

FLUXO DIGITAL INTEGRADO NA REABILITAÇÃO IMPLANTOSSUPOORTADA: RELATO DE CASO CLÍNICO COM ESCANEAMENTO FACIAL, CAD/CAM E IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL

INTEGRATED DIGITAL WORKFLOW FOR IMPLANT-SUPPORTED REHABILITATION: A CLINICAL CASE REPORT USING FACIAL SCANNING, CAD/CAM, AND THREE-DIMENSIONAL PRINTING

ANDRESSA LUIZA DE **MORAIS**^{1*}, JÉSSICA DE ARAÚJO **ESPÍNDOLA**¹, DEYNNE WYLLIE DAMASCENA **SOUGEY**², LEANDRO LÉCIO DE LIMA **SOUSA**³, SÉRGIO CHARIFKER RIBEIRO **MARTINS**⁴, CARINA SINCLER DELFINO DA **CUNHA**⁵, AMANDA ANTUNES **PIMENTEL**⁶

1. Pós-graduanda(o) em implantodontia e prótese dentária do instituto RIDGE – RECIFE, PERNAMBUCO, BRASIL; 2. Cirurgião-dentista especialista em implantodontia e prótese dentária; 3. Mestre em implantodontia Doutor em periodontia; 4. Especialista em Cirurgia e traumatologia BMF mestre e doutor em implantodontia; 5. Mestre e doutora em dentística; 6. Mestre em Ortodontia.

* Rua Ernesto de Paula Santos, 187, sala 0205/206, Empresarial Excelsior, Boa Viagem, Recife, Pernambuco, Brasil. CEP: 51021-330. andressaluizamorais@outlook.com

Recebido em 11/07/2026. Aceito para publicação em 24/07/2026

RESUMO

A Odontologia digital tem promovido avanços significativos na Implantodontia por meio da integração de tecnologias como escaneamento intraoral, softwares de planejamento virtual, sistemas CAD/CAM e manufatura aditiva tridimensional. O presente trabalho tem como objetivo descrever um caso clínico de reabilitação implantossuportada conduzida por fluxo digital completo, associado à impressão 3D, bem como discutir suas aplicações clínicas, vantagens e limitações. Inicialmente, realizou-se documentação fotográfica, escaneamento intraoral e planejamento digital da reabilitação. Os arquivos obtidos foram processados em softwares específicos para encerramento virtual, refinamento das estruturas protéticas e integração com escaneamento facial tridimensional realizado por dispositivo móvel. A transferência digital das informações permitiu a confecção da prótese por meio de impressão tridimensional utilizando resina nanocerâmica. O fluxo digital proporcionou maior integração entre as etapas clínicas e laboratoriais, otimização do tempo de trabalho, redução de etapas convencionais e adequada adaptação protética. A utilização do escaneamento facial contribuiu para o planejamento estético da reabilitação, enquanto a manufatura aditiva demonstrou potencial para produção de próteses com boa adaptação e propriedades mecânicas satisfatórias. Entretanto, limitações relacionadas à acurácia dos sistemas digitais, à curva de aprendizado profissional e à escassez de evidências clínicas de longo prazo ainda devem ser consideradas. Conclui-se que a associação entre escaneamento intraoral, planejamento virtual, softwares CAD/CAM e impressão 3D representa uma alternativa promissora para reabilitações implantossuportadas, favorecendo previsibilidade, eficiência e comunicação interdisciplinar. Contudo, estudos clínicos longitudinais adicionais são necessários para validar a longevidade e a estabilidade mecânica dos materiais utilizados em reabilitações definitivas.

PALAVRAS-CHAVE: Implantodontia; Fluxo digital; CAD/CAM; Impressão tridimensional; Prótese implantossuportada; Odontologia digital.

ABSTRACT

Digital dentistry has promoted significant advances in Implant Dentistry through the integration of technologies such as intraoral scanning, virtual planning software, CAD/CAM systems, and three-dimensional (3D) additive manufacturing. This study aimed to describe a clinical case of implant-supported rehabilitation performed through a complete digital workflow associated with 3D printing, as well as to discuss its clinical applications, advantages, and limitations. Initially, photographic documentation, intraoral scanning, and digital treatment planning were performed. The acquired files were processed using specific software for virtual wax-up, refinement of prosthetic structures, and integration with three-dimensional facial scanning obtained through a mobile device. The digital transfer of information enabled the fabrication of the prosthesis using 3D printing with a nanoceramic resin. The digital workflow provided greater integration between clinical and laboratory stages, optimized treatment time, reduced conventional procedures, and achieved satisfactory prosthetic adaptation. Facial scanning contributed to the esthetic planning of the rehabilitation, while additive manufacturing demonstrated potential for producing prostheses with favorable adaptation and mechanical properties. However, limitations related to the accuracy of digital systems, the professional learning curve, and the scarcity of long-term clinical evidence should still be considered. It can be concluded that the association of intraoral scanning, virtual planning, CAD/CAM systems, and 3D printing represents a promising alternative for implant-supported rehabilitations, improving predictability, efficiency, and interdisciplinary communication. Nevertheless, further longitudinal clinical studies are required to validate the longevity and mechanical stability of the materials used in definitive implant-supported rehabilitations.

KEYWORDS: Implant Dentistry; Digital Workflow; CAD/CAM; Three-Dimensional Printing; Implant-Supported Prosthesis; Digital Dentistry.

1. INTRODUÇÃO

A Implantodontia tem experimentado avanços significativos nas últimas décadas, impulsionados pela

incorporação de tecnologias digitais que promovem maior previsibilidade, precisão e eficiência nos tratamentos reabilitadores¹. Nesse contexto, o fluxo de trabalho digital tem se consolidado como uma abordagem integrada, envolvendo o escaneamento intraoral, softwares de planejamento virtual e sistemas de manufatura assistida por computador, incluindo a confecção de guias cirúrgicos para cirurgia guiada e a utilização da impressão tridimensional (3D) na produção de próteses dentárias. Tais recursos, têm contribuído para a redução de etapas laboratoriais, otimização do tempo clínico e melhoria da qualidade das reabilitações implantossuportadas^{2,3}.

Desde o desenvolvimento do escaneamento intraoral na década de 80 na Universidade de Zurique pelo Dr. Werner H. Mörmann (2006)⁴, a sua utilização na etapa inicial desse fluxo digital, tem permitido a obtenção de modelos virtuais com elevada acurácia e reprodutibilidade. Em comparação às técnicas convencionais de moldagem com materiais elastoméricos, o método digital apresenta menor suscetibilidade a distorções dimensionais, além de proporcionar maior conforto ao paciente e agilidade na transferência das informações para softwares de *Computer-Aided Design* (CAD), favorecendo o planejamento protético e a comunicação com o laboratório^{4,5}.

Os softwares de planejamento e desenho digital assumem papel fundamental no fluxo de trabalho das reabilitações implantossuportadas, atuando como ferramentas integradoras entre a aquisição de dados e a etapa de fabricação protética. Plataformas CAD/CAM, como Exocad, 3Shape Dental System e Blue Sky Plan, possibilitam o planejamento virtual tridimensional da posição dos implantes, o delineamento anatômico das próteses e a simulação prévia dos resultados estéticos e funcionais. Esses sistemas permitem a manipulação precisa de modelos digitais, favorecendo a individualização das reabilitações e aumentando a previsibilidade dos desfechos clínicos. A integração de arquivos provenientes de diferentes exames, como escaneamentos intraorais e tomografias computadorizadas, viabiliza o planejamento reverso com maior acurácia. Essas tecnologias contribuem para a redução de falhas operacionais, otimizando o controle das etapas clínicas e laboratoriais, aprimorando a comunicação entre cirurgião-dentista e laboratório, consolidando-se como elemento essencial na implantodontia contemporânea^{6,7}.

Paralelamente, a evolução dos sistemas de manufatura aditiva tem ampliado as possibilidades de aplicação da impressão 3D na reabilitação oral. Essa tecnologia permite a fabricação de estruturas tridimensionais por meio da deposição sucessiva de camadas de material fotopolimerizável a partir de um planejamento digital, melhorando a eficiência produtiva e a potencial redução de custos terceirizados. Com esse cenário, o mercado de desenvolvimento de biomateriais, como resinas nanocerâmicas, tem possibilitado a confecção de próteses

implantossuportadas com propriedades mecânicas e estéticas vêm sendo aprimoradas, com indicações, para restaurações provisórias de longo prazo e, em situações específicas, para reabilitações definitivas^{5,8}.

O escaneamento facial tridimensional tem emergido como ferramenta complementar no fluxo digital em implantodontia, permitindo a incorporação de informações extraorais ao planejamento protético. A integração de imagens provenientes do escaneamento facial, intraoral e tomografia computadorizada (TC), possibilita a construção de um “paciente virtual”, no qual aspectos anatômicos, funcionais e estéticos são analisados de forma simultânea, favorecendo um planejamento reabilitador guiado pela face^{9,10}. Abordagens denominadas *faciallydriven* permitem a otimização dos resultados estéticos, especialmente em reabilitações implantossuportadas, ao considerar parâmetros como linha do sorriso, suporte labial e proporções faciais¹¹. Além disso, a sobreposição de arquivos digitais provenientes de diferentes modalidades de escaneamento contribui para maior precisão no planejamento e execução clínica, reduzindo inconsistências entre as etapas diagnósticas e reabilitadoras¹². Dessa forma, o uso do escaneamento facial amplia a previsibilidade dos tratamentos e fortalece a individualização das reabilitações, consolidando-se como um recurso promissor na odontologia digital contemporânea¹³.

Apesar dos avanços, a aplicação clínica dessas tecnologias ainda apresenta limitações relacionadas à acurácia dos sistemas, conhecimento e manejo do implantodontista e ao comportamento mecânico dos materiais ditos de longa duração. A literatura científica ainda carece de mais evidências clínicas especificamente desses fluxos para que haja segurança com relação a previsibilidade e a durabilidade relacionada a processo de confecção com o sistema CAD/CAM para reabilitações implantossuportadas¹⁴.

Diante desse cenário, o presente estudo tem por objetivo descrever, por meio de um caso clínico, o protocolo passo a passo de reabilitação implantossuportada conduzida por fluxo digital, associado à manufatura aditiva tridimensional. Ademais, busca-se discutir as vantagens, limitações e implicações clínicas dessa abordagem, no contexto da Implantodontia contemporânea.

2. CASO CLÍNICO

Paciente do sexo feminino, 60 anos de idade, compareceu à clínica odontológica com histórico de edentulismo parcial na região anterior da maxila, envolvendo os elementos 11, 12, 21, 22, 23 e 24, apresentando comprometimento estético e funcional. Ao exame clínico e radiográfico, observou-se a presença de quatro implantes previamente instalados e osseointegrados, pertencentes ao sistema Grand Morse® (Neodent®, Curitiba, PR, Brasil), com conexão Cone Morse, em condições favoráveis para o início da fase reabilitadora (Figuras 1 e Figura 2).



Figura 1. Foto inicial intraoral (1), frontal (2) e lateral (3). **Fonte:** Os próprios autores.



Figura 2 foto dos minipilares. **Fonte:** Os próprios autores.

Após avaliação inicial, optou-se pela realização de uma reabilitação protética implantossuportada provisória de longa duração, confeccionada por meio de fluxo digital integrado. Inicialmente, foram obtidos registros fotográficos intraorais e extraorais em diferentes angulações, incluindo vistas frontal, lateral e do sorriso, visando documentar as características faciais, dentárias e dos tecidos peri-implantares, além de auxiliar no planejamento estético da reabilitação (Figura 3).



Figura 3. Foto intraoral dos provisórios e foto inicial frontal e lateral. **Fonte:** Os próprios autores.

Em seguida, foram instalados minipilares protéticos sobre os implantes e realizado o escaneamento intraoral por meio do scanner Shining®, possibilitando a obtenção de modelos digitais tridimensionais em formato Standard Tessellation Language (STL). Para a transferência da posição tridimensional dos implantes ao ambiente virtual, foram utilizados scanbodies compatíveis com os minipilares, permitindo a captura digital das informações protéticas necessárias para o planejamento da reabilitação (Figura 4).



Figura 4. Scanbodies em posição para escaneamento. **Fonte:** Os próprios autores.

Como etapa complementar do fluxo digital, realizou-se escaneamento facial tridimensional utilizando dispositivo móvel associado ao aplicativo Qlone®, possibilitando a obtenção de um modelo facial digital integrado ao planejamento virtual. A associação entre os arquivos provenientes do escaneamento intraoral facial permitiu análise estética individualizada, favorecendo a harmonização da futura reabilitação com as características faciais da paciente (Figura 5 e Figura 6).

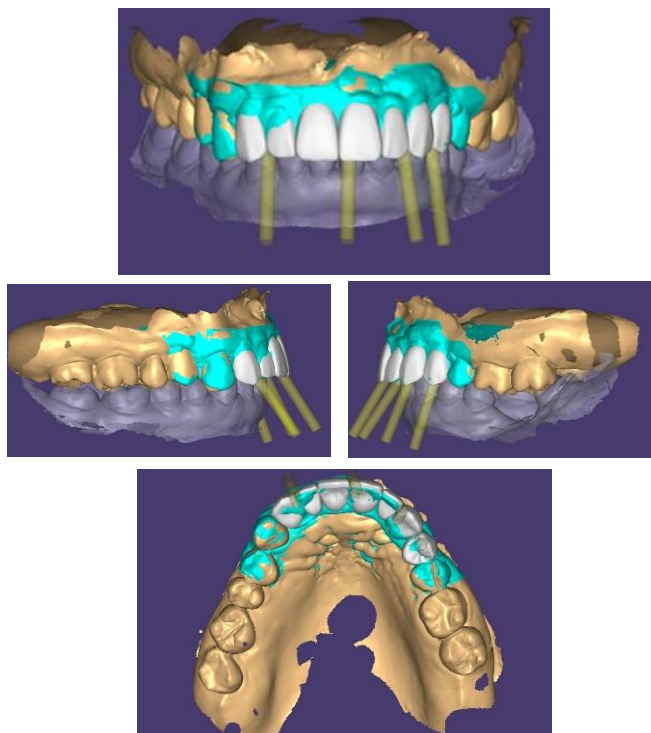


Figura 5. fotos frontal, lateral e oclusal do projeto final com guia de orientação do projeto provisoriamente aprovado, com ajuste gengival. **Fonte:** Os próprios autores



Figura 6. Foto do escaneamento facial. **Fonte:** os próprios autores.

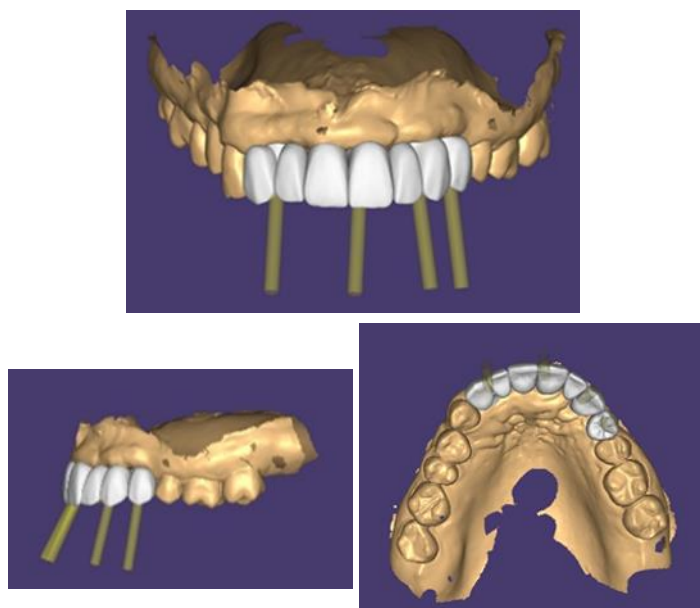


Figura 7. Fotos frontal, lateral e oclusal do projeto final. **Fonte:** Os próprios autores.

Os arquivos digitais obtidos foram encaminhados ao laboratório protético por meio de transferência online e posteriormente processados em ambiente CAD/CAM. O software Autodesk Meshmixer® foi utilizado para manipulação das malhas digitais, refinamento anatômico das estruturas, correção de irregularidades e adequação do modelo virtual. A partir dessas informações, foi realizado o enceramento virtual da reabilitação, permitindo a avaliação prévia dos aspectos estéticos e funcionais antes da etapa de fabricação

Concluída a fase laboratorial, a prótese foi instalada de forma parafusada sobre os minipilares previamente conectados aos implantes. Durante a instalação clínica, foram avaliados aspectos relacionados à adaptação marginal, passividade da estrutura, estabilidade oclusal, reanatomização do canino em pré-molar para harmonia oclusal, contatos proximais, fonética e estética. Observou-se adequado assentamento da prótese sobre os componentes protéticos, além de satisfatória integração com os tecidos peri-implantares e harmonia estética em relação ao sorriso e às características faciais da paciente (Figura 8).



Figura 8. Fotos finais, frontalsorrindo, lateral sorrindo e foto intraoral. **Fonte:** Os próprios autores.

3. DISCUSSÃO

A utilização integrada de escaneamento intraoral, planejamento virtual e sistemas Computer-Aided Design e Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) permite maior controle tridimensional das etapas clínicas e laboratoriais, favorecendo a adaptação marginal e o desempenho funcional das próteses implantossuportadas. Os métodos convencionais ainda dependem de múltiplas etapas clínicas e laboratoriais, aumentando a complexidade do processo e a probabilidade de falhas cumulativas durante a confecção protética, o que pode comprometer a precisão e a previsibilidade dos resultados. Nesse contexto, a incorporação dos métodos digitais no presente caso clínico contribuiu para a otimização do fluxo de trabalho e para uma interação mais dinâmica

entre profissional, laboratório e paciente.

Segundo Salomão *et al.* (2021), o fluxo de trabalho digital na Implantodontia tem promovido avanços significativos na previsibilidade e padronização dos tratamentos reabilitadores. Entretanto, Gianfreda *et al.* (2022) relatam que, embora os benefícios do fluxo digital sejam amplamente descritos, sua superioridade em relação às técnicas convencionais ainda deve ser interpretada com cautela. Estudos clínicos demonstram resultados satisfatórios com ambas as abordagens, especialmente em reabilitações unitárias, nas quais o escaneamento intraoral apresenta níveis de acurácia comparáveis aos métodos tradicionais. Por outro lado, em reabilitações extensas, particularmente em casos de arcadas totais, ainda existem limitações relacionadas à precisão cumulativa do escaneamento digital, o que pode comprometer a adaptação passiva das próteses e exigir estratégias complementares para correção de discrepâncias.

Um aspecto importante observado no presente caso foi a obtenção de fotografias em múltiplos ângulos, incluindo registros intraorais e extraorais em vistas frontal e de perfil, permitindo documentar adequadamente características individuais do paciente, como coloração dentária, anatomia dos tecidos moles e relação dentária nos arcos. Essa etapa torna-se relevante considerando que os escaneamentos digitais apresentam limitações quanto à reprodução das nuances cromáticas entre esmalte, dentina e tecidos adjacentes. Dessa forma, os registros fotográficos complementam o planejamento digital e contribuem para resultados clínicos mais previsíveis e satisfatórios¹⁷.

O escaneamento intraoral permitiu a obtenção de um modelo digital tridimensional, posteriormente encaminhado ao laboratório por meio de transferência online em formato Standard Template Library (STL). A partir desses dados, foi possível realizar o processamento digital utilizando sistemas CAD/CAM, incluindo o encerramento virtual da reabilitação protética. Esse fluxo elimina a necessidade de etapas logísticas associadas ao envio físico de moldagens, reduzindo custos operacionais e otimizando o tempo entre as fases clínicas e laboratoriais^{18,19}.

Durante o processo, observou-se maior agilidade e simplificação nas etapas de produção protética quando comparadas aos fluxos analógicos convencionais, principalmente em decorrência da integração entre escaneamento intraoral, planejamento virtual e manufatura assistida por computador^{20,21}.

No que se refere aos scanbodies, sua aplicação representa fator determinante para a fidelidade da transferência da posição tridimensional dos implantes ao ambiente digital. A literatura demonstra que variações no design, material e técnica de escaneamento desses componentes podem influenciar diretamente a acurácia do modelo virtual e, consequentemente, o ajuste protético final. Dessa forma, embora sejam ferramentas fundamentais no fluxo digital, sua utilização requer padronização e

domínio técnico a fim de minimizar erros cumulativos ao longo do processo^{22,23}.

O Exocad® foi empregado como ferramenta complementar no fluxo digital de planejamento e desenvolvimento da reabilitação implantossuportada. Por meio da manipulação dos arquivos STL provenientes do escaneamento digital, foi possível realizar o refinamento das estruturas protéticas e a adequação do modelo virtual antes da etapa de impressão tridimensional. Nesse contexto, softwares de edição de malhas tridimensionais destacam-se por favorecer a personalização das reabilitações, correção de irregularidades e aprimoramento do planejamento protético, proporcionando maior previsibilidade, adaptação marginal e precisão clínica nas reabilitações obtidas pelo fluxo CAD/CAM associado à manufatura aditiva²⁴.

De maneira complementar ao planejamento digital, realizou-se o escaneamento tridimensional facial por meio de dispositivo móvel utilizando o aplicativo Qlone®. Essa tecnologia possibilitou a obtenção de um modelo facial digital integrado ao fluxo virtual de planejamento, contribuindo para a análise estética e harmonização da reabilitação implantossuportada. Além disso, aplicativos móveis de escaneamento 3D destacam-se como alternativas acessíveis e de baixo custo para aquisição de imagens tridimensionais, favorecendo a documentação clínica, comunicação interdisciplinar e integração com softwares CAD/CAM e sistemas de impressão tridimensional. Entretanto, embora apresentem vantagens relacionadas à praticidade e facilidade de utilização, tais ferramentas ainda possuem limitações quanto à precisão quando comparadas aos scanners faciais profissionais, devido a necessidade de um alinhamento manual dos dentes e face, podendo ser utilizadas como recursos complementares no fluxo digital odontológico²⁵.

No manejo clínico descrito, a impressão tridimensional mostrou-se uma alternativa relevante para a confecção de próteses implantossuportadas, destacando-se pela capacidade de produzir estruturas com elevada precisão e redução de custos operacionais. A tecnologia de manufatura aditiva permitiu a fabricação da prótese por meio da deposição sucessiva de camadas de resina fotopolimerizável, favorecendo adaptação satisfatória aos componentes implantares e maior agilidade no processo de confecção quando comparada às técnicas convencionais^{26,27,31}.

A confecção da prótese com a resina Bio Crown Diamond® na impressora ElegooMars 5, um compósito nanohíbrido com carga cerâmica, reforça o potencial desses materiais no fluxo digital, embora ainda exista necessidade de acompanhamento longitudinal para validação de sua previsibilidade clínica em longo prazo²⁹.

De acordo com Lozada MI *et al.* (2025), o desempenho clínico das coroas está diretamente relacionado à adaptação marginal, às propriedades mecânicas dos materiais e ao método de fabricação empregado. Embora diferentes técnicas de confecção,

incluindo os fluxos digitais, apresentem resultados clínicos satisfatórios, a adaptação marginal e a resistência mecânica permanecem determinantes para o sucesso e longevidade das reabilitações.

Em relação às resinas para impressão 3D, Shekhare *et al.* (2025) demonstraram que coroas provisórias implantossuportadas confeccionadas por impressão tridimensional apresentaram maior resistência à fratura quando comparadas às confeccionadas pelo método convencional com resina autopolimerizável, evidenciando o potencial da manufatura aditiva na melhoria das propriedades mecânicas das próteses provisórias. Esses achados sugerem maior previsibilidade clínica e melhor distribuição das tensões oclusais, contribuindo para redução de falhas protéticas durante o período de osseointegração.

Os avanços em biomateriais têm possibilitado o desenvolvimento de resinas com carga cerâmica que apresentam melhores propriedades mecânicas, estabilidade dimensional e resistência ao desgaste, permitindo sua utilização não apenas em coroas provisórias, mas também em coroas definitivas em determinadas situações clínicas. Dessa forma, o aprimoramento dos materiais e das tecnologias digitais reforça a importância da seleção adequada do sistema de fabricação e do material restaurador para garantir previsibilidade e durabilidade das coroas em longo prazo²⁶.

Novos compósitos híbridos e nanocerâmicos produzidos por impressão tridimensional têm demonstrado propriedades mecânicas favoráveis, como resistência à flexão, dureza e adequada adaptação marginal, apresentando desempenho, em alguns casos, comparável aos materiais fresados convencionais. Entretanto, a literatura ainda apresenta limitações quanto à longevidade clínica, comportamento sob cargas cíclicas prolongadas e estabilidade das propriedades físico-químicas ao longo do tempo, especialmente em reabilitações implantossuportadas, nas quais a ausência do ligamento periodontal implica maior transmissão de tensões ao conjunto implante-prótese²⁷.

Nesse contexto, embora as resinas ceramic-filled representem uma alternativa promissora para coroas definitivas, seu uso deve ser indicado com cautela, considerando fatores como extensão da reabilitação, padrão oclusal e presença de parafunções.³³ Além disso, Shinet *et al.* (2020) ressalta que a caracterização estética de coroas impressas em 3D é essencial para o sucesso clínico, sobretudo em reabilitações implantossuportadas.

4. CONCLUSÃO

A associação entre escaneamento intraoral, planejamento virtual, softwares CAD/CAM e manufatura aditiva possibilitou adequada adaptação protética, além de favorecer a comunicação entre clínica e laboratório. A utilização da impressão tridimensional associada a resinas com carga cerâmica apresentou resultados clínicos satisfatórios no caso

descrito, evidenciando o potencial dessas tecnologias na Odontologia digital contemporânea. Entretanto, apesar dos avanços observados, ainda são necessários estudos clínicos longitudinais para validação da longevidade, estabilidade mecânica e previsibilidade desses materiais em reabilitações implantossuportadas definitivas.

Mesmo considerando as limitações inerentes ao fluxo digital e materiais impressos em 3D, ressalta-se a importância e incentivo aos profissionais da implantodontia cada vez mais necessário e importante para o desenvolvimento digital. Dessa forma, o domínio técnico do fluxo digital, aliado à correta seleção dos materiais e protocolos clínicos, permanece fundamental para obtenção de resultados funcionais e estéticos previsíveis.

5. REFERÊNCIAS

- [1]. Oros D, Penčić M, Orošnjak M, Kedziora S. Additive manufacturing technologies and their applications in dentistry: a systematic literature review. *Appl Sci (Basel)*. 2025;15(15):8346. doi:10.3390/app15158346
- [2]. Costa LPG, Zamalloa SID, Alves FAM, Spigolon R, Mano LY, Costa C, *et al.* 3D printers in dentistry: a review of additive manufacturing techniques and materials. *Clin Lab Res Dent*. 2021;1:e188502. doi:10.11606/issn.2357-8041.clrd.2021.188502
- [3]. Pradies G, Morón-Conejo B, Martínez-Rus F, Salido MP, Berrendero S. Current applications of 3D printing in dental implantology: a scoping review mapping the evidence. *Clin Oral Implants Res*. 2024;35(4):367-384. doi:10.1111/clr.14247
- [4]. Moörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006;137 Suppl:7S-13S. doi:10.14219/jada.archive.2006.0398
- [5]. Revilla-León M, Sánchez-Rubio JL, Oteo-Calatayud J, Özcan M. Impression technique for a complete-arch prosthesis with multiple implants using additive manufacturing technologies. *J Prosthet Dent*. 2017;117(6):714-720. doi:10.1016/j.prosdent.2016.08.036
- [6]. Zailai A, Aldwyyan NF, Alsaedy MH, Alasiri A, Alharbi RK, Alothman AR, *et al.* Clinical effectiveness and accuracy of fully digital workflows versus conventional methods in implant-supported restorations: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2026;18(2):e102864. doi:10.7759/cureus.102864
- [7]. Park JS, Alshehri YFA, Kruger E, Villata L. Accuracy of digital versus conventional implant impressions in partially dentate patients: a systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2025;160:105918. doi:10.1016/j.jdent.2025.105918
- [8]. Brenes C, Bencharit S, Fox T. Evaluation of prosthetic outcomes and patient satisfaction with 3D-printed implant-supported fixed prosthesis. *Cureus*. 2023;15(7):e42537. doi:10.7759/cureus.42537
- [9]. Amin SA, Hann S, Elsheikh AK, Boltchi F, Zandinejad A. A complete digital approach for facially generated full arch diagnostic wax up, guided surgery, and implant-supported interim prosthesis by integrating 3D facial scanning, intraoral scan and CBCT. *J Prosthodont*. 2023;32(1):90-93. doi:10.1111/jopr.13605
- [10]. Mirelez JA, Klaus K. Implementing 3D facial scans into the full arch digital workflow. *Oral Maxillofac*

- Surg Clin North Am. 2025;37(2):273-286. doi:10.1016/j.coms.2024.12.005
- [11]. Pozzi A, Arcuri L, Moy PK. The smiling scan technique: facially driven guided surgery and prosthetics. *J Prosthodont Res.* 2018;62(4):514-517. doi:10.1016/j.jpor.2018.03.004
 - [12]. Joda T, Brägger U, Gallucci GO. Systematic literature review of digital three-dimensional superimposition techniques to create virtual dental patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(2):330-337. doi:10.11607/jomi.3852
 - [13]. Shuto T, Mine Y, Tani A, Taji T, Murayama T. Facial scans in clinical dentistry and related research: a scoping review. *Cureus.* 2025;17(4):e81662. doi:10.7759/cureus.81662
 - [14]. Benalcazar-Jalkh EB, Carvalho LF, Zahoui A, Pucciarelli MGR, Soares S, Celestrino M, et al. Digital workflow for the restoration of the vertical dimension of occlusion evaluated by 3D stereophotogrammetry. *J Esthet Restor Dent.* 2025;37(12):2493-2509. doi:10.1111/jerd.70030
 - [15]. Salomão GVS, Chun EP, Panegaci RS, Santos FT. Analysis of digital workflow in implantology. *Case Rep Dent.* 2021;2021:6655908. doi:10.1155/2021/6655908
 - [16]. Gianfreda F, Pesce P, Marcano E, Pistilli V, Bollero P, Canullo L. Clinical outcome of fully digital workflow for single-implant-supported crowns: a retrospective clinical study. *Dent J (Basel).* 2022;10(8):139. doi:10.3390/dj10080139
 - [17]. Desai V, Bumb D. Digital dental photography: a contemporary revolution. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2013;6(3):193-196. doi:10.5005/jp-journals-10005-1217
 - [18]. 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;18(1):134. doi:10.1186/s12903-018-0597-0
 - [19]. Mangano FG, Hauschild U, Admakin O. Full digital workflow for the design and fabrication of implant-supported monolithic translucent zirconia crowns cemented on customized hybrid abutments: A clinical report. *J Prosthodont Res.* 2019;63(2):220-226. doi:10.1016/j.jpor.2018.03.004
 - [20]. Tsirogiannis P, Pieger S, Pelekanos S, Kourtis S. Surgical and prosthetic dental rehabilitation through a complete digital workflow: a case report. *Int J Comput Dent.* 2016;19(4):341-349
 - [21]. Cortes ARG. Digital versus conventional workflow in oral rehabilitations: current status. *Appl Sci (Basel).* 2022;12(8):3710. doi:10.3390/app12083710
 - [22]. Gehrke P, Rashidpour M, Sader R, Weigl P. A systematic review of factors impacting intraoral scanning accuracy in implant dentistry with emphasis on scan bodies. *Int J Implant Dent.* 2024;10(1):20. doi:10.1186/s40729-024-00543-0
 - [23]. Rotaru C, Bica EA, Butnărașu C, Săndulescu M. Three-dimensional scanning accuracy of intraoral scanners for dental implant scan bodies: an original study. *Medicina (Kaunas).* 2023;59(11):2037. doi:10.3390/medicina59112037
 - [24]. Nowicki A, Osypko K. Digital workflow in full mouth rehabilitation with immediate loading, intraoral welding and 3D-printed reconstructions in a periodontal patient: a case report. *Reports.* 2023;6(4):52. doi:10.3390/reports6040052
 - [25]. Nehru A, Nagesh S. Smartphone-based 3D facial scanning applications in orthodontic diagnosis: a cross-sectional study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2025;19(2):97-103. doi:10.34172/joddd.025.42109
 - [26]. Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3D printing in digital prosthetic dentistry: an overview of recent developments in additive manufacturing. *J Clin Med.* 2021;10(9):2010. doi:10.3390/jcm10092010
 - [27]. Alzahrani SJ, Hajjaj MS, Azhari AA, Ahmed WM, Yeslam HE, Carvalho RM. Mechanical properties of three-dimensional printed provisional resin materials for crown and fixed dental prosthesis: a systematic review. *Bioengineering (Basel).* 2023;10(6):663. doi:10.3390/bioengineering10060663
 - [28]. Shekhar A, Rana A, Srivastava S, Bhatia LK, Chaturvedi A, Singh A. Comparative evaluation of fracture resistance in implant-supported provisional crowns fabricated by computer-aided design and manufacturing, three-dimensional printing, and conventional self-curing. *Cureus.* 2025;17(6):e86311. doi:10.7759/cureus.86311
 - [29]. Al-Ramadan A, Abualsaud R, Al-Dulaijan YA, Al-Thobity AM, Alalawi H. Accuracy and fit of ceramic filled 3D-printed resin for permanent crown fabrication: an in vitro comparative study. *Prosthesis.* 2024;6(5):1029-1041. doi:10.3390/prosthesis6050075
 - [30]. Lozada MI, Rondón AKA, Cordeiro IB, Borella PS, Junqueira PC, Mendonça G, et al. Physicomechanical properties of 3D printed resins for producing definitive dental crowns. *J Prosthet Dent.* 2025. PMID: 40817020
 - [31]. Shekhar A, Rana A, Srivastava S, Bhatia LK, Chaturvedi A, Singh A. Comparative evaluation of fracture resistance in implant-supported provisional crowns fabricated by computer-aided design and manufacturing, three-dimensional printing, and conventional self-curing. *Cureus.* 2025;17(6):e86311. doi:10.7759/cureus.86311
 - [32]. Schweiger J, Edelhoff D, Güth JF. 3D printing in digital prosthetic dentistry: an overview of recent developments in additive manufacturing. *J Clin Med.* 2021;10(9):2010. doi:10.3390/jcm10092010
 - [33]. Bora PV, Sayed Ahmed A, Alford A, Pittman K, Thomas V, Lawson NC. Characterization of materials used for 3D printing dental crowns and hybrid prostheses. *J Esthet Restor Dent.* 2024;36(1):220-230. doi:10.1111/jerd.13174
 - [34]. Shin SY, Lee J, Kim HJ, Park YB. Digital workflow for implant-supported fixed dental prostheses: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2020;124(4):423-427. doi:10.1016/j.prosdent.2019.08.008.