intraoral; além disso, os custos adicionais a serem incorridos para a aquisição de um scanner intraoral ou taxas para cursos e workshops relacionados e a necessidade de atualização constante com o rápido avanço da tecnologia também devem ser levados em consideração (Berrendero *et al.*, 2016; Koulivand *et al.*, 2020) .

Embora a técnica de impressão digital ofereça múltiplas vantagens que melhoram o conforto do paciente — como rapidez e ausência de náuseas durante o processo, além de ser higiênica e evitar infecções, especialmente doenças transmissíveis por reutilização —, ela também proporciona uma visualização tridimensional aprimorada do preparo odontológico. A técnica facilita a comunicação com o laboratório e minimiza ou elimina a necessidade de seleção de moldeiras, preparo de materiais, desinfecção, embalagem e transporte, resultando em economia de custos (Gjelvold *et al.*, 2016; Berrendero *et al.*, 2019).

O nível de dificuldade vivenciado pelo dentista, bem como o desconforto enfrentado pelos pacientes, é muito menor quando o método de impressão digital é empregado, diferentemente da técnica convencional (Gjelvold *et al.*, 2016). Isto indica que o uso de moldes digitais aumentaria o conforto do paciente e a aceitação do tratamento. Os prováveis fatores responsáveis por isso são o menor tempo gasto no processo, a Diminuição da sensibilidade e diminuição dos reflexos de vômito (Al Hamad *et al.*, 2019).

De maneira contrastante, Sailer *et al.* (2019), em um estudo comparativo, avaliaram se os exames digitais de arcada completa (com pulverização) não eram menos inferiores em comparação com as impressões tradicionais no que diz respeito ao tempo e às atitudes dos pacientes e dentistas. Notou-se que todo o processo de obtenção do fluxo digital demorou mais tempo que o da técnica convencional; indicando também maior desconforto ao utilizar este último método. O uso de spray intraoral foi um dos motivos pelos quais os pacientes não se sentiam confortáveis com esse tipo de procedimento (Richert *et al.*, 2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação crescente de scanners intraorais e sistemas CAD/CAM na odontologia tem revolucionado a prática clínica. Essas tecnologias oferecem uma alternativa eficaz e precisa

aos métodos convencionais de confecção de próteses dentárias, melhorando não apenas a experiência do paciente, mas também otimizando o fluxo de trabalho dos profissionais.

Os scanners intraorais capturam imagens 3D detalhadas das estruturas dentais e adjacentes, permitindo a criação de modelos digitais precisos para o design e fabricação das próteses. O processo CAD/CAM permite aos profissionais desenhar e fabricar restaurações protéticas com alta precisão, utilizando uma variedade de materiais avançados, como dissilicato de lítio, vitrocerâmicas, cerâmicas híbridas e resinas reforçadas.

Embora essas tecnologias ofereçam muitas vantagens, como maior precisão, redução do tempo de tratamento e melhor comunicação laboratorial, também enfrentam desafios, como a necessidade de atualizações frequentes e custos adicionais. A ciência continua a explorar maneiras de melhorar a precisão e eficiência desses sistemas, bem como a seleção adequada de materiais para garantir a qualidade e longevidade das restaurações.

A adoção bem-sucedida dessas tecnologias depende não apenas da qualidade dos equipamentos e software, mas também do treinamento e da experiência dos profissionais. À medida que a tecnologia evolui, é importante continuar avaliando cuidadosamente as opções disponíveis para garantir o melhor resultado clínico para os pacientes.

REFERÊNCIAS

- AL HAMAD, Khaled Q. *et al.* Comparison of the fit of lithium disilicate crowns made from conventional, digital, or conventional/digital techniques. **J. Prosthodont**, Jordan, v. 28, n. 2, p. e580-e586, 2019.
- BERRENDERO, Santiago *et al.* Comparative study of all-ceramic crowns obtained from conventional and digital impressions: clinical findings. **Clin. Oral Investig**, Madrid v. 23, n. 4, p. 1745-1751, 2019.
- BLATZ, M. B.; CONEJO, J. The current state of chairside digital dentistry and materials. **Dental Clinics**, v. 63, n. 2, p. 175-197, 2019.
- ALGHAZZAWI, T. F. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. **Journal of prosthodontic research**, v. 60, n. 2, p. 72-84, 2016.
- BENIC, G. I. *et al.* Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: Marginal and internal fit. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 3, p. 426–431, 1 mar. 2019.
- DAWOOD, A. *et al.* 3D printing in dentistry. **British Dental Journal**, v. 219, n. 11, p. 521–529, 11 dez. 2015.
- DUTTON, E. *et al.* The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 32, n. 2, 2020.
- GJELVOLD, Björn *et al.* Intraoral digital impression technique compared to conventional impression technique. A randomized clinical trial. **J. Prosthodont**, Malmö, v. 25, n. 4, p. 282-287, 2016.
- HADDADI, Y.; BAHRAMI, G.; ISIDOR, F. Effect of Software Version on the Accuracy of an Intraoral Scanning Device. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 31, 2018.
- JAVAID, M.; HALEEM, A.; KUMAR, L. Current status and applications of 3D scanning in dentistry. **Clinical Epidemiology and Global Health**, v. 7, n. 2, p. 228-233, 2019.
- JODA, T.; GALLUCCI, G. O. The virtual patient in dental medicine. **Clinical Oral Implants Research**, v. 26, n. 6, p. 725-726, 2015.
- JODA, T. *et al.* **Digital technology in fixed implant prosthodontics** Periodontology 2000, 2017.
- KESSLER, A.; HICKEL, R.; REYMUS, M. 3D printing in dentistry—State of the art. **Operative Dentistry**, v. 45, n. 1, p. 30-40, 2020.

KOULIVAND, Soudabeh *et al.* A clinical comparison of digital and conventional impression techniques regarding finish line locations and impression time. **J. Esthet. Restor. Dent, Tehran**, v. 32, n. 2, p. 236-243, 2020

NEDELCO, R. *et al.* Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: An in vitro descriptive comparison. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, 2018.

PEREIRA, Ana Larisse Carneiro; CARREIRO, Adriana da Fonte Porto. Fluxo de trabalho parcialmente digital para a confecção de uma prótese total fixa implantossuportada: relato de caso. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 49, n. Especial, p. 176-0, 2021.

PRASAD, S. *et al.* 3D printing in dentistry. 2018. **Journal of 3D Printing in Medicine**. v. 2, n. 1, p. 89-91, 2018.

RICHERT, R. *et al.* Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2017, 2017.

SAAVEDRA, G. *et al.* 2020. A efetividade do fluxo digital na clínica diária. **Prótese News**. v. 7, n. 2.

SAILER, I. *et al.* Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part I: Time efficiency of complete-arch digital scans versus conventional impressions. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 1, p. 69–75, 1 jan. 2019.

SAKORNWIMON, Nawapat; LEEVAILOJ, Chalermopol. Clinical marginal fit of zirconia crowns and patients' preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material. **J. Prosthet. Dent, Bangkok**, v. 118, n. 3, p. 386-391, 2017.

SPITZNAGEL, F. A.; BOLDT, J.; GIERTHMUEHLEN, P. C. CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. **Journal of Dental Research**, v. 97, n. 10, p. 1082–1091, 2018.

SUZUKI, S. *et al.* Marginal and internal fit of three-unit zirconia fixed dental prostheses: Effects of prosthesis design, cement space, and zirconia type. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 64, n. 4, p. 460–467, 1 out. 2020.

TORDIGLIONE, L.; DE FRANCO, M.; BOSETTI, G. The Prosthetic Workflow in the Digital International **Journal of Dentistry**, v. 2016, 2016.

ZAHARIA, C. *et al.* Digital dentistry—3D printing applications. **Journal of Interdisciplinary Medicine**, v. 2, n. 1, p. 50-53, 2017.

ZARAUZ, Cristina *et al.* Clinical evaluation comparing the fit of all-ceramic crowns obtained from silicone and digital intraoral impressions. **Clin. Oral Investig, Madrid**, v. 20, n. 4, p. 799-806, 2016.

