

AVANÇOS E LIMITAÇÕES DO ESCANEAMENTO DIGITAL EM ARCOS EDÊNTULOS: REVISÃO DE LITERATURA

ADVANCEMENTS AND LIMITATIONS OF DIGITAL SCANNING IN EDENTULOUS ARCHES: LITERATURE REVIEW

FRANCISCO MACEDO DA **ROCHA NETO**¹, ANDRÉ LUIZ SILVA DE **ASSIS**¹, DANIELLE OLIVEIRA **VIEIRA**^{2*}, DEYNNE WYLLIE DAMASCENA **SOUGEY**³, DIEGO JOSÉ GOMES DA **SILVA**⁴, CARINA SINCLER DELFINO DA **CUNHA**⁵, PEDRO HENRIQUE SANTOS DE **PAULA**¹

1. Pós-graduando em implantodontia e Prótese dentária (RIDGE INSTITUTE); 2. Especialista em Ortodontia pela Uniavan; 3. Mestranda em implantodontia University of Iowa; 4. Especialista em programas de saúde da família (IPEMIG); 5. Doutora pela Faculdade de Odontologia de São Paulo – USP.

* Avenida Coronel Colares Moreira, 444, bairro Renascença, São Luís, Maranhão, Brasil. CEP: 65075-440. danielleov@hotmail.com

Recebido em 29/07/2026 Aceito para publicação em 05/08/2026

RESUMO

O escaneamento digital na reabilitação oral torna-se uma alternativa tecnológica e viável, frente aos métodos convencionais existentes, a exemplo do rastreamento e reprodução de arcos dentários edêntulos. O presente trabalho tem como objetivos: discutir criticamente a literatura vigente sobre o uso do escaneamento intraoral em pacientes edêntulos, seus avanços, limitações e aplicabilidade clínica; e analisar evidências sobre a acurácia do método. Realizou-se busca eletrônica em bases de dados como PubMed, MDPI, BDJ OPEN e RESEARCHGATE, utilizando os descritores: Maxilar edêntulo; Técnica de Moldagem odontológica; Prótese total; Prótese dentária Suportada por implantes e Projeto assistido por computador. Foram encontrados 39 artigos, sendo 20 incluídos, e 19 excluídos. Os resultados obtidos demonstram que o grau de acurácia variou conforme os scanners e as regiões anatômicas avaliadas. Registros de mucosa aderida mostrou-se comparável às moldagens convencionais. No entanto, discrepâncias tridimensionais concentraram-se em áreas de mucosa móvel e resiliente, como o palato mole, o sulco vestibular e a região sublingual, comprometendo o selamento periférico em próteses totais convencionais. Nas reabilitações implantes-suportadas, o erro acumulado pelo stitching (costura digital de imagens) longitudinal, representou um entrave técnico mitigado recentemente por tecnologias avançadas como a estereofotogrametria e estratégias de varredura padronizadas (P-O-B). Diante dos achados, acredita-se que o escaneamento intraoral em arcos edêntulos é uma alternativa tecnológica viável e precisa para áreas de mucosa firme. No entanto, a cópia de estruturas elásticas e periféricas permanece como um grande desafio clínico, e depende diretamente da seleção criteriosa do sistema de varredura, calibração do aparelho e técnica do operador.

PALAVRAS-CHAVE: Maxilar edêntulo. Técnica de Moldagem odontológica. Prótese total. Prótese dentária suportada por implantes. Projeto assistido por computador.

ABSTRACT

Digital scanning in oral rehabilitation has emerged as a

viable technological alternative to conventional methods, such as the impression and reproduction of edentulous dental arches. The objectives of this study were to critically discuss the current literature on the use of intraoral scanning in edentulous patients—covering its advancements, limitations, and clinical applicability—and to analyze evidence regarding the method's accuracy. An electronic search was conducted across databases such as PubMed, MDPI, BDJ OPEN, and ResearchGate, using the following keywords: edentulous maxilla, dental impression technique, complete denture, implant-supported dental prosthesis, and computer-aided design. Thirty-nine articles were identified; 20 were included, and 19 were excluded. The results demonstrate that the degree of accuracy varied depending on the scanners and anatomical regions evaluated. Recordings of attached mucosa proved comparable to conventional impressions. However, three dimensional discrepancies were concentrated in areas of mobile and resilient mucosa—such as the soft palate, the vestibular sulcus, and the sublingual region—thereby compromising the peripheral seal in conventional complete dentures. In implant-supported rehabilitations, cumulative error resulting from longitudinal image stitching represented a technical hurdle that has recently been mitigated by advanced technologies, such as stereophotogrammetry, and standardized scanning strategies (P-O-B). Based on these findings, intraoral scanning of edentulous arches considered a viable and accurate technological alternative for areas of firm mucosa. However, capturing elastic and peripheral structures remains a significant clinical challenge, depending directly on the careful selection of the scanning system, device calibration, and operator technique.

KEYWORDS: Edentulous maxilla. Dental impression technique. Complete denture. Implant-supported dental prosthesis. Computer-aided design.

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de pacientes com arcos edêntulos permanece como um dos maiores desafios da Prótese Dentária, especialmente porque o sucesso clínico das próteses totais e implantossuportadas depende da

obtenção de registros precisos das estruturas de suporte e, nos casos mucossuportados, da adequada reprodução das áreas periféricas e dos tecidos dinâmicos^{1,2,3}.

Nesse cenário, a incorporação do escaneamento intraoral aos fluxos digitais tem despertado interesse crescente, uma vez que essa tecnologia tende a reduzir o tempo clínico, melhorar o conforto do paciente e simplificar etapas laboratoriais, além de favorecer a integração com sistemas CAD/CAM^{4,5}.

Nos arcos edêntulos, porém, a literatura recente adota uma posição favorável, mas cautelosa. Revisões sistemáticas e estudos clínicos recentes indicam que o método pode apresentar acurácia clinicamente aceitável em áreas anatômicas estáveis, como superfícies de mucosa aderida e regiões com marcos bem definidos^{6,7}. Em contrapartida, os principais limites continuam concentrados nas bordas periféricas, no palato mole, no sulco vestibular e em outras áreas de mucosa móvel, onde a fidelidade do registro tende a diminuir, o que limita a obtenção de moldagens funcionais totalmente digitais para próteses totais convencionais^{1,6,8}.

É certo que o desempenho do escaneamento intraoral em pacientes edêntulos não depende apenas do dispositivo utilizado. A morfologia do arco, estratégia de varredura, experiência do operador, presença de tecidos móveis e extensão da área escaneada são fatores que influenciam demasiadamente o registro^{6,9,10}.

Em particular, o escaneamento intraoral da mandíbula tende a ser mais difícil e apresenta menor fidelidade comparado à maxila de acordo com Hamad et al. Paralelamente, estudos mais recentes têm investigado estratégias para superar esses obstáculos, como o uso de marcadores artificiais, componentes geométricos auxiliares, protocolos híbridos e recursos fotogramétricos, com resultados encorajadores principalmente em arcos edêntulos implantossuportados, ainda que grande parte dessa evidência permaneça baseada em estudos *in vitro*¹¹.

A expectativa sugerida pela literatura atual é de que o escaneamento intraoral pode atingir níveis de acurácia clinicamente verossímeis em arcos edêntulos implantossuportados, embora os resultados variem conforme o paralelismo dos implantes, o sistema empregado e a complexidade do caso^{2,9,12}. Ainda assim, mesmo nesta área, persistem limitações metodológicas e carência de estudos clínicos que verifiquem a viabilidade de generalizações definitivas^{2,9,13}.

Diante desse panorama, faz-se relevante reunir e discutir criticamente a literatura vigente sobre o uso do escaneamento intraoral em pacientes edêntulos, com ênfase em seus avanços, limitações e aplicabilidade clínica. Assim, esta revisão de literatura propõe analisar as evidências disponíveis sobre a acurácia do método, suas principais indicações, os entraves técnicos ainda existentes e as perspectivas futuras de sua incorporação à Odontologia digital⁵.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão da literatura, de caráter descritivo e analítico, desenvolvida com o objetivo de

reunir e discutir criticamente as evidências disponíveis acerca do uso do escaneamento intraoral em pacientes com arcos edêntulos, com ênfase na acurácia do método, nos avanços tecnológicos, nas limitações técnicas e em sua aplicabilidade clínica.

Para a obtenção dos estudos, foi realizada busca eletrônica nas bases de dados PubMed, MDPI, BDJ Open e ResearchGate. Foram utilizados, como termos de busca e seleção das publicações, os descritores: “Maxilar edêntulo”, “Técnica de Moldagem odontológica”, “Prótese total”, “Prótese dentária suportada por implantes” e “Projeto assistido por computador”, correspondentes aos principais aspectos relacionados ao escaneamento digital, à obtenção de registros em arcos edêntulos e às reabilitações protéticas convencionais e implantossuportadas.

A seleção das publicações foi realizada de acordo com sua pertinência ao tema proposto, considerando-se estudos relacionados ao escaneamento intraoral de arcos edêntulos, à comparação entre métodos digitais e técnicas convencionais de moldagem, à avaliação da acurácia e precisão dos sistemas de escaneamento, às dificuldades de registro de tecidos moles e estruturas periféricas e às estratégias destinadas à redução das limitações inerentes à digitalização de arcos edêntulos. Foram também consideradas publicações que abordaram recursos e tecnologias auxiliares aplicáveis às reabilitações implantossuportadas, incluindo estratégias de varredura, ferulização, marcadores auxiliares e estereofotogrametria.

As publicações selecionadas foram analisadas quanto aos seus principais achados relacionados à acurácia do escaneamento intraoral, às diferenças entre áreas de mucosa firme e tecidos móveis ou resilientes, ao comportamento dos sistemas digitais em arcos totais implantossuportados e aos fatores técnicos capazes de interferir na qualidade do registro digital.

A análise do material selecionado foi realizada de forma qualitativa e comparativa, buscando-se identificar convergências e divergências entre os estudos quanto ao desempenho dos diferentes sistemas de escaneamento, às condições anatômicas avaliadas, às estratégias de aquisição das imagens e às tecnologias empregadas para minimizar os erros decorrentes do processamento e da união sequencial das imagens (stitching). Os achados foram posteriormente organizados e discutidos de acordo com sua relevância para a aplicabilidade clínica do escaneamento intraoral em pacientes edêntulos.

Não foram utilizados dados individuais de pacientes, amostras clínicas próprias ou procedimentos experimentais no presente estudo, uma vez que se trata de revisão da literatura baseada em publicações científicas previamente disponíveis.

3. REVISÃO DA LITERATURA

A revolução digital na odontologia transformou radicalmente a transição do gesso para os pixels, mas mapear a anatomia de pacientes desdentados totais, conhecidos tecnicamente como edêntulos, continua sendo um dos principais desafios para as tecnologias

atuais. O sucesso de uma prótese total, seja ela convencional, apoiada diretamente na gengiva, ou fixada sobre implantes, depende de um encaixe milimétrico para garantir estabilidade e conforto ao paciente. No entanto, a promessa de eliminar aquela massa desconfortável das moldagens tradicionais esbarra em uma limitação biológica básica, visto que os scanners intraorais capturam imagens estáticas, enquanto a boca humana se comporta de maneira dinâmica.

De acordo com a revisão conduzida por Nguyen *et al.* (2025)¹, os fluxos de trabalho 100% digitais ainda falham sistematicamente em registrar o comportamento dinâmico dos tecidos moles e das bordas periféricas da boca durante funções simples e essenciais, como falar e engolir. Sem dentes para servir de guia geométrico rígido, a câmera digital frequentemente se perde na imensidão lisa da mucosa móvel, o que força a odontologia contemporânea a adotar estratégias híbridas, nas quais se digitalizam moldagens físicas tradicionais ou próteses antigas já adaptadas para garantir a retenção necessária.

Quando a reabilitação envolve arcos totais implantossuportados, a exigência por precisão tridimensional torna-se ainda mais rigorosa para assegurar a passividade das infraestruturas e mitigar complicações biomecânicas prejudiciais ao osso. Avaliando esse desafio, o estudo de Cai *et al.* (2024)² trouxe um dado curioso e peculiar ao demonstrar que o escaneamento digital intraoral mostrou superioridade estatística em relação às moldagens físicas justamente quando os implantes estavam desalinhados ou não paralelos.

Por outro lado, em casos de perfeito paralelismo entre os pilares, a tradicional moldagem convencional física ainda manteve uma sutil vantagem. O comportamento dessas ferramentas digitais é constantemente testado em laboratório sob ambientes controlados, como no estudo *in vitro* de Sinha *et al.* (2025)³, que contrasta dois tipos de scanners intraorais com a moldagem convencional de moldeira aberta em poliéster em modelos com seis implantes paralelos. O veredito desse experimento revelou que ambos os sistemas digitais exibiram desvios lineares e angulares significativamente menores que o método tradicional, sem diferenças gritantes entre as marcas de scanners avaliadas. Esses achados dão suporte direto às conclusões de Siqueira *et al.* (2021)⁴, cuja revisão sistemática carimbou o escaneamento intraoral como uma tecnologia globalmente mais rápida, amplamente preferida pelos pacientes e capaz de entregar resultados protéticos altamente confiáveis na rotina clínica.

Contudo, transpor esses dados para a confecção de próteses totais mucossuportadas impõe desafios biológicos distintos. A revisão de Oliveira Alvarenga Freire *et al.* (2025)⁵ aponta que o fresamento computadorizado de blocos de PMMA confere propriedades mecânicas e estabilidade dimensional muito superiores às resinas acrílicas convencionais e até às resinas de impressão 3D por processo aditivo. O

grande obstáculo, no entanto, é o fator humano, já que os scanners intraorais não conseguem reproduzir com fidelidade a viscoelasticidade da gengiva, ou seja, a capacidade que o tecido mole tem de se esticar e se comprimir sob pressão, o que faz com que a retenção clínica final de próteses totais feitas puramente por escaneamento direto ainda gere intensos debates na comunidade científica.

Essas inconsistências regionais na varredura óptica foram mapeadas detalhadamente por Srivastava *et al.* (2023)⁶, evidenciando que, enquanto as câmeras digitais são excelentes para registrar áreas de mucosa firme e ceratinizada, chamadas de marcos anatômicos estáticos, os maiores erros tridimensionais acontecem justamente nas zonas de palato mole, sulco vestibular e áreas sublinguais.

Essa distorção geométrica foi mensurada clinicamente por Lo Russo *et al.* (2020)⁷ em pacientes sem dentes, identificando que o desvio tridimensional inicial entre o scanner e a moldagem física com polissulfeto era de $-0,19 \pm 0,18$ mm, mas bastava fazer um corte digital das bordas borradas pelo movimento dos tecidos para o erro despencar para apenas $-0,02 \pm 0,05$ mm. Esse valor residual é tão insignificante que entra na faixa de resiliência da própria gengiva, provando que o erro não decorre de um defeito do scanner, mas sim de princípios físicos diferentes. Apesar disso, cientistas como Wang *et al.* (2023)⁸ adotam uma postura mais severa baseada em dados clínicos *in vivo*, sustentando que desvios periféricos na presença de tecidos móveis, variando de 40 a 1380 μ m, impedem que o escaneamento substitua completamente as moldagens físicas funcionais, pois o ambiente dinâmico da boca inviabiliza a criação de um selamento periférico hermético de forma puramente digital.

Quando o foco se desloca para as reabilitações sobre múltiplos implantes, o tamanho da área desdentada aumenta o risco de um erro técnico conhecido como stitching, que é a colagem ou costura digital que o software faz para unir as milhares de imagens capturadas pelo scanner.

Na revisão de Wulfman, Naveau & Rignon-Bret (2019)⁹, pontuou-se que, embora os scanners operem muito bem em laboratório com desajustes abaixo do limite crítico de 150 μ m, na realidade o resultado varia conforme a distância entre os implantes, o formato do pino de escaneamento, chamado de scan body, e a experiência do operador. Esse desafio é ratificado pela revisão de escopo de Achmadi *et al.* (2025)¹⁰, que confirma que a ausência de dentes como pontos rígidos de referência dificulta o rastreamento óptico na crista alveolar, fazendo com que os grandes scanners laboratoriais de bancada, que trabalham fora da boca, ainda ofereçam maior precisão por operarem em um ambiente controlado, sem saliva ou movimentos.

Clinicamente, Al Hamad & Al-Kaff (2023)¹⁴ validaram essas distorções ao notar que o escaneamento direto gera bordas protéticas significativamente mais finas e evitadas, ou seja, deslocadas para fora, do que os métodos tradicionais, além de descobrirem que

escanear a mandíbula oferece uma exatidão muito menor e maior dificuldade técnica do que a maxila devido à interferência constante da língua e do assoalho bucal móvel.

Para mitigar esses erros de distorção ao longo de arcos extensos, estratégias de estabilização foram desenvolvidas, como detalhado por Leggeri *et al.* (2023)¹¹, que destacaram o uso de marcas artificiais coladas na gengiva ou a união mecânica, conhecida como ferulização, dos pinos de escaneamento. Testando a eficácia dessas técnicas, Cheng *et al.* (2024)¹⁵ realizaram uma comparação *in vitro* em um modelo de alumínio aeroespacial com seis implantes, avaliando a moldagem convencional, o escaneamento padrão, o escaneamento com os pinos ferulizados e a estereofotogrametria.

O resultado mostrou que a fotogrametria superou significativamente todas as demais técnicas em termos de acurácia e precisão, ficando perfeitamente abaixo dos limites de erro clínico, enquanto a união mecânica dos corpos de escaneamento ajudou a reduzir o erro apenas no início do trajeto, falhando em conter o desvio acumulado no restante do arco. Em contrapartida, a precisão posicional obtida clinicamente foi documentada por Chochlidakis *et al.* (2020)¹² ao avaliarem 16 pacientes reais com maxilas edêntulas, encontrando um desvio tridimensional global médio aceitável de $162 \pm 77 \mu\text{m}$ e confirmando uma tendência física real de aumento no desvio conforme elevava-se o número de implantes inseridos, saltando de $139 \mu\text{m}$ com 4 implantes para $185 \mu\text{m}$ com 6 implantes.

Complementando essa análise, a meta-análise de Papaspyridakos *et al.* (2020)¹³ determinou que, em modelos totalmente desdentados estudados *in vitro*, a diferença média de desvio entre o scanner e a moldagem analógica foi de apenas $8,20 \mu\text{m}$, demonstrando uma equivalência virtual estatisticamente aceitável. Entretanto, em arcos parcialmente desdentados, a velha moldagem convencional manteve-se superior por uma diferença média de $52,31 \mu\text{m}$ devido ao impacto da angulação dos dentes e implantes vizinhos.

Para estabelecer uma hierarquia de desempenho entre as tecnologias, a meta-análise de rede conduzida por Vitai *et al.* (2023)¹⁶ analisou 53 artigos e 26 modelos de scanners, confirmando que a acurácia varia drasticamente conforme o cenário clínico. Enquanto aparelhos de ponta como o CEREC Primescan e o 3Shape Trios demonstraram acurácia e precisão dentro do limite aceitável de $120 \mu\text{m}$ para arcos dentados e edêntulos simples, o desfecho em arcos edêntulos com implantes revelou-se altamente dependente do hardware, ratificando que marcas projetadas essencialmente para varreduras de curto alcance não devem ser aplicadas em arcos totais.

Na vanguarda dessa evolução, o estudo prospectivo *in vivo* de Eldabe, Adel-Khattab e Botros (2026)¹⁷ avaliou 104 posições de implantes em pacientes reais, comprovando que o scanner de fotogrametria intraoral reduziu significativamente o desvio tridimensional para meros $30,7 \mu\text{m}$ e o desvio angular para $0,78^\circ$ em relação

ao scanner intraoral convencional, eliminando a interferência do tipo de arco na fidelidade do registro. Essa evolução tecnológica responde diretamente aos fatores críticos mapeados por Pereira *et al.* (2023)¹⁸, demonstrando que o sucesso depende de uma equação matemática e física estrita que envolve a angulação dos implantes até o limite de 15 graus, a distância interlock de 16 a 22 mm, o controle termohigrométrico ambiental entre 20°C e 21°C com umidade de 45% para evitar embaçamento das lentes, e o uso de componentes feitos de PEEK para evitar reflexos ópticos.

Por fim, o impacto das estratégias de varredura executadas pelo profissional foi esmiuçado por Jamjoom *et al.* (2024)¹⁹, que provaram que a estratégia que inicia o escaneamento pela face palatina ou lingual, progride pela oclusal e termina na face bucal proporciona os maiores níveis de acurácia global, enquanto movimentos aleatórios em zigue-zague contínuo induzem erros de processamento da malha. Esse comportamento foi corroborado por Al-Dulaijan *et al.* (2025)²⁰, cujo ensaio demonstrou que o scanner de bancada laboratorial retém a maior precisão geral devido ao ambiente estável, seguido de perto pela plataforma TRIOS, que exibiu valores de acurácia estatisticamente equivalentes à moldagem convencional com poliuretano ou VPS, superando significativamente a plataforma Medit nas dimensões do rebordo e do palato.

Em suma, o corpo de evidências atual demonstra que o escaneamento intraoral de arcos edêntulos atinge níveis de acurácia compatíveis com as exigências clínicas vigentes, desde que haja estrita seleção do sistema de varredura, calibração rigorosa do operador e adoção de estratégias de escaneamento condizentes com a complexidade anatômica do paciente desdentado.

4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, foi evidenciado que o escaneamento intraoral de arcos edêntulos equipara-se aos níveis de acurácia das técnicas analógicas convencionais existentes, porém o grande desafio em copiar estruturas anatômicas intrabucais que possuem um certo grau de elasticidade se faz presente no cotidiano clínico, e para a obtenção de altas taxas de sucesso, são necessárias algumas estratégias por parte do operador que vão desde a seleção do sistema de varredura, à calibração do aparelho e técnicas de posicionamento da ponteira. Neste sentido, acredita-se que os scanners são alternativas viáveis e essenciais no processo de reabilitação oral, e que devem ser empregados quando necessário, no entanto, ainda não é uma realidade para maioria dos cirurgiões dentistas, frente ao alto custo e infraestrutura para aquisição deles.

5. REFERÊNCIAS

- [1]. Nguyen T, Srinivasan M, Naveau A. Functional impression of complete edentulous arches in a digital

- flow: A scoping review. *J Dent.* 2025; 153:105981. doi:10.1016/j.jdent.2025.105981.
- [2]. Cai Z, Li X, Wu X, Lai H, Shi J. Does intra-oral scan improve the impression accuracy of full-arch implant-supported prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2024; 26(5):847-861. doi:10.1111/cid.13321.
 - [3]. Sinha RR, Alekhya P, Prathyusha Y, Kaur H, Tr K, Panda B. Accuracy of digital impressions in edentulous arches for implant-supported prostheses: An in vitro comparison. *Bioinformation.* 2025; 21(1):2996-2999. doi:10.6026/973206300212996.
 - [4]. Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang HL, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2021; 25(12):6517-6531. doi:10.1007/s00784-021-04157-3.
 - [5]. De Oliveira Alvarenga Freire J, Zavanelli AC, Mazaro JVQ, Zavanelli R, De Alexandre RS, Neto OMS. Advances and challenges in the integration of digital technologies in complete dentures: A narrative literature review. *J Clin Exp Dent.* 2025; 17(5):e587-e593. doi:10.4317/jced.62598.
 - [6]. Srivastava G, Padhiary S, Mohanty N, Molinero-Mourelle P, Chebib N. Accuracy of intraoral scanner for recording completely edentulous arches—A systematic review. *Dent J (Basel).* 2023; 11(10):241. doi:10.3390/dj11100241.
 - [7]. Lo Russo L, Caradonna G, Troiano G, Salamini A, Guida L, Ciavarella D. Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study. *J Prosthet Dent.* 2020; 123(2):264-268. doi:10.1016/j.prosdent.2019.04.004.
 - [8]. Wang Y, Li Y, Liang S, Yuan F, Liu Y, Ye H, et al. The accuracy of intraoral scan in obtaining digital impressions of edentulous arches: a systematic review. *J Evid Based Dent Pract.* 2023; 24(1):101933. doi:10.1016/j.jebdp.2023.101933.
 - [9]. Wulfman C, Naveau A, Rignon-Bret C. Digital scanning for complete-arch implant-supported restorations: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2019; 124(2):161-167. doi:10.1016/j.prosdent.2019.06.014.
 - [10]. Achmadi AA, Rikmasari R, Oscandar F, Novianti VMP. The accuracy of edentulous arch impression between intraoral scanner and laboratory scanner: a scoping review. *BDJ Open.* 2025; 11(1):13. doi:10.1038/s41405-025-00300-4.
 - [11]. Leggeri A, Carosi P, Mazzetti V, Arcuri C, Lorenzi C. Techniques to improve the accuracy of intraoral digital impression in complete edentulous arches: A narrative review. *Appl Sci.* 2023; 13(12):7068. doi:10.3390/app13127068.
 - [12]. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Tsigarida A, Romeo D, Chen YW, Natto Z, et al. Digital versus conventional full-arch implant impressions: A prospective study on 16 edentulous maxillae. *J Prosthodont.* 2020; 29(4):281-286. doi:10.1111/jopr.13162.
 - [13]. Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen YW, Kotina E, Natto Z, Kang K, et al. Digital vs conventional implant impressions: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont.* 2020; 29(8):660-678. doi:10.1111/jopr.13211.
 - [14]. Al Hamad KA, Al-Kaff FT. Trueness of intraoral scanning of edentulous arches: A comparative clinical study. *J Prosthodont.* 2022; 32(6):507-515. doi:10.1111/jopr.13597.
 - [15]. Cheng J, Zhang H, Liu H, Li J, Wang HL, Tao X. Accuracy of edentulous full-arch implant impression: An in vitro comparison between conventional impression, intraoral scan with and without splinting, and photogrammetry. *Clin Oral Implants Res.* 2024; 35(5):560-572. doi:10.1111/clr.14252.
 - [16]. Vitai V, Richter P, Hermann P, Borbély J. Evaluation of the accuracy of intraoral scanners for complete-arch scanning: A systematic review and network meta-analysis. *J Dent.* 2023; 141:104791. doi:10.1016/j.jdent.2023.104791.
 - [17]. Eldabe AK, Shady M, Moustafa O, El-Anwar MI. Accuracy of intraoral photogrammetry in complete arch digital implant scanning: An in vivo prospective comparative study. *J Prosthet Dent.* 2025; 133(2):245-253. doi:10.1016/j.prosdent.2025.03.041.
 - [18]. Pereira LAC, Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Wang HL, et al. Factors that influence the accuracy of intraoral scanning of total edentulous arches rehabilitated with multiple implants: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2021; 126(5):645-654. doi:10.1016/j.prosdent.2020.08.026.
 - [19]. Jamjoom F, El-Mowafy O, Al-Askar M. Impact of intraoral scanner, scanning strategy, and scanned arch on the scan accuracy of edentulous arches: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2023; 130(4):578-586. doi:10.1016/j.prosdent.2021.11.025.
 - [20]. Al-Dulaijan YA, Al-Qahtani AM, Al-Askar M. Trueness and precision of complete denture digital impression compared to conventional impression: an in vitro study. *PeerJ.* 2025; 13:e18921. doi:10.7717/peerj.19075.