

FLUXO DE TRABALHO DIGITAL EM REABILITAÇÃO ORAL: UMA ABORDAGEM DESCRITIVA DA LITERATURA

Data de aceite: 03/07/2023

Francisca Mariana Moreira

Graduada em Odontologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/6730580135909066>

Francisbênia Alves Silvestre

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (PPGO/UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/0684176386854004>

Gabriel Freitas Pereira

Graduando em Odontologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/3531528585129801>

Lorena Raquel Matias Xavier

Graduada em Odontologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/5438386277100341>

Maudiela Isabel Arita Torres

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (PPGO/UFC), Fortaleza – CE, Brasil.

Nicole Escórcio de Meneses

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (PPGO/UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/4811937006115871>

Marcelo Barbosa Ramos

Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Departamento de Odontologia Restauradora (DOR/FFOE/UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/2887884544827317>

Wagner Araújo de Negreiros

Professor Associado da Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Departamento de Odontologia Restauradora (DOR/FFOE/UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/4590802514113483>

Raniel Fernandes Peixoto

Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Departamento de Odontologia Restauradora (DOR/FFOE/UFC), Fortaleza – CE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/4884222118992363>

RESUMO: O fluxo de trabalho digital está bastante presente em Reabilitação Oral. O avanço tecnológico de máquinas e sistemas permitiu que houvesse mudanças nos procedimentos clínicos realizados de forma convencional. Diagnóstico e planejamento de tratamento baseado em métodos digitais facilitam a comunicação entre cirurgião-dentista, paciente e laboratório de Prótese Dentária. Além disso, tempo de atendimento pôde ser reduzido, trabalhos protéticos são entregues de forma mais rápida, maior comodidade e segurança ao profissional e paciente. O objetivo deste trabalho foi revisar a literatura sobre fluxo digital em Odontologia, enfatizando conceitos relacionados ao sistema CAD/CAM, vantagens e desvantagens e aplicabilidade em reabilitação oral. Esta revisão narrativa foi desenvolvida através de levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed e Google Scholar, utilizando os termos “*digital dentistry*”, “*digital workflow and dentistry*” e “*3D printing and dentistry*”. Setenta e quatro artigos foram selecionados por conveniência, sendo todos do idioma inglês, dos últimos 20 anos e disponíveis na íntegra. O fluxo de trabalho digital proporciona maior previsibilidade, facilidade de produção e otimização do tempo nos trabalhos desenvolvidos pelo profissional. Por meio de imagens geradas pelo escaneamento intraoral ou modelo de gesso, ocorre o desenho da estrutura protética em computador (CAD) e fabricação de componentes por meio de manufatura subtrativa ou aditiva (CAM). A aplicabilidade do fluxo digital em Reabilitação Oral está relacionada ao planejamento cirúrgico para a inserção de implantes, desenho virtual do sorriso proporcionando maior resultado estético, confecção de próteses fixas, dispositivos oclusais, próteses totais e parciais removíveis. Os métodos digitais beneficiam a prática clínica do profissional, no entanto, é necessário que haja redução nos custos dos dispositivos tecnológicos e que mais estudos se concentrem no acompanhamento dos casos que são atendidos por essa nova abordagem de trabalho para que haja segurança de sua efetividade.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia Odontológica. Fluxo de Trabalho. CAD-CAM. Impressão Tridimensional.

ABSTRACT: Digital workflow is very present in Oral Rehabilitation. Technological advances in machines and systems allowed for changes in clinical procedures performed in a conventional way. Diagnosis and treatment planning based on digital methods facilitate communication among dentist, patient and the dental laboratory. In addition, in-office time could be reduced, prosthetic works are delivered faster, greater convenience and safety for professionals and patients. The aim of this study was to review the literature on digital workflow in Dentistry, emphasizing concepts related to the CAD/CAM system, advantages and disadvantages and applicability in oral rehabilitation. This narrative review was developed by the bibliographic survey in the PubMed and Google Scholar databases, using the terms “*digital dentistry*”, “*digital workflow and dentistry*” and “*3D printing and dentistry*”. Seventy-five articles were selected for convenience, all in English, from the last 20 years and available in full. The digital workflow provides greater predictability, ease of production and optimization of time in the work carried out by the professional. Through images generated by intraoral scanning or plaster model, the prosthetic structure is drawn on a computer (CAD) and components are manufactured by means of subtractive or additive manufacturing (CAM). The applicability of digital workflow in Oral Rehabilitation is related to surgical planning for the insertion of implants, virtual smile design providing greater aesthetic results, construction of fixed

prostheses, occlusal devices, removable total and partial dentures. Digital methods benefit the professional's clinical practice; however, it is necessary that there is a reduction in the costs of technological devices and that more studies are focused on monitoring the cases that are attended by this new work approach so that its effectiveness can be assured.

Keywords: Dental Technology. Workflow. CAD-CAM. Three-Dimensional Printing.

1 | INTRODUÇÃO

A busca por tratamentos estéticos duradouros, atrelado ao avanço de tecnologias e materiais odontológicos têm facilitado o planejamento e execução de reabilitações orais simples e complexas (ZARUBAA; MEHLB, 2017). Assim, a possibilidade de implementação de um fluxo de trabalho totalmente digital em restaurações protéticas e implantossuportadas é uma realidade e estabelecimentos odontológicos podem se beneficiar dos modernos métodos digitais para melhorar sua atividade prática diária (TORDIGLIONE; DE FRANCO; BOSETTI, 2016; FUNG; BRISEBOIS, 2020). As vantagens da tecnologia digital não se resumem aos novos materiais disponíveis, mas também podem ser visualizados ao longo de todo o fluxo de trabalho, desde o escaneamento até a finalização da prótese (TORDIGLIONE; DE FRANCO; BOSETTI, 2016; VANDENBERGHE, 2018; CERVINO *et al.*, 2019).

O fluxo de trabalho digital, também conhecido por workflow digital, apresenta uma nova abordagem para uma reabilitação previsível, que se utiliza de fotografias intra e extraorais, escaneamento para planejamento virtual e tecnologia CAD/CAM (BLATZ; CONEJO, 2019; PARK *et al.*, 2020). O sistema CAD/CAM, do inglês *computer-aided design / computer-aided manufacturing*, se define resumidamente no desenho da estrutura protética no computador a partir de imagens geradas por um escaneamento do modelo/boca (CAD) e, com auxílio de máquinas automatizadas, o desenho será materializado a partir de manufatura subtrativa (usinagem) ou aditiva (impressão 3D) (DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011; MARSANGO *et al.*, 2014; ALHARBI; WISMEIJER; OSMAN, 2017).

Alguns dos benefícios do fluxo digital em odontologia incluem a velocidade e facilidade de produção, previsibilidade e segurança, transformando o paciente em um coautor do seu próprio tratamento (CERVINO *et al.*, 2019; PEÇANHA; TONIN; FERNANDES, 2020). Permite também o desenvolvimento de comunicação efetiva que facilita a odontologia interdisciplinar, melhorando a qualidade das avaliações, diagnósticos e planos de tratamento através da interação entre especialistas e laboratórios de prótese (VAN NOORT, 2012; REKOW, 2020; FUNG; BRISEBOIS, 2020; COACHMAN; 2021).

Métodos digitais podem ser aplicados nas diversas áreas da Reabilitação Oral. Em implantodontia, a visualização tridimensional das estruturas anatômicas e a avaliação aprimorada do volume e qualidade óssea disponíveis permitem um diagnóstico mais preciso e altos níveis de previsibilidade no planejamento cirúrgico e, além disso, inclui a possibilidade de antecipar virtualmente o resultado protético resultando em uma

orientação mais favorável da posição do implante (GREENBERG, 2015; ARUNYANAK *et al.*, 2016; SCHUBERT *et al.*, 2019). O fluxo de trabalho digital em prótese fixa permite a execução de um tratamento com redução de sessões clínicas, os requisitos estéticos e biológicos resultantes da adaptação marginal e passividade podem ser alcançados de forma mais efetiva (ATRIA *et al.*, 2017). Próteses totais e parciais removíveis possuem aplicações bem sucedidas através de técnicas digitais para impressão, registro virtual da relação maxilomandibular, desenho e confecção das bases da prótese e arranjo de dentes artificiais (INFANTE *et al.*, 2014; RUSSO; SALAMINI, 2018; NISHIYAMA *et al.*, 2020). Por fim, dispositivos oclusais confeccionados por sistema CAD/CAM para o tratamento do bruxismo proporcionam menos etapas clínicas de produção e podem ofertar maior conforto (LAUREN; MCINTYRE, 2008; BRANDT *et al.*, 2019).

Assim, o presente trabalho objetivou revisar e discutir a literatura recente sobre fluxo digital em Odontologia, enfatizando conceitos relacionados ao sistema CAD/CAM, vantagens e desvantagens e aplicabilidade em reabilitação oral.

2 | FLUXO DIGITAL EM REABILITAÇÃO ORAL

Os métodos de tratamentos reabilitadores em Odontologia evoluíram nos últimos anos. Com o desenvolvimento do fluxo digital, os procedimentos que antes eram mais lentos e burocráticos passaram a ser realizados com mais facilidade, velocidade, previsibilidade, segurança e respeitando os anseios dos pacientes (PEÇANHA; TONIN; FERNANDES, 2020). Nessa perspectiva, a incorporação da tecnologia na Odontologia melhorou a comunicação entre diversas especialidades odontológicas, laboratórios e paciente e foi facilitada pela inclusão dos recursos fotográficos e filmográficos, tecnologia do scanner, fresagem de peças e impressão de modelos em três dimensões (3D) (VENEZIANI, 2017; PEÇANHA; TONIN; FERNANDES, 2020). Além disso, especialidades como Ortodontia, Implantodontia e Prótese têm passado por modificações substanciais nas etapas de protocolos clínicos e materiais, quando se utilizam do fluxo digital (DAWOOD *et al.*, 2015).

A implementação da Odontologia digital na prática clínica não está voltada apenas a equipamentos. É preciso compreender como o dispositivo funciona, os processos envolvidos e, principalmente, como a tecnologia deve ser inserida na prática clínica (FUNG; BRISEBOIS, 2020). Logo, a tecnologia digital tem como um dos seus benefícios mais significativos a agilidade de processos que poderiam ser demorados através do modo convencional (ALGHAZZAWI, 2016; REKOW, 2020).

Atualmente, não há um consenso sobre a definição de fluxo de trabalho digital, no entanto, as etapas compreendidas nesse fluxo incluem a aquisição de imagens, projeto virtual, fresagem e/ou impressão 3D. Além disso, o fluxo digital pode ser realizado de forma totalmente digital ou através de uma combinação da abordagem digital e convencional (AHMED, 2018).

O fluxo de trabalho digital comparado ao convencional possui inúmeras vantagens para a produção de procedimentos reabilitadores. Modelos digitais podem ser enviados para laboratórios ou centros de fresagem pela internet, sem necessidade de custos com transporte (ZARUBAA; MEHLB, 2017). A impressão 3D de preparos dentários pode ser analisada imediatamente após o escaneamento baseado no modelo digital computadorizado (TING-SHU; JIAN, 2015; SUESE, 2020). Se o modelo digital possuir erros durante a leitura, uma nova moldagem pode ser realizada na área que se apresentar defeituosa, enquanto, os erros nas moldagens convencionais só podem ser detectados no modelo de gesso e não podendo ser revertido nessa fase (LEE; GERMAN, 2013; ZARUBAA; MEHLB, 2017; BLATZ; CONEJO, 2019). Além disso, o conjunto de dados das moldagens digitais é arquivado com maior praticidade do que os modelos convencionais, pois não há necessidade de um espaço físico (DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011; ZARUBAA; MEHLB, 2017). A satisfação do paciente em poder receber uma restauração definitiva em única consulta sem a necessidade de restauração provisória (CHRISTENSEN, 2009; ZARUBAA; MEHLB, 2017).

Alguns sistemas de escaneamento intraoral possibilitam a obtenção de modelos com cores reais, gerando melhor visualização de dentes e textura gengival ao passo que com modelos de gesso isso não é possível (RICHERT *et al.*, 2017; FUNG; BRISEBOIS, 2020). Um registro de dados digitais pode ser vinculado a outro conjunto de dados como, tomografia computadorizada, permitindo diagnóstico e planejamento mais aprofundado para cirurgia guiada ou desenho virtual do sorriso (MONACO *et al.*, 2018; SCHUBERT *et al.*, 2019; AL YAFI; CAMENISCH; AL-SABBAGH, 2019).

Limitações em tecnologia digital na Odontologia são discutidas. Os custos ainda são considerados altos para o investimento de equipamentos odontológicos (DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011; DAWOOD *et al.*, 2015; ARUNYANAK *et al.*, 2016). Muitos dos sistemas são operados em uma plataforma de licenciamento baseado em assinatura e o treinamento, geralmente, é fornecido pelo distribuidor do equipamento, mas sem instrução avançada da tecnologia (ZARUBAA; MEHLB, 2017; BLATZ; CONEJO, 2019). A odontologia digital carece de fluxos de trabalhos universais bem definidos, pois a interoperabilidade é um problema e diferentes equipamentos de aquisição de dados de empresas distintas exportarão diferentes tipos de arquivo (RICHERT *et al.*, 2017). Um dos maiores desafios é agregar um número considerável de profissionais que usem tecnologia digital visto que pequenos laboratórios ainda não são totalmente digitais pela falta de volume de casos (FUNG; BRISEBOIS, 2020). Por fim, a inclusão de técnicas digitais pode ser um ótimo complemento para qualquer prática odontológica, entretanto, suas desvantagens devem ser analisadas (VAN NOORT, 2012; VANDENBERGHE, 2018; FUNG; BRISEBOIS, 2020).

3 | TECNOLOGIA CAD/CAM

O sistema CAD/CAM, do inglês *computer-aided design / computer-aided*

manufacturing, é uma tecnologia que possibilita a fabricação rápida e automatizada de estruturas por meio de equipamentos específicos (CAM), a partir de imagens geradas e manuseadas em computador (CAD). À medida que os computadores e as máquinas de manufatura tem se tornado mais acessíveis, o CAD/CAM tem mudado a rotina de trabalho dos reabilitadores orais (HARSONO *et al.*, 2013).

A tecnologia CAD/CAM foi inicialmente desenvolvida pela Força de Defesa Aérea dos Estados Unidos, em 1950, para uso em fabricação automotiva e, três décadas depois, essa tecnologia passou a ser utilizada na Odontologia. François Duret desenvolveu o primeiro CAD/CAM odontológico e, Werner Mormann é reputado como o primeiro desenvolvedor do sistema a nível comercial (MIYAZAKI *et al.*, 2009; BLATZ; CONEJO, 2019).

Os sistemas CAD/CAM são constituídos por três partes principais. Uma unidade de coleta de dados, em que através de escaneamentos intraorais ou de modelos de gesso previamente obtidos, realiza-se a visualização de imagens 3D (STRUB; REKOW; WITKOWSKI, 2006; RICHERT *et al.*, 2017). Um software CAD que projeta a reabilitação no modelo de trabalho virtual e um dispositivo computadorizado que, por meio de fresagem ou impressão 3D, produz o material que foi previamente planejado de forma virtual (DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011; ALGHAZZAWI, 2016; KESSLER; HICKEL; REYMUS, 2020).

Existem duas possibilidades diferentes de digitalização que são através de scanner óptico ou mecânico. O scanner óptico utiliza fontes de luz branca ou feixes de laser. O ângulo formado entre esta fonte de luz e a unidade receptora permite calcular o conjunto de dados e gerar uma imagem 3D (VAN DER MEER *et al.*, 2012; LOGOZZO *et al.*, 2014; ALGHAZZAWI, 2016). Já o scanner mecânico faz a leitura linha por linha do modelo mestre previamente obtido por moldagem convencional e a estrutura 3D é gerada. Este scanner se distingue por ser de alta precisão de varredura, porém a mecânica é complicada (ALGHAZZAWI, 2016; JAVAID; HALEEM; KUMAR, 2019).

Os dados digitais adquiridos são convertidos em um formato padrão, geralmente em linguagem de transformação padrão (STL), para que possam ser processados usando os recursos de um sistema CAD/CAM (JODA; GALLUCCI, 2015; RICHERT *et al.*, 2017). O software CAD é utilizado para manipular as imagens obtidas a partir do digitalizador e é, nesta etapa, onde o desenho virtual da restauração é realizado. Os modelos básicos de dentes estão disponíveis em suas próprias bibliotecas, no entanto, alterações manuais e modificações são necessárias devido às particularidades de anatomia dentária de cada paciente. A última etapa compreende a transformação do modelo CAD em uma peça física que é processada e polida antes de ser inserida na boca do paciente (MIYAZAKI *et al.*, 2009; GALHANO; PELLIZZER; MAZARO, 2012).

O sistema CAD/CAM se fundamenta essencialmente no processo de manufatura, que pode ser subtrativa ou aditiva. A tecnologia subtrativa, também conhecida como fresagem ou usinagem é baseada em processos que utilizam máquinas movidas a energia para desgastar/cortar mecanicamente o material a fim de se obter a geometria desejada

com todas as etapas controladas por um computador (STRUB; REKOU; WITKOWSKI, 2006; VAN NOORT, 2012; ALGHAZZAWI, 2016). Foi observado que através dessa técnica há redução do tempo total de produção, pois pelos métodos convencionais o processo ocorre de forma complexa e demorada. O objeto a ser fabricado é construído a partir de um bloco sólido de material e segmentos que não são utilizados na sua composição são descartados. Dessa forma, é possível afirmar que tal método de fabricação gera desperdício de material utilizado (VAN NOORT, 2012).

Por outro lado, a tecnologia aditiva tem como principal representante a impressão tridimensional (3D) e baseia-se na fabricação de objetos 3D por meio de impressão camada a camada ou ponto a ponto, possibilitando a confecção, com exatidão, de formas geométricas complexas (TORABI; FARJOOD; HAMEDANI, 2015; KALBERER *et al.*, 2018). Foi introduzida há mais de três décadas e, pela expiração de diversas patentes, está passando por um processo acelerado de evolução. A impressão 3D possui vantagens comparadas aos métodos convencionais e métodos de tecnologia subtrativa, de modo que sua aplicação clínica em Odontologia possui grande dependência dos materiais disponíveis, que devem oferecer precisão e propriedades físicas e biológicas adequadas. Materiais como plásticos, metais e cerâmicas podem ser fabricados pela impressão 3D por diversas técnicas (ALHARBI; WISMEIJER; OSMAN, 2017; KESSLER; HICKEL; REYMUS, 2020).

A aplicação clínica da manufatura aditiva inclui produção de guias cirúrgicos para implantes dentários, produção de modelos físicos para prótese, ortodontia e cirurgia, fabricação de implantes dentários, confecção de *copings* e estruturas para implantes e restaurações dentárias, próteses totais e parciais removíveis (DAWOOD *et al.*, 2015; ALHARBI; WISMEIJER; OSMAN, 2017).

As tecnologias mais utilizadas de manufatura aditiva que são aplicadas na prática odontológica são estereolitografia, sistema baseado em jato de tinta, sinterização seletiva a laser e modelagem por deposição fundida (ZAHARIA *et al.*, 2017; ALHARBI; WISMEIJER; OSMAN, 2017; PRASAD *et al.*, 2018). As limitações encontradas nos sistemas de impressão 3D são voltadas para o alto custo das ferramentas, maquinários complexos e necessidade de experiência para operar as máquinas durante a produção (TORABI; FARJOOD; HAMEDANI, 2015).

Cirurgiões-dentistas e laboratórios de prótese dentária possuem várias formas de trabalhar com o sistema CAD/CAM. Os dentistas podem escanear a arcada dentária do paciente e enviar as imagens a um laboratório para manipulação e fabricação da peça protética ou realizar o projeto auxiliado por computador e manufatura no seu próprio consultório. Por outro lado, o laboratório pode receber o modelo de gesso obtido a partir de moldagem convencional para, então, realizar o escaneamento digital e assim, fabricar a prótese (DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011).

4 | APLICABILIDADES DO FLUXO DIGITAL NAS DIVERSAS ÁREAS DA REABILITAÇÃO ORAL

Inicialmente, o sistema CAD/CAM produzia limitadamente apenas inlays, onlays e coroas individuais. Hoje, com a oferta de tecnologias mais avançadas do sistema CAD/CAM, fresadoras e outros equipamentos disponíveis, podem ser fabricados inlays, onlays e coroas, bem como laminados cerâmicos, pilares de implantes e restaurações em próteses dentárias fixas, próteses parciais removíveis e próteses totais (BLATZ; CONEJO, 2019).

A estética dental tem se tornado uma preocupação recorrente para pacientes que aspiram uma melhoria no seu sorriso. Antes do início do tratamento é preciso que uma análise dentofacial sistemática e detalhada seja realizada. Diversos *softwares* foram desenvolvidos para o Desenho Digital do Sorriso (do inglês *Digital Smile Design*, DSD) com o intuito de auxiliar os dentistas nesse processo. A ferramenta DSD, por meio de desenhos de linhas de referências faciais extra e intraoral sobre as fotos digitais obtidas, além de permitir o planejamento integrado, possibilita a individualização de cada caso por meio da análise de limitações e fatores de riscos como assimetrias, desarmonias e violação dos princípios estéticos (COACHMAN; CALAMITA; SESMA, 2017). Após a análise e planejamento digital, é possível imprimir o modelo (impressão 3D) e aplicar o *mock-up* que consiste em uma técnica objetiva e eficiente, pois, permite minuciosa avaliação dos princípios biológicos e funcionais do tratamento proposto e ainda é um guia na fase dos preparos dentários servindo também para confecção dos provisórios (GARCIA *et al.*, 2018). Assim, os programas DSD são utilizados como ferramentas para diagnóstico, visualização do plano de tratamento e comunicação facilitada entre paciente e laboratório, possibilitando uma previsibilidade do resultado do tratamento. Fatores como facilidade de uso, capacidade de documentação do caso, custo, eficiência de tempo, fluxo de trabalho digital sistemático e compatibilidade do programa com o sistema CAD/CAM influenciam na decisão do usuário para sua adoção na prática clínica (MARTINS *et al.*, 2017; OMAR; DUARTE, 2018; JAFRI *et al.*, 2020).

Em prótese fixa, há uma grande preocupação com a adaptação cervical e passividade de infraestruturas, uma vez que a adaptação passiva destas, é responsável pela diminuição da infiltração bacteriana, melhor distribuição de forças sobre os pilares, saúde dos tecidos periodontais/peri-implantares e diminuição da perda óssea marginal (PAK *et al.*, 2010), bem como contribuirá para o sucesso em longo prazo das reabilitações protéticas (BARBOSA *et al.*, 2011).

Frequentemente, os maiores desajustes cervicais estão relacionados à confecção de infraestruturas metálicas pelo método convencional, como consequência dos diversos procedimentos laboratoriais para sua confecção, bem como a técnica e o material de moldagem utilizado, a obtenção do modelo mestre, confecção do padrão de cera e procedimentos de acabamento e polimento (DE VASCONCELLOS *et al.*, 2012).

Na tentativa de neutralizar as distorções e favorecer o ajuste passivo, alguns procedimentos e técnicas podem ser realizados, como é o caso da secção e soldagem da infraestrutura metálica sobre o modelo, minimizando as distorções causadas durante o processo de fundição (BIANCHINI *et al.*, 2011; YANNIKAKIS; PROMBONAS, 2013; SPAZZIN *et al.*, 2016). Buscando sanar problemas de cunho laboratorial em relação à desadaptação marginal, o método CAD/CAM tem oferecido segurança do ponto de vista biológico, maior precisão do que as técnicas tradicionais de fundição e adaptação marginal efetiva durante a fabricação de infraestruturas para próteses unitárias e de múltiplos elementos (SONG *et al.*, 2013; BORBA *et al.*, 2013; ABDUO, 2014). Dentre as principais vantagens relatadas pelas empresas fabricantes, está a maior durabilidade, a simplificação técnica, redução das etapas, do tempo necessário para fabricação e a possibilidade de melhor precisão do ajuste (KATSOUKLIS *et al.*, 2014; DE ARAÚJO *et al.*, 2015).

O planejamento digital em implantodontia requer dados tridimensionais de imagens radiológicas no formato DICOM obtidos através de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico e dados tridimensionais das superfícies intraorais através de escaneamento intraoral ou digitalização de modelo de gesso no formato STL. O conjunto de dados STL e DICOM são sobrepostos e permite o planejamento virtual (PATEL, 2010; GREENBERG, 2015; SMITKARN *et al.*, 2019). No software de planejamento ocorrem marcações de pontos específicos, preferencialmente no osso residual, para que haja o alinhamento dos dados registrados. Posteriormente, através de um modelo virtual preciso do paciente é realizado a escolha do implante na biblioteca de implantes do software, desenho do guia cirúrgico e o projeto da prótese (ARUNYANAK *et al.*, 2016; SCHUBERT *et al.*, 2019; AL YAFI; CAMENISCH; AL-SABBAGH, 2019). Os métodos digitais para a confecção do guia cirúrgico e próteses incluem técnicas aditivas ou subtrativas (STAPLETON *et al.*, 2014; DAWOOD *et al.*, 2015; MONACO *et al.*, 2018). Por fim, antes da execução cirúrgica deve ser verificado o encaixe e posicionamento correto do guia na cavidade oral (ARUNYANAK *et al.*, 2016).

Dispositivos oclusais para o tratamento de hábito parafuncional oral, como o bruxismo, podem ser fabricados digitalmente. As etapas envolvidas no fluxo de trabalho digital envolvem escaneamento intraoral da maxila e mandíbula, registro digital da relação maxilomandibular, manipulação das imagens tridimensionais obtidas através do software CAD e, confecção do dispositivo oclusal através de fresagem ou impressora 3D. O aparelho fabricado digitalmente pode ser considerado como uma alternativa adequada aos dispositivos que são confeccionados pelo método convencional, já que pode reduzir o número de sessões e tempo clínico de ajuste oclusal (BRANDT *et al.*, 2019; WALDECKER *et al.*, 2019; VASQUES; MORI; LAGANA, 2020).

A aplicabilidade do fluxo totalmente digital em prótese parcial removível e total ainda não é uma realidade em Odontologia, pois existem limitações de natureza biológica e funcional que ainda não podem ser resolvidas por scanners intraorais, softwares de

processamento e equipamentos de manufatura. Entretanto, estudos recentes têm focado em alternativas para viabilizar cada vez mais esta aplicabilidade (TREGERMAN *et al.*, 2019; CARREIRO *et al.*, 2020; NISHIYAMA *et al.*, 2020; HUSAIN *et al.*, 2020; DENG *et al.*, 2020; FUEKI *et al.*, 2021).

Atualmente, a prótese parcial removível pode ser fabricada através de técnicas que utilizam fluxo de trabalho digital clínico e laboratorial. Por meio de um scanner intraoral é realizada digitalização da arcada maxilar e arcada mandibular bem como o registro da relação interoclusal. Um software CAD específico permite a realização do delineamento, com determinação da trajetória de inserção/remoção, bem como determinação de planos guias, áreas de retenção, interferências e fatores estéticos (CARREIRO *et al.*, 2020; FUEKI *et al.*, 2021). Em seguida, realiza-se um escaneamento intraoral definitivo dos dentes que foram preparados, seguido pelo registro da relação maxilomandibular. Todos os componentes da prótese podem ser projetados pelo CAD. Conectores maiores e menores, apoios, grampos, dentes artificiais e base da prótese são fabricados separadamente por meio de fresamento ou impressora 3D e estes componentes são unidos entre si por meio de material adesivo após um condicionamento da base da superfície (TREGERMAN *et al.*, 2019; NISHIYAMA *et al.*, 2020). Avaliações em boca, ajuste oclusal, contatos proximais, estética e capacidade da manutenção de higiene devem ser realizados (HUSAIN *et al.*, 2020; NISHIYAMA *et al.*, 2020; CARREIRO *et al.*, 2020).

Sistemas específicos para a fabricação digital de próteses totais são descritos na literatura, no entanto, aspectos como aquisição de instrumentais e materiais odontológicos inerentes aos sistemas não favorecem a aplicabilidade clínica dos conceitos e fluxo de trabalho digital na sua fabricação. Técnicas são desenvolvidas para que se possa ser transferido o máximo possível do fluxo convencional para a abordagem digital (INFANTE *et al.*, 2014; RUSSO; SALAMINI, 2018; DENG *et al.*, 2020). As moldagens anatômicas iniciais dos arcos edêntulos são realizadas de forma convencional e, os modelos em gesso são digitalizados, obtendo por meio de softwares de design moldeiras individualizadas e fabricadas por impressora 3D. A moldagem definitiva é realizada, os modelos são digitalizados e, as bases de prova são confeccionadas para o registro de dimensão vertical, plano oclusal, linha média, arranjo dentário e suporte labial adequado. A relação maxilomandibular é obtida por meio convencional, digitalizada e transferida para um articulador virtual para definição do plano oclusal e montagem de dentes artificiais. Após a finalização do projeto no software CAD, confecciona através de uma impressora 3D uma base de prova com dentes artificiais e, realiza-se avaliação clínica para análise da estética, relação maxilomandibular e oclusão. Por último, confecciona as bases da prótese definitiva por meio de fresagem e, com agente de ligação faz a união com os dentes comerciais (RUSSO; SALAMINI, 2018).

5 | DISCUSSÃO

Na Odontologia, uma coleção de registro de dados digitais do paciente como radiografias, fotografias e impressões intraorais revolucionaram atividades clínicas e enriqueceram as relações interprofissionais e entre profissional-paciente. As inovações tecnológicas permitiram uma melhora na experiência do paciente gerando maior eficiência e precisão. Uma maior quantidade de procedimentos restauradores está disponível propiciando vida útil mais longa e estética aperfeiçoada (VANDENBERGHE, 2018; REKOW, 2020).

A aplicabilidade da odontologia digital está expandindo à medida que os custos para aquisição dos recursos tecnológicos reduzem e assim, possibilitando que cirurgiões-dentistas integrem a tecnologia na prática clínica. Os computadores tornam o que eram anteriormente tarefas manuais, em processos mais simples, rápidos e com maior previsibilidade (DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011; VAN NOORT, 2012). O processo digital no fluxo de trabalho pode ser superior às técnicas convencionais em algumas perspectivas, no entanto, os profissionais devem estar motivados para criar métodos que permitam os benefícios da tecnologia no ambiente odontológico de forma expressiva (FUNG; BRISEBOIS, 2020).

As vantagens do uso de impressão digital são inúmeras. Maior conforto oferecido ao paciente por não precisar de materiais de moldagens que poderiam provocar náuseas ou desconforto. Reduz o nível de estresse do operador e o tempo de atendimento, pois o método convencional de moldagem exige reprodução morfológica precisa para aparelhos protéticos (MIYAZAKI *et al.*, 2009; GALHANO; PELLIZZER; MAZARO, 2012; RICHERT *et al.*, 2017). Além disso, há verificação e visualização da impressão em tempo real, replicação e varredura simples caso contenha erros. A comunicação se torna rápida entre laboratórios de prótese através da internet, possibilidade de mesclar modelos digitais intraorais com dados de escaneamento facial 3D e maior eficiência no plano de tratamento do paciente (LOGOZZO *et al.*, 2014; ZARUBAA; MEHLB, 2017; KIHARA *et al.*, 2020).

No entanto, limitações de scanners intraorais também são encontradas. Necessidade de treinamento para operação do sistema para que as medições sejam precisas e rápidas (RICHERT *et al.*, 2017; VANDENBERGHE, 2018). O campo operacional deve estar seco, pois a presença de fluido gengival pode causar erro devido à refração óptica (ZARUBAA; MEHLB, 2017; SUESE, 2020). O registro da posição mandibular é fixo, não podendo realizar a oclusão dinâmica no paciente, contudo alguns pacotes de software CAD têm um articulador virtual que permite o movimento mandibular. Determinados provedores cobram taxas por impressão óptica dos usuários e possuem sistemas fechados. A compra de um scanner intraoral ainda é um investimento caro (SUESE, 2020; FUNG; BRISEBOIS, 2020).

As tecnologias CAD/CAM surgiram com aceitação do operador e do paciente por serem versáteis, eficazes e previsíveis. A aplicabilidade de restaurações que podem ser

produzidas por um sistema interno depende do tamanho da máquina de fresagem, do tamanho do bloco do material e das propriedades do material selecionado (STRUB; REKOW; WITKOWSKI, 2006; ALGHAZZAWI, 2016). As opções de materiais estão expandindo constantemente, variando de resinas compostas, polimetilmetacrilatos, cerâmicas à base de sílica e zircônia. Diversos laboratórios fresam padrões de cera ou de resina acrílica para confecção de *copings* e infraestruturas metálicas (MIYAZAKI *et al.*, 2009). Apesar de suas inúmeras vantagens, a aplicação clínica do sistema CAD/CAM em consultório ainda se encontra limitada pela comunidade odontológica. Os motivos estão relacionados ao alto custo inicial para aquisição e manutenção, uma curva acentuada para o aprendizado e a necessidade de substituição dos procedimentos convencionais que os profissionais estão habituados (CHRISTENSEN, 2009; DAVIDOWITZ; KOTIC, 2011; VAN NOORT, 2012; BLATZ; CONEJO, 2019).

Os primeiros sistemas CAD-CAM estavam fundamentados exclusivamente em métodos subtrativos. Nos últimos anos, os métodos aditivos que utilizam prototipagem rápida evoluíram rapidamente em várias áreas da Odontologia, pois têm o intuito de solucionar problemas das técnicas subtrativas (ZAHARIA *et al.*, 2017; PRASAD *et al.*, 2018; JAVAID; HALEEM; KUMAR, 2019). As limitações dos métodos subtrativos estão relacionadas ao desperdício de matéria-prima após o fresamento, quantidade reduzida do número de objetos produzidos por operação de usinagem, capacidade pequena de produzir formas geométricas complexas e ferramentas utilizadas podem apresentar sinais de desgaste devido ao uso repetido, podendo ocasionar rachaduras nos objetos produzidos (TORABI; FARJOOD; HAMEDANI, 2015; KESSLER; HICKEL; REYMUS, 2020). Em comparação aos métodos subtrativos, os métodos aditivos possibilitam economia de material pela construção sequencial de finas camadas do material e produção rápida de formas geométricas complexas (ALHARBI; WISMEIJER; OSMAN, 2017).

De acordo com Atria *et al.* (2017) e Peçanha *et al.* (2020), ao planejar e fabricar reabilitações anteriores totalmente pelo fluxo digital (*digital workflow*), evita-se possíveis erros durante o processo de moldagem ou na etapa adicional de confecção do modelo de gesso. Além disso, os mesmos autores afirmam que os resultados são mais previsíveis, permitem uma maior precisão das peças, diminui a quantidade de ajustes oclusais e interproximais e que a redução do número de sessões clínicas, traz maior conforto ao paciente.

A implantodontia oral e as próteses sobre implantes necessitam de diagnósticos e planejamentos rigorosos para que se obtenha o resultado esperado e atenda as expectativas do profissional e paciente. Arunyanak *et al.* (2016) e Stapleton *et al.* (2014) afirmaram que utilizando um fluxo de trabalho digital, o clínico obtém informações diagnósticas necessárias em uma sessão e o encerramento de diagnóstico virtual atrelado a capacidade de planejamento do software em sobrepor dados STL e DICOM, elimina a necessidade de individualizar o modelo radiográfico. Para complementar, Greenberg (2015) enfatiza

a importância de cirurgias guiadas baseadas no planejamento digital com tomografia computadorizada para evitar complicações biológicas. No entanto, Al Yafi, Camenisch e Al-Sabbagh (2019) relataram que desvantagens como custo mais elevado, necessidade de conhecimento mais especializado e desvio entre planejamento virtual e a posição real do implante pode decorrer em razão de erros que foram acumulados durante as etapas do fluxo de trabalho digital. Cirurgiões experientes, como também técnicos de prótese dentária capacitados estarão em melhor posição diante dos limites da tecnologia e assim, evitar complicações imprevistas para que o paciente não seja prejudicado (SCHUBERT *et al.*, 2019).

O fluxo de trabalho totalmente digital pode ser aplicado na fabricação de dispositivos oclusais para tratamento do bruxismo. Vasques, Mori e Lagana (2020) mostraram que os dispositivos interoclusais produzidos pelo sistema CAD/CAM foram excelentes, em especial a precisão da superfície interna. Devido à falta de movimentos mandibulares no software que foi utilizado no estudo, ajustes oclusais foram necessários, mas a resina utilizada permitiu ajustes da superfície, semelhante a um dispositivo convencional. Waldecker *et al.* (2019) afirmam que a obtenção de dispositivos pelo sistema CAD-CAM permite o armazenamento do arquivo para futuras impressões, pois como estão sujeitos aos desgastes se torna uma vantagem econômica. Por fim, Brandt *et al.* (2019) sugerem que os dispositivos interoclusais obtidos por meio do sistema CAD/CAM podem ser considerados uma alternativa aos dispositivos obtidos de forma convencional, embora as resinas termopolimerizáveis usadas em laboratório ainda sejam consideradas padrão-ouro.

Estudos clínicos bem planejados e de longo prazo são necessários para que as várias técnicas de impressão 3D sejam totalmente implementadas em Prótese Dentária. Para que haja aceitação e confiança na tecnologia, as propriedades mecânicas dos materiais para impressão e restaurações, efeito de fatores técnicos na qualidade de superfície, precisão geométrica das peças impressas e influência de diferentes tipos de cimento na microinfiltração devem ser investigadas com base em evidências científicas sólidas. Apesar dos sistemas CAD/CAM estarem se tornando acessíveis, os custos de operação, os materiais, a manutenção e a necessidade de operadores capacitados devem ser levadas em consideração, como também a imposição a adesão de protocolos rígidos de segurança e saúde. Ainda que tenham desafios, é perceptível que o fluxo digital desempenha uma função cada vez mais importante na Odontologia (ALHARBI; WISMEIJER; OSMAN, 2017; DAWOOD *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluxo de trabalho digital em Odontologia, especialmente em reabilitação oral tem se popularizado nos últimos anos. O avanço tecnológico de dispositivos, máquinas e sistemas proporcionaram diagnósticos e procedimentos clínicos com maior precisão e

previsibilidade. Além disso, aspectos como redução do número de sessões de atendimento, agilidade dos trabalhos protéticos confeccionados e comodidade ao paciente possibilitam ao cirurgião-dentista otimização de sua prática.

REFERÊNCIAS

- ABDUO, J. Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review. **Journal of Oral Implantology**, v. 40, n. 6, p. 758-766, 2014.
- AHMED, K. E. We're Going Digital: The Current State of CAD/CAM Dentistry in Prosthodontics. **Primary Dental Journal**, v. 7, n. 2, p. 30-35, 2018.
- AL YAFI, F.; CAMENISCH, B.; AL-SABBAGH, M. Is digital guided implant surgery accurate and reliable? **Dental Clinics**, v. 63, n. 3, p. 381-397, 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.
- ALHARBI, N.; WISMEIJER, D.; OSMAN, R. B. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. **International Journal of Prosthodontics**, v. 30, n. 5, p. 474-484, 2017.
- ARUNYANAK, S. P. *et al.* Digital approach to planning computer-guided surgery and immediate provisionalization in a partially edentulous patient. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 116, n. 1, p. 8-14, 2016.
- ATRIA, P. J. *et al.* Preliminary evidence for the complete digital esthetic rehabilitation treatment: Case report and 1-year follow-up. **Journal of Evidence Based Dental Practice**, v. 17, n. 2, p. 76-82, 2017.
- BARBOSA, G. S. *et al.* Evaluation of screw loosening on new abutment screws and after successive tightening. **Brazilian Dental Journal**, v. 22, n. 1, p. 51-55, 2011.
- BIANCHINI, M. A. *et al.* Are sectioning and soldering of short-span implant-supported prostheses necessary procedures? **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 24, n. 1, p. 21-28, 2011
- BLATZ, M. B.; CONEJO, J. The current state of chairside digital dentistry and materials. **Dental Clinics**, v. 63, n. 2, p. 175-197, 2019.
- BORBA, M. *et al.* Evaluation of the adaptation of zirconia-based fixed partial dentures using micro-CT technology. **Brazilian Oral Research**, v. 27, n. 5, p. 396-402, 2013.
- BRANDT, S. *et al.* Clinical evaluation of laboratory-made and CAD-CAM—fabricated occlusal devices to treat oral parafunction. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 122, n. 2, p. 123-128, 2019.
- CARREIRO, A. da F. P. *et al.* The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture framework for occlusal rehabilitation: clinical report. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e9891210692, 2020.
- CERVINO, G. *et al.* Dental restorative digital workflow: Digital smile design from aesthetic to function. **Dentistry Journal**, v. 7, n. 2, p. 30, 2019.

- CHRISTENSEN, G. J. Impressions are changing: deciding on conventional, digital or digital plus in-office milling. **The Journal of the American Dental Association**, v. 140, n. 10, p. 1301-1304, 2009.
- COACHMAN, C.; CALAMITA, M. A.; SESMA, N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile design process. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 37, n. 2, p. 183-193, 2017.
- COACHMAN, C.; SESMA, N.; BLATZ, M. B. The complete digital workflow in interdisciplinary dentistry. **International Journal Esthetic Dentistry**. v. 16, n. 1, p. 34-39, 2021
- DAVIDOWITZ, G.; KOTICK, P. G. The use of CAD/CAM in dentistry. **Dental Clinics**, v. 55, n. 3, p. 559-570, 2011.
- DAWOOD, A. *et al.* 3D printing in dentistry. **British Dental Journal**, v. 219, n. 11, p. 521-529, 2015.
- DE ARAÚJO, G. M. *et al.* Passivity of conventional and CAD/CAM fabricated implant frameworks. **Brazilian Dental Journal**, v. 26, n. 3, p. 277-283, 2015.
- DE VASCONCELLOS, D. K. *et al.* Strain gauge analysis of the effect of porcelain firing simulation on the prosthetic misfit of implant-supported frameworks. **Implant dentistry**, v. 21, n. 3, p. 225-229, 2012.
- DENG, K. *et al.* Functionally suitable digital removable complete dentures: A dental technique. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 123, n. 6, p. 795-799, 2020.
- FUEKI, K. *et al.* A systematic review of digital removable partial dentures. Part I: Clinical evidence, digital impression, and maxillomandibular relationship record. **Journal of Prosthodontic Research**, p. JPR_D_20_00116, 2021.
- FUNG, L.; BRISEBOIS, P. Implementing Digital Dentistry into Your Esthetic Dental Practice. **Dental Clinics**, v. 64, n. 4, p. 645-657, 2020.
- GALHANO, G. A. P.; PELLIZZER, E. P.; MAZARO, J. V. Q. Optical impression systems for CAD-CAM restorations. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 23, n. 6, p. e575-e579, 2012
- GARCIA, P. P. *et al.* Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. **Journal of conservative dentistry: JCD**, v. 21, n. 4, p. 455, 2018.
- GREENBERG, A. M. Digital technologies for dental implant treatment planning and guided surgery. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 319-340, 2015.
- HARSONO, M. *et al.* Evolution of chairside CAD/CAM dentistry. **Texas Dental Journal**, v. 130, n. 3, p. 238-44, 2013.
- HUSAIN, N. A. *et al.* A digital cast-free clinical workflow for oral rehabilitation with removable partial dentures: A dental technique. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 123, n. 5, p. 680-685, 2020.
- INFANTE, L. *et al.* Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 111, n. 5, p. 351-355, 2014.
- JAFRI, Z. *et al.* Digital Smile Design-An innovative tool in aesthetic dentistry. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 10, n. 2, p. 194-198, 2020.

- JAVOID, 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.
- KALBERER, N. *et al.* CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 4, p. 637-643, 2018.
- KATSOLIS, J. *et al.* Precision of fit of implant-supported screw-retained 10-unit computer-aided-designed and computer-aided-manufactured frameworks made from zirconium dioxide and titanium: an in vitro study. **Clinical Oral Implants Research**, v. 25, n. 2, p. 165-174, 2014.
- KESSLER, A.; HICKEL, R.; REYMUS, M. 3D printing in dentistry—State of the art. **Operative Dentistry**, v. 45, n. 1, p. 30-40, 2020.
- KIHARA, H. *et al.* Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 64, n. 2, p. 109-113, 2020.
- LAUREN, M.; MCINTYRE, F. A new computer-assisted method for design and fabrication of occlusal splints. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 133, n. 4, p. S130-S135, 2008.
- LEE, S. J.; GALLUCCI, G. O. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. **Clinical Oral Implants Research**, v. 24, n. 1, p. 111-115, 2013.
- LOGOZZO, Silvia *et al.* Recent advances in dental optics—Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 54, p. 203-221, 2014.
- MARSANGO, V. *et al.* Digital work-flow. **Oral and Implantology**, v. 7, n. 1, p. 20, 2014.
- MARTINS, A. V. *et al.* Esthetic planning with a digital tool: A clinical report. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 118, n. 6, p. 698-702, 2017.
- MIYAZAKI, T. *et al.* A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dental Materials Journal**, v. 28, n. 1, p. 44-56, 2009.
- MONACO, C. *et al.* A fully digital approach to replicate functional and aesthetic parameters in implant-supported full-arch rehabilitation. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 62, n. 3, p. 383-385, 2018.
- NISHIYAMA, H. *et al.* Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 64, n. 1, p. 98-103, 2020.
- OMAR, D.; DUARTE, C. The application of parameters for comprehensive smile esthetics by digital smile design programs: A review of literature. **The Saudi Dental Journal**, v. 30, n. 1, p. 7-12, 2018.
- PAK, H.S. *et al.* Influence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD/CAM zirconia ceramic crowns. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 2, n. 2, p. 33, 2010.
- PARK, S. H. *et al.* Digitally created 3-piece additive manufactured index for direct esthetic treatment. **Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 5, p. 436-442, 2020.

PATEL, N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. **The Journal of the American Dental Association**, v. 141, p. 20S-24S, 2010.

PEÇANHA, P.F.; TONIN, B. S. H.; FERNANDES, R. M.; Harmonization of smiling: workflow – a fully digital approach. **Revista da Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas**, v. 74, n. 1, p. 70-73, 2020.

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

REKOW, E. D. Digital dentistry: The new state of the art—Is it disruptive or destructive?. **Dental Materials**, v. 36, n. 1, p. 9-24, 2020.

RICHERT, R. *et al.* Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2017, p. 8427595, 2017.

RUSSO, L. L.; SALAMINI, A. Removable complete digital dentures: A workflow that integrates open technologies. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 119, n. 5, p. 727-732, 2018.

SCHUBERT, O. *et al.* Digital implant planning and guided implant surgery—workflow and reliability. **British Dental Journal**, v. 226, n. 2, p. 101-108, 2019.

SMITKARN, P. *et al.* The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 46, n. 9, p. 949-957, 2019.

SONG, T. J. *et al.* Marginal fit of anterior 3-unit fixed partial zirconia restorations using different CAD/CAM systems. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, v. 5, n. 3, p. 219-225, 2013.

SPAZZIN, A. O. *et al.* Fit Analysis of Different Framework Fabrication Techniques for Implant-Supported Partial Prosthesis. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 4, p. 351-353, 2016.

STAPLETON, B. M. *et al.* Application of digital diagnostic impression, virtual planning, and computer-guided implant surgery for a CAD/CAM-fabricated, implant-supported fixed dental prosthesis: a clinical report. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 112, n. 3, p. 402-408, 2014.

STRUB, J. R.; REKOW, E. D.; WITKOWSKI, S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. **The Journal of the American Dental Association**, v. 137, n. 9, p. 1289-1296, 2006.

SUESE, K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. **Dental Materials Journal**, v. 39, n. 1, p. 52-56, 2020.

TING-SHU, S.; JIAN, S. Intraoral digital impression technique: a review. **Journal of Prosthodontics**, v. 24, n. 4, p. 313-321, 2015.

TORABI, K.; FARJOOD, E.; HAMEDANI, S. Rapid prototyping technologies and their applications in prosthodontics, a review of literature. **Journal of Dentistry**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2015.

TORDIGLIONE, L.; DE FRANCO, M.; BOSETTI, G. The prosthetic workflow in the digital era. **International Journal of Dentistry**, v. 2016, p. 9823025, 2016.

TREGERMAN, I. *et al.* Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 122, n. 4, p. 390-395, 2019.

VAN DER MEER, W. J. *et al.* Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. **PloS One**, v. 7, n. 8, p. e43312, 2012.

VAN NOORT, R. The future of dental devices is digital. **Dental Materials**, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2012.

VANDEBERGHE, B. The digital patient—Imaging science in dentistry. **Journal of Dentistry**, v. 74, p. S21-S26, 2018.

VASQUES, M. T.; MORI, M.; LAGANÁ, D. C. Three-dimensional printing of occlusal devices for temporomandibular disorders by using a free CAD software program: A technical report. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 123, n. 2, p. 232-235, 2020.

VENEZIANI, M. Ceramic laminate veneers: clinical procedures with a multidisciplinary approach. **International Journal of Esthetic Dentistry**, v. 12, n. 4, p. 426-448, 2017.

WALDECKER, M. *et al.* Fully digital fabrication of an occlusal device using an intraoral scanner and 3D printing: A dental technique. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, n. 4, p. 576-580, 2019.

YANNIKAKIS, S.; PROMBONAS, A. Improving the fit of implant prosthetics: an in vitro study. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 28, n. 1, p. 126-134, 2013.

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

ZARUBAA, M.; MEHLB, A. Chairside systems: a current review. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 20, n. 2, p. 123-149, 2017.