

**FLUXO DIGITAL EM PRÓTESE DENTÁRIA: DO PLANEJAMENTO VIRTUAL À
FINALIZAÇÃO DA RESTAURAÇÃO**

**DIGITAL WORKFLOW IN DENTAL PROSTHETICS: FROM VIRTUAL
PLANNING TO RESTORATION COMPLETION**

**FLUJO DE TRABAJO DIGITAL EN PRÓTESIS DENTALES: DESDE LA
PLANIFICACIÓN VIRTUAL HASTA LA FINALIZACIÓN DE LA
RESTAURACIÓN**



10.56238/sevened2026.003-009

José Victor dos Santos Ramos

Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística

Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

Danilo Cangussu Mendes

Instituição: Departamento de Odontologia, Universidade Estadual de Montes Claros

Endereço: Minas Gerais, Brasil

Fabiano Carlos Marson

Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística

Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

Fabiano de Oliveira Araujo

Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística

Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

Paulo Augusto Pires Milani

Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística

Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

Rogério Cordoni

Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística

Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

Fabício Palermo Pupo

Instituição: FAE Business School

Endereço: Parana, Brasil

Amanda Kerin Alves Cavalheiro

Programa de Pós-graduação em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

Yasmine Mendes Pupo

Programa de Pós-graduação em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Parana, Brasil

RESUMO

Antes da evolução tecnológica atual, as fotografias eram muito utilizadas para auxílio na obtenção de modelos de estudo, mas com o tempo iniciou-se o uso de scanners faciais para análise de modelos em 3D; além disso, a tomografia computadorizada revolucionou o diagnóstico ao ser amplamente utilizada em computadores para o planejamento virtual. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura sobre o fluxo digital em Odontologia, com ênfase nas etapas de escaneamento intra e extraoral, planejamento virtual e manufatura, discutindo seus desafios e limitações. A metodologia baseou-se em buscas nas bases de dados PubMed, Capes, Science Direct e Scopus, selecionando 74 artigos publicados entre 2000 e 2025. Os resultados detalham as fases do fluxo: a aquisição de dados via tomografia e scanners; o desenho da prótese (CAD), incluindo o Digital Smile Design (DSD); e a produção final (CAM) por fresagem ou impressão 3D. Abordam-se ainda técnicas de finalização, como maquiagem e sinterização, fundamentais para a estética e resistência. Conclui-se que o fluxo digital aumenta a eficácia clínica e a previsibilidade, embora exija treinamento especializado para o domínio das ferramentas.

Palavras-chave: CAD-CAM. Escaneamento Intraoral. Fluxo de Trabalho Digital. Prótese Dentária. Reabilitação Bucal. Tomografia Computadorizada.

ABSTRACT

Before the current technological evolution, photographs were widely used to aid in obtaining study models, but over time, facial scanners began to be used for 3D model analysis. In addition, computed tomography revolutionized diagnosis by being widely used in computers for virtual planning. The aim of this study was to conduct an integrative review of the literature on digital workflow in dentistry, with an emphasis on the stages of intraoral and extraoral scanning, virtual planning, and manufacturing, discussing its challenges and limitations. The methodology was based on searches in the PubMed, Capes, Science Direct and Scopus databases, selecting 74 articles published between 2000 and 2025. The results detail the phases of the workflow: data acquisition via tomography and scanners; prosthesis design (CAD), including Digital Smile Design (DSD); and final production (CAM) by milling or 3D printing. Finishing techniques, such as makeup and sintering, which are fundamental for aesthetics and resistance, are also addressed. It is concluded that the digital workflow increases clinical effectiveness and predictability, although it requires specialized training to master the tools.

Keywords: CAD-CAM. Intraoral Scanning. Digital Workflow. Dental Prosthesis. Oral Rehabilitation. Computed Tomography.

RESUMEN

Antes de los avances tecnológicos actuales, las fotografías se utilizaban ampliamente para facilitar la obtención de modelos de estudio. Sin embargo, con el tiempo, los escáneres faciales comenzaron a emplearse para el análisis de modelos 3D. Además, la tomografía computarizada revolucionó el diagnóstico al ser ampliamente utilizada en computadoras para la planificación virtual. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión bibliográfica integradora sobre el flujo de trabajo digital en odontología, con énfasis en las etapas de escaneo intraoral y extraoral, planificación virtual y fabricación, analizando sus desafíos y limitaciones. La metodología se basó en búsquedas en las bases de datos PubMed, Capes, Science Direct y Scopus, seleccionando 74 artículos publicados entre 2000 y 2025. Los resultados detallan las fases del flujo de trabajo: adquisición de datos mediante tomografía y escáneres; diseño de prótesis (CAD), incluyendo Diseño Digital de Sonrisa (DSD); y producción final (CAM) mediante fresado o impresión 3D. También se abordan técnicas de acabado, como el maquillaje y la sinterización, fundamentales para la estética y la resistencia. Se concluye que el flujo de trabajo digital aumenta la eficacia y la previsibilidad clínica, aunque requiere formación especializada para dominar las herramientas.

Palabras clave: CAD-CAM. Escaneo Intraoral. Flujo de Trabajo Digital. Prótesis Dentales. Rehabilitación Oral. Tomografía Computarizada.

1 INTRODUÇÃO

Os programas e aplicativos contemporâneos estão sendo bastante utilizados para criar um design restaurador digital a partir do qual é possível visualizar o resultado definitivo e apresentá-lo ao paciente antes mesmo de começarem os procedimentos, no entanto surgiram desafios para tornar a tecnologia de plano de 2D em 3D (1). A fotografia é importante na comunicação com o paciente, mostrando ao paciente o ponto de partida e os resultados de cada procedimento, sendo muito importante no planejamento de cada tratamento a ser realizado (2).

O scanner facial é uma ferramenta utilizada para a obtenção de modelos faciais em 3D com textura e cor de pele reais, podendo ser utilizado em clínicas odontológicas para diagnósticos e tratamentos (3). A tecnologia contemporânea utilizada nos computadores melhorou significativamente a abordagem em pacientes que necessitam de cirurgias orais ou implantes, pois para tais procedimentos é requisitado a tomografia computadorizada, e a moldagem intraoral ajuda bastante em cirurgia guiada para colocação de implantes (4).

Além da tomografia computadorizada, os dados podem ser obtidos através de ressonância magnética e os escaneamentos intraoral e extraoral, sendo bastante usados com auxílio de computadores, e com essas tecnologias as falhas diminuíram graças a alta precisão assim como os gastos foram reduzidos com materiais utilizados sob manipulação humana, além disso, economizando tempo (5).

Os scanners facial e intraoral permitem analisar dentes, gengiva e rosto, porém, além desses dados seria interessante a existência de animações a respeito do sorriso, e como esses dispositivos não permitem a criação de animações, novas tecnologias são necessárias para registrar a dinâmica bucal e facial, especificamente através de criação de vídeo, sendo bastante esperado o desenvolvimento dessa tecnologia (6). Recursos digitais aumentaram a eficácia e previsibilidade do tratamento odontológico, incluindo a cirurgia de implantes (7).

Restaurações feitas com o uso de recursos digitais estão sendo bastante estudadas, pois apresentam um conforto maior para o paciente, reduzindo o tempo de trabalho e apresentando maior precisão, e dentre os tratamentos protéticos fabricados, as restaurações unitárias são as mais simples, as coroas completas têm precisão comprovada, porém as restaurações inlays, onlays e endocrown ainda é preciso mais estudos a respeito sendo chamadas de restaurações com cobertura parcial que permitem a preservação da estrutura dentária, e a abordagem conservadora e minimamente invasiva está de acordo com isso (8).

Um bom resultado protético deve haver uma oclusão adequada, isso é bastante importante a longo prazo em uma restauração estética, sendo que contatos oclusais incorretos são causadores de problemas, pois a dimensão vertical fica alterada, e posteriormente levando a um atrito anormal, trauma oclusal, migração dentária ou distúrbios temporomandibulares (9).

A pesquisa na robótica ainda é escassa e poucos estudos propuseram o uso de tecnologia robótica na odontologia (10). Na literatura esse estudo é limitado devido à falta de sistemas disponíveis e acessíveis, e os autores afirmam que os sistemas robóticos aumentam a confiabilidade, a reprodutibilidade e a precisão em suas aplicações de teste, e no futuro tais sistemas se tornarão uma realidade a ser superada nos próximos anos, sendo bastante requisitado especialistas para programar e controlar essa tecnologia (10).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa da literatura sobre a aplicabilidade do fluxo digital na Odontologia, detalhando minuciosamente as etapas de escaneamento (intra e extraoral), planejamento virtual e manufatura (CAD/CAM). Buscou-se, especificamente, analisar os protocolos de finalização técnica — como maquiagem e sinterização — e discutir o impacto dessas tecnologias na previsibilidade clínica, ponderando suas vantagens frente aos desafios de custo e curva de aprendizado.

2 METODOLOGIA

Este estudo é uma revisão integrativa da literatura, com a busca de artigos realizada em bases de dados reconhecidas, como PubMed e no Portal de Periódicos da Capes incluindo Science Direct, Scopus e Ebsco. Essa abordagem permitiu uma análise abrangente e a inclusão de estudos representativos da literatura relevante.

Para a busca dos artigos foram estabelecidas as seguintes palavras-chave individuais ou combinadas: “digital dentistry”, “digital workflow and dentistry”, “3D printing and dentistry”, combinados entre si pelo operador booleano “AND” e “OR”. Incluiu-se apenas artigos publicados entre 2000 e 2025 para garantir que a revisão refletisse as práticas e estratégias mais recentes no escaneamento digital na odontologia. Os critérios que determinaram a seleção dos artigos foram: (1) idioma inglês; (2) trabalhos completos disponíveis na íntegra e (3) publicados nos últimos 20 anos. Adicionalmente, trabalhos identificados nas referências dos artigos selecionados e considerados relevantes também foram incluídos.

Inicialmente foi realizada leitura minuciosa dos seus respectivos títulos e resumos e posteriormente a leitura completa dos artigos selecionados. Ao final, um total de 74 artigos foram selecionados, dos quais 32 foram revisões de literatura, 24 casos clínicos, 13 estudos *in vitro*, 03 ensaios clínicos, 01 estudo retrospectivo e 01 revisão sistemática. Após leitura, destes 19 foram considerados para a escrita da revisão integrativa.

3 REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

O fluxo digital em odontologia é um conjunto de etapas que utiliza tecnologias digitais para otimizar o diagnóstico, planejamento e execução dos tratamentos. Ele substitui processos

convencionais, como a moldagem física, por métodos mais rápidos, precisos e confortáveis para o paciente. O fluxo geralmente segue estas três etapas principais, que englobam a tecnologia CAD/CAM (Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing):

3.1 OBTENÇÃO DA IMAGEM DIGITAL (ESCANEAMENTO)

Esta é a fase de coleta de dados do paciente, convertendo a anatomia bucal e facial em arquivos digitais. O processo se inicia com a coleta de dados, que pode incluir:

a) Escaneamento Intraoral: Utilização de um scanner intraoral para capturar imagens digitais tridimensionais (3D) dos dentes e gengivas do paciente (arcadas superior e inferior e registro de mordida). Isso substitui a moldagem tradicional, sendo mais rápido e confortável.

Foram descritos componentes de Hardware de um sistema robótico de preparação dentária que incluía: scanner intraoral (para obter dados do dente alvo do paciente, adjacentes e opostos; software de projeto auxiliado por computador; um laser eficaz de baixa temperatura adequado para preparar tecido duro; um braço robótico com 6º de liberdade e um dispositivo de fixação dos dentes conectado ao dente alvo e protegendo os dentes adjacentes do corte a laser (10)

b) Imagens Extrabucais: Fotografias e vídeos do rosto e sorriso do paciente para análise estética, muitas vezes integrada ao DSD - Digital Smile Design.

Alguns estudos avaliaram por meio de imagens da tomografia computadorizada que houve alterações no tecido duro após a colocação imediata do implante, examinando assim a quantidade de perda óssea volumétrica bidimensional em 2D e não tridimensional em 3D (11).

O Digital Smile Design (DSD) é utilizado mundialmente, sendo um protocolo sistemático baseado em fotografias específicas e análise de software, e isso é muito importante na elaboração de um planejamento clínico no curso do tratamento, especialmente em uma abordagem multidisciplinar, ajudando bastante o cirurgião dentista, fornecendo uma simulação virtual do resultado a ser alcançado (12).

O DSD é bastante utilizado em reabilitação protética e é usado na ortodontia de forma anedótica, e essa ferramenta permite a comunicação entre o paciente, o cirurgião dentista e o laboratório protético (12). O DSD é utilizado para ajudar os pacientes na visualização antecipada para projetar e modificar o sorriso deles, ajudando-os a terem uma visualização prévia dos tratamentos, dos resultados e assim aumentando a aceitação dos casos (13).

A resolução dos problemas tridimensionais é crucial, pois a largura transversal não ajustada limita a posição funcional da maxila a mandíbula, por isso o tratamento multidisciplinar é necessário com o auxílio do design digital, então a ideia é resolver primeiro o problema transversal, seguido pelo problema sagital e a correção vertical, e assim continuando com a ortodontia (14).

Atualmente, trabalhos digitais sem qualquer modelo físico são interessantes na terapia protética para implantes, e todo o processo é feito digitalmente de forma tridimensional, incluindo a moldagem do arco oposto e registro de mordida (15). Protocolos digitais completos são preferencialmente utilizados no tratamento na zona funcional, sendo combinados com perfis de emergência predefinidos fornecido por implantes a nível de tecido mole e escaneado sem cruzar a linha média dentária (15).

c) Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (CBCT - TAC 3D): Imagens que registram a parte óssea e dentária em 3D, essenciais para o planejamento de implantes e cirurgias.

O fluxo de trabalho utiliza um traçador de arco personalizado durante a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e um arco facial virtual tridimensional ao sobrepor dados (16).

3.2 PLANEJAMENTO VIRTUAL (CAD - COMPUTER-AIDED DESIGN)

Nesta etapa, o dentista e o técnico em prótese dentária (TPD) utilizam *softwares* especializados para analisar os dados e desenhar a solução protética ou planejar o tratamento.

a) Análise e Diagnóstico: Os arquivos 3D (escaneamentos e tomografias) são importados para *softwares* de planejamento.

Os arquivos das próteses projetadas podem ser reimportados diretamente para o programa de planejamento de implantes e assim orientando um protocolo de redução de crista e posicionamento do implante orientados pela prótese (16).

b) Desenho da Prótese ou Restauração (CAD): O TPD (ou o dentista, se o laboratório for *in-house*) utiliza o *software* CAD para projetar o elemento final (coroa, faceta, prótese, guia cirúrgico, alinhadores ortodônticos, etc.).

O design é feito virtualmente sobre o modelo digital do paciente, garantindo precisão e previsibilidade. O planejamento virtual pode ser compartilhado facilmente com o paciente, que pode visualizar o resultado final (como no *mock-up* digital ou *test-drive*). O arquivo digital também é enviado ao laboratório de prótese (caso seja *in-lab*) via internet, garantindo uma comunicação instantânea e precisa.

Use o módulo de dispositivo oclusal em um programa de software de desenho odontológico Auxiliado Por Computador (CAD) para projetar um modelo dentário suportado em cada escaneamento de arco (16).

3.3 FABRICAÇÃO DIGITAL (CAM - COMPUTER-AIDED MANUFACTURING)

A fase de fabricação é a conversão do desenho virtual em um produto físico, usando máquinas de precisão.

a) Preparação para Manufatura (CAM): O arquivo final do desenho (CAD) é enviado para o *software* de manufatura (CAM), onde são definidos os parâmetros para a produção.

A incorporação do design auxiliado por computador e da fabricação auxiliada por computador (CAD-CAM) para produzir restaurações experimentais e definitivas pode melhorar a precisão e a eficiência do resultado (17).

b) Produção da Peça: A peça pode ser fabricada por dois métodos principais:

- Fresagem (Manufatura Subtrativa): Uma fresadora CAD/CAM desgasta um bloco sólido de material (como zircônia, cerâmica ou resina) até obter o formato exato da peça projetada.
- Impressão 3D (Manufatura Aditiva): Uma impressora 3D constrói a peça camada por camada, utilizando resinas ou outros materiais. Este método é comum para a produção de modelos de estudo, guias cirúrgicos, alinhadores e provisórios.

Um design de sorriso previsível, orientado pela face, pode ser planejado e executado digitalmente usando scanners intraorais e programas de software CAD com manufatura subtrativa ou aditiva (17).

c) Finalização: A peça fabricada é refinada, polida, caracterizada com **maquiagens** (pigmentação) e, se necessário, sinterizada (no caso de cerâmicas) antes de ser enviada ao dentista para instalação. (18)

Após a finalização, a peça é instalada clinicamente no paciente, concluindo o fluxo digital de forma mais eficiente e com alta previsibilidade.

A **maquiagem** (ou pigmentação extrínseca) em peças impressas, como restaurações provisórias, definitivas ou modelos, é uma etapa crucial no **fluxo de trabalho digital** para alcançar a **estética natural** e a individualização da cor, que muitas vezes não é totalmente replicada apenas pela resina impressa. (18)

- **Princípios e Materiais de Maquiagem**

A maquiagem visa reproduzir características ópticas do dente natural, como áreas de maior ou menor saturação de cor (cervical, incisal), fissuras, manchas e translucidez. (18)

- **Materiais Utilizados:** Geralmente são empregados **pigmentos fotopolimerizáveis** (também chamados de *stains* ou *tintas*) compatíveis com as **resinas impressas** (sejam elas para provisórios ou para restaurações definitivas). (18)
- Kits de pigmentos são comercializados com cores específicas (dentina, esmalte, marrom, azul, branco, ocre, gengiva) para imitar a complexidade do dente. (18)
- O uso de um **glaze fotopolimerizável** ou selante de superfície é essencial para conferir **brilho**, selar a maquiagem e aumentar a resistência ao desgaste e à pigmentação extrínseca. (18)

- **Técnicas e Protocolo (Baseado em Resina Impressa)**

As técnicas de maquiagem envolvem a aplicação de finas camadas de pigmentos para caracterizar a superfície da peça.

1. Preparo da Superfície:

- Após o acabamento e polimento iniciais da peça impressa, a superfície deve ser preparada para otimizar a adesão dos pigmentos. (18)
- A literatura e a prática clínica frequentemente recomendam o **jateamento** da superfície com óxido de alumínio (em baixa pressão) para aumentar a energia de superfície e a retenção micromecânica dos *stains*. (18)

2. Aplicação dos Pigmentos:

- Utiliza-se um **pincel fino** ou instrumento adequado para a aplicação dos pigmentos.
- A aplicação deve ser **estratégica**:
 - Iniciar pelas áreas que demandam maior **saturação** (como a região cervical) ou características específicas (como fissuras e sulcos). (18)
 - Usar *stains* mais brancos ou azuis na região incisal para simular a **translucidez** do esmalte. (18)
 - O dentista deve conhecer a **anatomia dental** para reproduzir corretamente sulcos de desenvolvimento e lóbulos de forma assimétrica e natural. (18)

3. Fotopolimerização:

- Após a aplicação de cada pigmento ou camada, é crucial realizar a **fotopolimerização** conforme as instruções do fabricante para fixar a cor. (18)

4. Glaze/Selamento Final:

- A etapa final é a aplicação de uma camada de **glaze** ou selante de superfície. (18)
- Essa camada confere o **brilho** desejado e protege a maquiagem, garantindo sua **durabilidade** e **longevidade** clínica. (18)
- Essa camada final também é fotopolimerizada. (18)

A maquiagem é o **complemento da anatomia** e é fundamental para a **individualização** da restauração, permitindo que as peças impressas se integrem harmoniosamente na boca do paciente, replicando o aspecto natural dos tecidos dentais. É uma habilidade prática que otimiza a **naturalidade, textura e cor** das peças. A maquiagem para prótese dentária é indispensável na odontologia restauradora para alcançar resultados estéticos de alto nível. (18)

E o Que é Sinterização?

A sinterização é o **processo de aquecimento** de um material em pó ou poroso (como a cerâmica usinada) a uma alta temperatura, sem atingir seu ponto de fusão, com o objetivo de **unir as partículas**, reduzir a porosidade e aumentar a **densidade** e a **integridade estrutural** do material. (18)

Em odontologia, a sinterização é crucial para:

- Aumentar significativamente a **resistência mecânica** (resistência e durabilidade). (18)
- Melhorar as **propriedades ópticas**, principalmente a **translucidez**, ao eliminar a porosidade. (18)
- **Finalizar a contração** da peça ao seu tamanho e forma final.

- Tipos e Técnicas de Sinterização

A técnica mais comum em laboratórios odontológicos é a **sinterização atmosférica** ou em fornos de alta temperatura.

1. Sinterização Convencional (ou Padrão)

Este é o método mais utilizado para materiais como a **Zircônia (Y-TZP)** e envolve um ciclo de aquecimento e resfriamento controlado:

- **Forno:** É utilizado um forno de sinterização de **alta temperatura** (capaz de atingir até 1650 °C).
- **Estágios:**
 - a. **Aquecimento (Rampa):** A temperatura é elevada gradualmente a uma taxa controlada (ex: 10 °C/min) para garantir uma distribuição homogênea do calor e evitar o choque térmico.
 - b. **Manutenção (Temperatura Máxima):** A peça é mantida na temperatura máxima (ex: 1530 °C para zircônia) por um tempo específico (ex: 2 horas) para permitir a **fusão das partículas** (formação dos "pescoços" de sinterização) e a máxima densificação.
 - c. **Resfriamento:** A temperatura é reduzida lentamente para evitar o surgimento de **trincas** ou a expansão volumétrica indesejada da cerâmica.

Importante: A peça usinada em estado pré-sinterizado (soft-machining) é feita em um tamanho **aproximadamente 20% maior** para compensar a **contração de sinterização** que ocorre durante o processo.

2. Sinterização Rápida (*Speed Sintering*)

Desenvolvida para otimizar o fluxo de trabalho digital (CAD/CAM), especialmente para a zircônia, permite um tempo total de sinterização de **apenas algumas horas** (ou até minutos, dependendo do forno e do fabricante do material).

- **Vantagem:** Reduz drasticamente o tempo de entrega da restauração, possibilitando o fluxo **Chairside** (restauração finalizada em uma única consulta).
- **Protocolo:** Utiliza rampas de aquecimento e resfriamento mais rápidas e temperaturas máximas ligeiramente diferentes, mas requer fornos de alta performance com controle preciso de temperatura.

3. Sinterização sob Vácuo e Pressão

Embora mais comuns na queima de cerâmicas de cobertura ou estratificação (porcelanas feldspáticas), fornos combinados utilizam **vácuo** para:

- **Eliminar porosidade:** O vácuo ajuda a remover gases e ar presos entre as partículas, resultando em cerâmicas com **maior densidade e melhor translucidez**.
- **Prensagem a Quente:** Combina pressão e temperatura para obter cerâmicas de alta densidade (como o Dissilicato de Lítio injetado/prensado).

Protocolo Laboratorial (Exemplo de Zircônia)

A escolha do forno e o protocolo de tempo/temperatura são **definidos pelo fabricante** do bloco de zircônia e devem ser **rigorosamente seguidos** para garantir as propriedades ideais do material.

Tabela 1

Parâmetro	Estágio	Exemplo (Protocolo Convencional)
Temperatura Inicial	Partida	25 °C
Taxa de Aquecimento	Rampa	10 a 20 °C por minuto
Temperatura Máxima	Manutenção (Sinterização)	1500 a 1550 °C
Tempo de Manutenção	Dwell Time	1 a 2 horas
Resfriamento	Resfriamento Lento	Controlado, gradual, para evitar estresse

Fonte: Autores. (18)

Figura 1: Materiais utilizados para fazer a maquiagem dentária.



Fonte: Danilo Cangussu Mendes, discente da especialização de Prótese e Dentística.

4 DISCUSSÃO

Mais pesquisas são necessárias para avaliar e desenvolver a precisão e a aplicabilidade que incorpore a digitalização facial do fluxo de trabalho CAD-CAM (4). Não existe um consenso sobre o fluxo de trabalho digital ou convencional ser melhor, pois os estudos relataram resultados aceitáveis em ambos para casos clínicos como restaurações inlay, onlay e overlay (8). Assistentes robóticos em outras aplicações como cirurgia oral, alinhamento dentário, ortodontia ou testes de materiais mesmo sendo promissores ainda são um desafio devido aos altos custos e da difícil operação dos sistemas e a falta de capacidade de aprendizado (10).

As medições em 2D representam apenas parcialmente as alterações volumétricas das dimensões ósseas peri-implantares, então por isso, a medição em 3D deve ser mais bem utilizada, pois avalia de forma abrangente a remodelação óssea peri-implantar (11). O Digital Smile Design (DSD) fortalece o diagnóstico, guia o posicionamento dos dentes, aumenta a previsibilidade do tratamento e melhora a comunicação entre os membros da equipe multidisciplinar, além disso complementa o procedimento clássico de exame ortodôntico, porém mais pesquisas devem ser consideradas a respeito do DSD (12).

O DSD é uma ferramenta útil na visualização estética do problema do paciente, pois ele melhora o diagnóstico e o planejamento do tratamento por parte do profissional (13). O planejamento virtual-digital por meio do planejamento assistido por computador é eficaz e viável em casos em que é difícil formular o objetivo final do tratamento desde o início, e a decomposição objetiva em um único estágio é mais propícia para minimizar erros cumulativos (14).

Um fluxo de trabalho misto analógico- digital ainda não é necessariamente antiquado para o tratamento com próteses fixas parciais removíveis de três elementos, mas o sucesso clínico depende em grande parte de um técnico em prótese dentária experiente, e quanto mais rápido o protocolo, menores os custos de produção no laboratório de prótese dentária (15).

As digitalizações de arcos edêntulos podem ser desafiadoras, pois é difícil para o scanner intraoral digitalizar grandes áreas sem dentes e é muito complexo registrar a relação correta entre os arcos (19). A evolução da tecnologia na odontologia permitiu resolver com sucesso casos de perda de dimensão vertical, porém mais estudos são necessários sobre a digitalização em comparação com a técnica convencional para casos de perda de dimensão vertical (20).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se, através desta revisão integrativa, que o fluxo digital consolidou-se como uma realidade transformadora na Odontologia Restauradora, superando as limitações dos métodos analógicos tradicionais. A integração entre o escaneamento (intra e extraoral), o planejamento virtual

(DSD/CAD) e a manufatura (CAM) proporciona maior precisão, previsibilidade de resultados e conforto ao paciente, além de otimizar a comunicação entre cirurgião-dentista e laboratório.

Observou-se também que o domínio das etapas de finalização, como a maquiagem e a sinterização, é fundamental para garantir a excelência estética e a resistência mecânica das peças produzidas digitalmente. Apesar dos desafios iniciais relacionados ao custo de implementação e à curva de aprendizado, a adoção destas tecnologias mostra-se imperativa para a prática clínica moderna, oferecendo tratamentos mais eficientes e personalizados.

REFERÊNCIAS

1. Coachman C, Georg R, Bohner L, Rigo LC, Sesma N. Chairside 3D digital design and trial restoration workflow. *J Prosthet Dent*. 2020 Nov;124(5):514-520. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.10.015. Epub 2020 Jan 7. PMID: 31924341.
2. Wagner DJ. A Beginning Guide for Dental Photography: A Simplified Introduction for Esthetic Dentistry. *Dent Clin North Am*. 2020 Oct;64(4):669-696. doi: 10.1016/j.cden.2020.07.002. PMID: 32888516.
3. Conejo J, Dayo AF, Syed AZ, Mupparapu M. The Digital Clone: Intraoral Scanning, Face Scans and Cone Beam Computed Tomography Integration for Diagnosis and Treatment Planning. *Dent Clin North Am*. 2021 Jul;65(3):529-553. doi: 10.1016/j.cden.2021.02.011. Epub 2021 May 3. PMID: 34051929.
4. Hassan B, Gimenez Gonzalez B, Tahmaseb A, Greven M, Wismeijer D. A digital approach integrating facial scanning in a CAD-CAM workflow for complete-mouth implant-supported rehabilitation of patients with edentulism: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent*. 2017 Apr;117(4):486-492. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.07.033. Epub 2016 Oct 27. PMID: 27881321.
5. Revilla-León M, Besné-Torre A, Sánchez-Rubio JL, Fábrega JJ, Özcan M. Digital tools and 3D printing technologies integrated into the workflow of restorative treatment: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2019 Jan;121(1):3-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.02.020. Epub 2018 Aug 7. PMID: 30093121.
6. Jreige CS, Kimura RN, Segundo ÂRTC, Coachman C, Sesma N. Esthetic treatment planning with digital animation of the smile dynamics: A technique to create a 4-dimensional virtual patient. *J Prosthet Dent*. 2022 Aug;128(2):130-138. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.10.015. Epub 2021 Feb 9. PMID: 33573832.
7. Gonzaga LH, Amorim KP, Sesma N, Martin WC. Interdisciplinary rehabilitation of a patient with ectodermal dysplasia utilizing digital tools: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2022 May;127(5):675-679. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.11.036. Epub 2021 Jan 14. PMID: 33454113.
8. Ayres G, Parize H, Mendonça LM, Kubata BR, Tirapelli C. Is the digital workflow more efficient for manufacturing partial-coverage restorations? A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2025 Jun;133(6):1438-1447. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.08.005. Epub 2023 Sep 15. PMID: 37716898.
9. Yue Z, Luo Z, Hou J, Zhang H. Application of 3D digital smile design based on virtual articulation analysis in esthetic dentistry: A technique. *J Prosthet Dent*. 2025 Jan;133(1):24-30. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.11.014. Epub 2023 Dec 6. PMID: 38061939.
10. Grischke J, Johannsmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. Dentronics: Towards robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dent Mater*. 2020 Jun;36(6):765-778. doi: 10.1016/j.dental.2020.03.021. Epub 2020 Apr 27. PMID: 32349877.
11. Chang CC, Kim SK, Lee CT. A novel approach to assess volumetric bone loss at immediate implant sites and comparison to linear measurements: A pilot study. *J Dent*. 2022 May;120:104083. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104083. Epub 2022 Mar 2. PMID: 35247470.
12. Charavet C, Bernard JC, Gaillard C, Le Gall M. Benefits of Digital Smile Design (DSD) in the conception of a complex orthodontic treatment plan: A case report-proof of concept. *Int Orthod*. 2019 Sep;17(3):573-579. doi: 10.1016/j.ortho.2019.06.019. Epub 2019 Jul 1. PMID: 31272840.

13. Jafri Z, Ahmad N, Sawai M, Sultan N, Bhardwaj A. Digital Smile Design-An innovative tool in aesthetic dentistry. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2020 Apr-Jun;10(2):194-198. doi: 10.1016/j.jobcr.2020.04.010. Epub 2020 Apr 18. PMID: 32373450; PMCID: PMC7193250.
14. Zhang Y, Zhang H, Meng M, Gao J. Overcoming three-dimensional challenges through objective decomposition and virtual-digital design: A multidisciplinary case on hypodontia treatment. *J World Fed Orthod.* 2025 Jun;14(3):176-184. doi: 10.1016/j.ejwf.2025.01.003. Epub 2025 Mar 11. PMID: 40074607.
15. Joda T, Gintaute A, Brägger U, Ferrari M, Weber K, Zitzmann NU. Time-efficiency and cost-analysis comparing three digital workflows for treatment with monolithic zirconia implant fixed dental prostheses: A double-blinded RCT. *J Dent.* 2021 Oct;113:103779. doi: 10.1016/j.jdent.2021.103779. Epub 2021 Aug 13. PMID: 34391875.
16. Li J, Att W, Chen Z, Lepidi L, Wang HL, Joda T. Prosthetic articulator-based implant rehabilitation virtual patient: A technique bridging implant surgery and reconstructive dentistry. *J Prosthet Dent.* 2023 Jul;130(1):8-13. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.09.013. Epub 2021 Oct 30. PMID: 34756772.
17. Taha D, Allam S, Morsi T. Accuracy of computer-aided design trial restorations fabricated with different digital workflows. *J Prosthet Dent.* 2024 Sep;132(3):578-585. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.09.034. Epub 2023 Nov 3. PMID: 37925250.
18. Bahadir HS, Cetinbak I, Polatoglu S, Celik C. The effect of finishing and polishing systems on the surface roughness of indirect composite resins. *Journal of Advanced Research in Health Sciences* 2023;6(3):317-322. <https://doi.org/10.26650/JARHS2023-1253456>
19. Venezia P, Torsello F, Santomauro V, Dibello V, Cavalcanti R. Full Digital Workflow for the Treatment of an Edentulous Patient with Guided Surgery, Immediate Loading and 3D-Printed Hybrid Prosthesis: The BARI Technique 2.0. A Case Report. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Dec 17;16(24):5160. doi: 10.3390/ijerph16245160. PMID: 31861166; PMCID: PMC6950689.
20. Stanley M, Paz AG, Miguel I, Coachman C. Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report. *BMC Oral Health.* 2018 Aug 7;18(1):134. doi: 10.1186/s12903-018-0597-0. PMID: 30086753; PMCID: PMC6081948.