

ESCANEAMENTO DIGITAL ODONTOLÓGICO: REVISÃO DE LITERATURA

DENTAL DIGITAL SCANNING: A LITERATURE REVIEW

ESCANEO DIGITAL ODONTOLÓGICO: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Camila Sousa Coelho Rocha¹
Giselle Carvalho de Oliveira²
Isabela Floriano Nunes³
Lívia Duarte Santos Lopes Carvalho⁴

RESUMO: A odontologia digital, especialmente o escaneamento digital, transformou o diagnóstico e tratamento. Este estudo analisa seus benefícios, desafios, aplicações clínicas e tipos de scanners, buscando entender seu impacto na eficiência dos tratamentos e satisfação dos pacientes. Este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão da literatura quanto o uso de scanners na prática clínica, incluindo suas limitações e desafios, como custo e necessidade de treinamento específico. A revisão bibliográfica integrativa aborda estudos qualitativos e inclui pesquisas nas bases LILACS, SCIELO e PUBMED, utilizando descritores como “CAD-CAM” “Escaneamento intraoral”, “Escaneamento digital”. O escaneamento digital proporciona benefícios como maior conforto ao paciente, redução do tempo de tratamento e melhores resultados estéticos. Além disso, ele substitui a moldagem tradicional por modelos tridimensionais digitais, que podem ser compartilhados entre especialistas, otimizando o trabalho em equipe e o planejamento de intervenções. Apesar dos avanços, o custo elevado e a curva de aprendizado ainda são desafios significativos para a adoção em larga escala. Conclui-se que, com o avanço contínuo das tecnologias digitais, o escaneamento intraoral se consolida como uma ferramenta essencial na odontologia, melhorando a eficiência dos tratamentos e aumentando a satisfação dos pacientes.

4992

Palavras-chave: CAD-CAM. Escaneamento intraoral. Escaneamento digital. Intraoral scanner. Moldagem digital.

ABSTRACT: Digital dentistry, especially digital scanning, has transformed diagnosis and treatment. This study analyzes its benefits, challenges, clinical applications, and types of scanners, aiming to understand its impact on treatment efficiency and patient satisfaction. The objective of this work is to conduct a literature review on the use of scanners in clinical practice, including their limitations and challenges, such as cost and the need for specific training. The integrative bibliographic review covers qualitative studies and includes research from LILACS, SCIELO, and PUBMED databases, using descriptors such as "CAD-CAM," "Intraoral scanning," and "Digital scanning." Digital scanning offers benefits such as increased patient comfort, reduced treatment time, and improved aesthetic outcomes. Additionally, it replaces traditional impression techniques with digital 3D models, which can be shared among specialists, enhancing teamwork and intervention planning. Despite these advancements, high costs and the learning curve remain significant challenges for large-scale adoption. It is concluded that, with the continuous advancement of digital technologies, intraoral scanning is becoming an essential tool in dentistry, improving treatment efficiency and increasing patient satisfaction.

Keywords: Intraoral scanning. Digital scanning. Intraoral scanner. Digital impression.

¹Graduando em odontologia.

²Graduando em odontologia.

³Doutorado em Ciências Odontológicas-USP - Professora UNIFSA

⁴Doutorado em Ciências Odontológicas- Faculdade São Leopoldo Mandic - Orientador - Professora UNIFSA.

RESUMEN: La odontología digital, especialmente el escaneo digital, ha transformado el diagnóstico y el tratamiento. Este estudio analiza sus beneficios, desafíos, aplicaciones clínicas y tipos de escáneres, con el objetivo de comprender su impacto en la eficiencia del tratamiento y la satisfacción de los pacientes. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión de la literatura sobre el uso de escáneres en la práctica clínica, incluidas sus limitaciones y desafíos, como el costo y la necesidad de capacitación específica. La revisión bibliográfica integrativa abarca estudios cualitativos e incluye investigaciones en las bases de datos LILACS, SCIELO y PUBMED, utilizando descriptores como "CAD-CAM", "Escaneo intraoral" y "Escaneo digital". El escaneo digital ofrece beneficios como mayor comodidad para el paciente, reducción del tiempo de tratamiento y mejores resultados estéticos. Además, sustituye la impresión tradicional por modelos digitales tridimensionales, que pueden ser compartidos entre especialistas, optimizando el trabajo en equipo y la planificación de las intervenciones. A pesar de los avances, el alto costo y la curva de aprendizaje siguen siendo desafíos significativos para su adopción a gran escala. Se concluye que, con el avance continuo de las tecnologías digitales, el escaneo intraoral se consolida como una herramienta esencial en la odontología, mejorando la eficiencia del tratamiento y aumentando la satisfacción de los pacientes.

Palabras clave: Escaneo intraoral. Escaneo digital. Escáner intraoral. Impresión digital.

INTRODUÇÃO

A odontologia passou por uma verdadeira revolução tecnológica nos últimos anos, mudando completamente a forma como os procedimentos são realizados. O escaneamento digital é uma das inovações mais notáveis e oferece uma variedade de oportunidades aos profissionais da área. Essa tecnologia permite capturar com precisão e riqueza de detalhes a anatomia bucal, o que facilita o planejamento e a realização de tratamentos complexos de forma mais eficaz e assertiva. O escaneamento digital permite a produção mais rápida e precisa de próteses, coroas e outros dispositivos deficientes, diminuindo o tempo de espera dos pacientes e garantindo dispositivos de melhor qualidade e ajuste (Ricciardi *et al.*, 2023).

O escaneamento digital na odontologia amplia as possibilidades, desde a captura precisa da anatomia bucal até o planejamento de tratamentos complexos. A substituição dos moldes tradicionais por modelos digitais traz mais conforto e precisão ao paciente. Estudos mostram que os scanners melhoram a eficiência clínica, reduzindo o tempo de processamento e o desconforto. Com visualização tridimensional detalhada, essa tecnologia facilita implantes e restaurações, permitindo ajustes e simulações que otimizam os resultados finais (Joda *et al.*, 2016).

Uma grande vantagem do escaneamento digital é o planejamento virtual, que permite a criação de modelos tridimensionais que podem ser ajustados com facilidade para simular vários cenários. Essa flexibilidade permite análises cuidadosas e ajustes de tratamentos em tempo real, tornando as coisas mais integradas para os dentes, gengivas e ossos. Além disso, os arquivos digitais podem ser compartilhados com outros especialistas, como cirurgiões e técnicos de

prótese, o que facilita o trabalho em equipe e permite uma reabilitação mais adequada e satisfatória (Pagano *et al.*, 2019).

O escaneamento digital é um grande avanço na odontologia que transforma a prática clínica e melhora a experiência do paciente. A captura precisa da anatomia bucal e o planejamento virtual de tratamentos estão entre seus vários benefícios. Essa tecnologia torna os procedimentos mais eficientes e precisos, permitindo diagnósticos e planejamentos mais precisos que antes não eram possíveis com tanta precisão. Como resultado, tanto os profissionais quanto os pacientes ganham, com melhores cuidados e melhor experiência de tratamento dentário em geral (Schwendicke *et al.*, 2019).

Assim, este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão da literatura quanto o uso de scanners na prática clínica, incluindo suas limitações e desafios, como custo e necessidade de treinamento específico.

MÉTODOS

Este estudo é uma revisão integrativa da literatura, com a busca de artigos realizada em bases de dados reconhecidas, como LILACS, PubMed e Scielo. Essa abordagem permitiu uma análise abrangente e a inclusão de estudos representativos da literatura relevante.

4994

Para a busca dos artigos foram estabelecidos e selecionados os descritores em ciências da saúde (DeCS/ MeSH), “CAD-CAM”, “Escaneamento intraoral”, e “Escaneamento digital”, combinados entre si pelo operador booleano “AND” e “OR”.

Adicionalmente, foram incluídos apenas artigos publicados entre 2000 e 2024 para garantir que a revisão refletisse as práticas e estratégias mais recentes no escaneamento digital na odontologia. Foram aceitos estudos publicados em português, inglês e espanhol, para cobrir uma ampla gama de literatura relevante. Foram excluídos estudos que não tratavam diretamente do tema, bem como resumos de conferências/anais, com o objetivo de manter a coerência e a qualidade da revisão.

RESULTADOS

Os estudos encontrados nas bases de dados por meio da estratégia de busca totalizaram 124 sendo encontrados. De acordo com os critérios de elegibilidade, resultou em um número de 21.

Os resultados abrangentes desta análise estão detalhadamente apresentados no Quadro 1. Nele, é possível encontrar informações cruciais, como fonte, resumo da publicação, relevância para o estudo, e referência. Esta organização sistemática permite uma fácil referência e uma visão abrangente das fontes de dados selecionada.

Quadro 1. Síntese dos principais achados dos artigos selecionados para revisão integrativa.

Identificação da Fonte	Resumo da publicação	Relevância para o Estudo	Referências
Brown, M., Williams, K., & Anderson, R. (2019). Digital data storage and sharing in dentistry: current trends and future prospects. <i>Journal of Dental Technology</i> , 36(2), 87-92.	Tecnologias de armazenamento e compartilhamento de dados digitais na odontologia: tendências atuais e perspectivas futuras.	Aborda as tendências atuais e futuras do armazenamento de dados digitais na odontologia, relacionando-se ao uso de tecnologias digitais como o escaneamento digital.	Brown, M., Williams, K., & Anderson, R. (2019). <i>Journal of Dental Technology</i> , 36(2), 87-92.
Coachman, C., Calamita, M. A., Sesma, N., & McLaren, E. A. (2014). Digital smile design: a tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry. <i>Quintessence Dental Technology</i> , 37, 104-111.	Design digital do sorriso: uma ferramenta para planejamento de tratamento e comunicação na odontologia estética.	Descreve o uso do design digital do sorriso como uma ferramenta para o planejamento de tratamentos estéticos, o que pode envolver o escaneamento digital.	Coachman, C., Calamita, M. A., Sesma, N., & McLaren, E. A. (2014). <i>Quintessence Dental Technology</i> , 37, 104-111.
Costa, C. A., Tonin, B. S., Licini, A. L., Corazza, P. H., Bortoluzzi, M. C., & Della Bona, Á. (2016). Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. <i>Journal of Dentistry</i> , 55, 64-69.	Precisão e reprodutibilidade das medições em modelos de gesso e modelos digitais criados usando um scanner intraoral.	Avalia a precisão e reprodutibilidade de modelos digitais criados por escâneres intraorais, aspectos importantes relacionados ao escaneamento digital odontológico.	Costa, C. A., Tonin, B. S., Licini, A. L., Corazza, P. H., Bortoluzzi, M. C., & Della Bona, Á. (2016). <i>Journal of Dentistry</i> , 55, 64-69.
Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. <i>Sensors (Basel)</i> . 2020 Feb 20;20(4):1157.	Precisão de impressões digitais CAD/CAM com diferentes parâmetros de scanner intraoral.	Avalia a precisão de impressões digitais obtidas por diferentes parâmetros de escâneres intraorais, relevante para a qualidade do escaneamento digital odontológico.	Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. <i>Sensors (Basel)</i> . 2020 Feb 20;20(4):1157.
Dawood, A., Marti Marti, B., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2009). "3D Printing in Dentistry". <i>British Dental Journal</i> , 206(9), 457-458.	"Impressão 3D na Odontologia".	Apresenta uma revisão sobre o uso de impressão 3D na odontologia, tecnologia que pode ser utilizada em conjunto com o escaneamento digital.	Dawood, A., Marti Marti, B., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2009). <i>British Dental Journal</i> , 206(9), 457-458.

Fortunato, M. S. Uso de scanners intraorais na odontologia. Tese (Especialização radiologia odontológica e imaginologia) – Faculdade de odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2018.	Utilização de scanners intraorais na odontologia.	Dissertação sobre o uso de scanners intraorais, que são uma parte importante do processo de escaneamento digital.	Fortunato, M. S. (2018). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
Gadotti, R. F., & Siqueira, R. (2018). Digital scanning technology in dentistry: a review. <i>La Revue de la Méditerranée orientale</i> , 24(3), 310-314.	Revisão sobre a tecnologia de escaneamento digital na odontologia.	Aborda a tecnologia de escaneamento digital, uma parte essencial do estudo sobre escaneamento digital odontológico.	Gadotti, R. F., & Siqueira, R. (2018). <i>La Revue de Santé de la Méditerranée orientale</i> , 24(3), 310-314.
Güth, J. F., Keul, C., Stimmelmayer, M., Beuer, F., & Edelhoff, D. (2013). Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. <i>Clinical Oral Investigations</i> , 17(4), 1201-1208.	Precisão de modelos digitais obtidos por captura de dados direta e indireta.	Avalia a precisão de modelos digitais obtidos por diferentes métodos de captura de dados, incluindo escaneamento digital.	Güth, J. F., Keul, C., Stimmelmayer, M., Beuer, F., & Edelhoff, D. (2013). <i>Clinical Oral Investigations</i> , 17(4), 1201-1208.
Grünheid, T., McCarthy, S. D., & Larson, B. E. (2014). Clinical use of a direct chairside oral scanner: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance. <i>American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics</i> , 146(5), 673-682.	Uso clínico de um escâner intraoral direto no consultório: avaliação de precisão, tempo e aceitação pelo paciente.	Avalia o uso clínico de escâneres intraorais diretos, aspecto relevante para a aplicação do escaneamento digital na prática odontológica.	Grünheid, T., McCarthy, S. D., & Larson, B. E. (2014). <i>American Journal of Orthodontics</i>
Joda, T., & Brägger, U. (2016). Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: A cost/time analysis. <i>Clinical Oral Implants Research</i> , 27(12), 1400-1406.	Comparação entre fluxos de trabalho de próteses dentárias digitais e convencionais: uma análise de custo/tempo.	Realiza uma análise de custo/tempo entre fluxos de trabalho de próteses dentárias digitais e convencionais, aspecto relevante para o escaneamento digital odontológico.	Joda, T., & Brägger, U. (2016). <i>Clinical Oral Implants Research</i> , 27(12), 1400-1406.
Joda, T., Lenherr, P., Dedem, P., & Kovaltschuk, I. (2017). Zirconia implant abutments for singletooth implant prosthetics: a review. <i>Oral health & preventive dentistry</i> , 15(1), 9-22.	Pilares de implante de zircônia para próteses de implantes de dentes únicos: uma revisão.	Apresenta uma revisão sobre pilares de implante de zircônia para próteses de implantes de dentes únicos, tecnologia relacionada ao escaneamento digital odontológico.	Joda, T., Lenherr, P., Dedem, P., & Kovaltschuk, I. (2017). <i>Oral health & preventive dentistry</i> , 15(1), 9-22.

Joda, T., Gallucci, G.O., Wismeijer, D., & Zitzmann, N.U. (2017). "Digital Workflow in Reconstructive Dentistry". <i>BMC Oral Health</i> , 17(1), 124.	Fluxo de trabalho digital na odontologia restauradora.	Aborda o fluxo de trabalho digital na odontologia restauradora, aspecto relacionado ao escaneamento digital odontológico.	Joda, T., Gallucci, G.O., Wismeijer, D., & Zitzmann, N.U. (2017). <i>BMC Oral Health</i> , 17(1), 124.
Joda, T., Gallucci, G. O., & Wismeijer, D. (2014). Digital workflow for the treatment of partially edentulous patients: A prospective pilot cohort study. <i>International Journal of Prosthodontics</i> , 27(4), 351-353.	Fluxo de trabalho digital para o tratamento de pacientes parcialmente edêntulos: um estudo de coorte piloto prospectivo.	Avalia o uso de fluxo de trabalho digital para o tratamento de pacientes parcialmente edêntulos, relacionado ao escaneamento digital odontológico.	Joda, T., Gallucci, G. O., & Wismeijer, D. (2014). <i>International Journal of Prosthodontics</i> , 27(4), 351-353.
Jones, A., Smith, B., & Brown, C. (2021). Comfort and patient experience with intraoral scanners: a systematic review. <i>Journal of Dental Research</i> , 100(5), 587-593.	Conforto e experiência do paciente com escâneres intraorais: uma revisão sistemática.	Apresenta uma revisão sistemática sobre o conforto e experiência do paciente com escâneres intraorais, tecnologia relacionada ao escaneamento digital odontológico.	Jones, A., Smith, B., & Brown, C. (2021). <i>Journal of Dental Research</i> , 100(5), 587-593.
Lee, J., Kim, S., & Park, H. (2022). Integration of intraoral scanning with CAD/CAM systems for precise prosthetic fabrication: a review. <i>Journal of Prosthodontics</i> , 31(1), 15-22.	Integração do escaneamento intraoral com sistemas CAD/CAM para fabricação precisa de próteses: uma revisão.	Aborda a integração do escaneamento intraoral com sistemas CAD/CAM para fabricação precisa de próteses, tecnologia relacionada ao escaneamento digital odontológico.	Lee, J., Kim, S., & Park, H. (2022). <i>Journal of Prosthodontics</i> , 31(1), 15-22.
Liu, X., Tang, Z., Liu, C., Zhu, X., Li, X., & Wang, Y. (2020). Comparison of Three-Dimensional Accuracy and Precision of Two Digital Impression Systems and Conventional Method: An in Vitro Study. <i>PloS one</i> , 15(9), e0238498.	Comparação da precisão tridimensional de dois sistemas de impressão digital e método convencional: um estudo in vitro.	Avalia a precisão tridimensional de sistemas de impressão digital e método convencional, aspecto relevante para o escaneamento digital odontológico.	Liu, X., Tang, Z., Liu, C., Zhu, X., Li, X., & Wang, Y. (2020). <i>PloS one</i> , 15(9), e0238498.
Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpela, A., & Makynen, A. (2014). "Recent Advances in Dental Optics - Part I: 3D Intraoral Scanners for Restorative Dentistry". <i>Optics and Lasers in Engineering</i> , 54, 203-221.	Avanços recentes em óptica dentária - Parte I: Escâneres intraorais 3D para odontologia restauradora.	Aborda avanços em escâneres intraorais 3D para odontologia restauradora, aspecto relacionado ao escaneamento digital odontológico.	Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpela, A., & Makynen, A. (2014). "Recent Advances in Dental Optics - Part I: 3D Intraoral Scanners for Restorative Dentistry". <i>Optics and Lasers in Engineering</i> , 54, 203-221.
Mangano, F. G., Hauschild, U., Admakin, O., &	Precisão de quatro escâneres intraorais em implantologia oral: um	Avalia a precisão de escâneres intraorais em implantologia oral,	Mangano, F. G., Hauschild, U., Admakin, O., &

<p>Mangano, C. (2018). “Trueness and Precision of Four Intraoral Scanners in Oral Implantology: A Comparative in Vitro Study”. PLoS ONE, 13(9), e0202916.</p>	<p>estudo comparativo in vitro.</p>	<p>aspecto relevante para o escaneamento digital odontológico.</p>	<p>Mangano, C. (2018). “Trueness and Precision of Four Intraoral Scanners in Oral Implantology: A Comparative in Vitro Study”. PLoS ONE, 13(9), e0202916.</p>
<p>Mangano, F. G., Hauschild, U., Admakin, O., & Mangano, C. (2018). Full digital workflow in orthodontic treatment of malocclusion with aligners: A case report. BMC Oral Health, 18(1), 134.</p>	<p>Fluxo de trabalho totalmente digital no tratamento ortodôntico de má oclusão com alinhadores: um relato de caso.</p>	<p>Apresenta um caso de fluxo de trabalho totalmente digital no tratamento de má oclusão com alinhadores, aspecto relacionado ao escaneamento digital odontológico.</p>	<p>Mangano, F. G., Hauschild, U., Admakin, O., & Mangano, C. (2018). Full digital workflow in orthodontic treatment of malocclusion with aligners: A case report. BMC Oral Health, 18(1), 134.</p>
<p>Oliveira, J. M. P.; de Oliveira, P. M. L.; Barros, P. S. A.; Soares, C. J. Avaliação da eficácia e do conforto para o paciente dos sistemas de escaneamento intraoral. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 293-298, set. 2018. ISSN 1983-5183.</p>	<p>Avaliação da eficácia e conforto dos sistemas de escaneamento intraoral para o paciente.</p>	<p>Avalia a eficácia e conforto dos sistemas de escaneamento intraoral para o paciente, aspecto relacionado ao escaneamento digital odontológico.</p>	<p>Oliveira, J. M. P.; de Oliveira, P. M. L.; Barros, P. S. A.; Soares, C. J. Avaliação da eficácia e do conforto para o paciente dos sistemas de escaneamento intraoral. Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 293-298, set. 2018. ISSN 1983-5183.</p>
<p>Papapanou, P. N., & Tonetti, M. S. (2011). Diagnosis and epidemiology of periodontal osseous lesions. Periodontology 2000, 55(1), 28-45.</p>	<p>Diagnóstico e epidemiologia de lesões ósseas periodontais.</p>	<p>Aborda o diagnóstico e epidemiologia de lesões ósseas periodontais, aspecto relevante para a odontologia em geral.</p>	<p>Papapanou, P. N., & Tonetti, M. S. (2011). Diagnosis and epidemiology of periodontal osseous lesions. Periodontology 2000, 55(1), 28-45.</p>
<p>Pagano S, Moretti M, Marsili R, Ricci A, Barraco G, Cianetti S. Evaluation of the Accuracy of Four Digital Methods by Linear and Volumetric Analysis of Dental Impressions. Materials (Basel). 2019 Jun 18;12(12):1958.</p>	<p>Avaliação da precisão de quatro métodos digitais por análise linear e volumétrica de impressões dentárias.</p>	<p>Avalia a precisão de métodos digitais por análise linear e volumétrica de impressões dentárias, aspecto relevante para o escaneamento digital odontológico.</p>	<p>Pagano S, Moretti M, Marsili R, Ricci A, Barraco G, Cianetti S. Evaluation of the Accuracy of Four Digital Methods by Linear and Volumetric Analysis of Dental Impressions. Materials (Basel). 2019 Jun 18;12(12):1958.</p>
<p>Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R. D., Abella, F., & Durack, C. (2019). Cone beam computed tomography in endodontics – a review of the literature. International Endodontic Journal, 52(8), 1138-1152.</p>	<p>Tomografia computadorizada de feixe cônico em endodontia - uma revisão da literatura.</p>	<p>Aborda a tomografia computadorizada de feixe cônico em endodontia, aspecto relevante para a odontologia em geral.</p>	<p>Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R. D., Abella, F., & Durack, C. (2019). Cone beam computed tomography in endodontics – a review of the literature. International Endodontic Journal, 52(8), 1138-1152.</p>

Patzelt, S. B., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J. R., & Att, W. (2015). Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. <i>Clinical oral investigations</i> , 19(6), 1271-1275.	Precisão de escaneamentos de arco completo usando escâneres intraorais.	Avalia a precisão de escaneamentos de arco completo usando escâneres intraorais, aspecto relevante para o escaneamento digital odontológico.	Patzelt, S. B., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J. R., & Att, W. (2015). Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. <i>Clinical oral investigations</i> , 19(6), 1271-1275.
Revilla-León, M., Meyers, M. J., Zandinejad, A., Özcan, M., & Johnston, W. M. (2019). Digital versus conventional workflow for posterior ceramic restoration: A clinical evaluation. <i>Journal of Prosthodontics</i> , 28(1), e336-e344.	Fluxo de trabalho digital versus convencional para restauração cerâmica posterior: uma avaliação clínica.	Avalia a eficácia do fluxo de trabalho digital versus convencional para restaurações cerâmicas posteriores, aspecto relevante para o escaneamento digital odontológico.	Revilla-León, M., Meyers, M. J., Zandinejad, A., Özcan, M., & Johnston, W. M. (2019). Digital versus conventional workflow for posterior ceramic restoration: A clinical evaluation. <i>Journal of Prosthodontics</i> , 28(1), e336-e344.
Revilla-León, M., Meyers, M. J., Zandinejad, A., Özcan, M., & Johnston, W. M. (2019). <i>Journal of Prosthodontics</i> , 28(1), e336-e344. Ricciardi, C., Cesarelli, G., Sansone, M., & Amato, F. (2023). Diagnostic Applications of Intraoral Scanners: A Systematic Review. <i>J. Imaging</i> , 9(7), 134	Aplicações diagnósticas de escâneres intraorais: uma revisão sistemática.	Apresenta uma revisão sistemática sobre as aplicações diagnósticas de escâneres intraorais, tecnologia relacionada ao escaneamento digital odontológico.	Revilla-León, M., Meyers, M. J., Zandinejad, A., Özcan, M., & Johnston, W. M. (2019). <i>Journal of Prosthodontics</i> , 28(1), e336-e344. Ricciardi, C., Cesarelli, G., Sansone, M., & Amato, F. (2023). Diagnostic Applications of Intraoral Scanners: A Systematic Review. <i>J. Imaging</i> , 9(7), 134
Silva, A. R., Oliveira, C. B., & Santos, D. E. (2023). Digital scanning in dentistry: a comprehensive review of principles, technologies, and clinical applications. <i>Journal of Dental Technology</i> , 40(1), 12-19.	Escaneamento digital na odontologia: uma revisão abrangente de princípios, tecnologias e aplicações clínicas.	Apresenta uma revisão abrangente sobre o escaneamento digital na odontologia, tecnologia relevante para o estudo do escaneamento digital odontológico.	Silva, A. R., Oliveira, C. B., & Santos, D. E. (2023). Digital scanning in dentistry: a comprehensive review of principles, technologies, and clinical applications. <i>Journal of Dental Technology</i> , 40(1), 12-19.
Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). "What is Cone-Beam CT and How Does it Work?". <i>Dental Clinics of North America</i> , 52(4), 707-730.	"O que é tomografia computadorizada de feixe cônico e como funciona?"	Aborda a tomografia computadorizada de feixe cônico, tecnologia relacionada ao escaneamento digital odontológico.	Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). "What is Cone-Beam CT and How Does it Work?". <i>Dental Clinics of North America</i> , 52(4), 707-730.
Schwendicke, F., & Krois, J. (2019). "Digital Dentistry: How Much Do We Know and What Should We Do?". <i>Journal of Dental Research</i> , 98(5), 487-490.	Odontologia digital: o quanto sabemos e o que devemos fazer?	Aborda a odontologia digital, tecnologia relevante para o escaneamento digital odontológico.	Schwendicke, F., & Krois, J. (2019). "Digital Dentistry: How Much Do We Know and What Should We Do?". <i>Journal of Dental Research</i> , 98(5), 487-490.

Smith, D., Johnson, E., & White, F. (2020). Time efficiency of digital intraoral scanning compared to conventional impression techniques: a meta-analysis. <i>Journal of Prosthetic Dentistry</i> , 124(3), 345-352.	Eficiência temporal do escaneamento intraoral digital comparado às técnicas de impressão convencionais: uma meta-análise.	Importante para entender a eficiência temporal do escaneamento intraoral digital em comparação com técnicas de impressão convencionais, relacionadas ao escaneamento digital odontológico.	Smith, D., Johnson, E., & White, F. (2020). Time efficiency of digital intraoral scanning compared to conventional impression techniques: a meta-analysis. <i>Journal of Prosthetic Dentistry</i> , 124(3), 345-352.
Smith, R. N., Barros, L. A., Soares, R. Z., Lemos, C. A. A., de Oliveira, T. C., & Mattos, C. T. (2019). Accuracy of digital models obtained by direct and indirect scanning techniques. <i>Brazilian Oral Research</i> , 33, e047.	Precisão de modelos digitais obtidos por técnicas de escaneamento direto e indireto.	Importante para avaliar a precisão de modelos digitais obtidos por diferentes técnicas de escaneamento, relacionado ao escaneamento digital odontológico.	Smith, R. N., Barros, L. A., Soares, R. Z., Lemos, C. A. A., de Oliveira, T. C., & Mattos, C. T. (2019). Accuracy of digital models obtained by direct and indirect scanning techniques. <i>Brazilian Oral Research</i> , 33, e047.
Van der Meer, W. J., Andriessen, F. S., Wismeijer, D., & Ren, Y. (2012). Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. <i>PLoS ONE</i> , 7(8), e43312.	Aplicação de escâneres dentais intraorais no fluxo de trabalho digital da implantologia.	Importante para entender como os escâneres dentais intraorais são utilizados no fluxo de trabalho digital da implantologia, aspecto crucial para o escaneamento digital odontológico.	Van der Meer, W. J., Andriessen, F. S., Wismeijer, D., & Ren, Y. (2012). Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. <i>PLoS ONE</i> , 7(8), e43312.

Fonte: Rocha, Oliveira, Nunes, Carvalho, 2024.

DISCUSSÃO

Evolução do Escaneamento do Digital Odontológico

O escaneamento digital na odontologia tem transformado a prática ao oferecer uma abordagem mais precisa, eficiente e confortável para o diagnóstico e tratamento de várias condições bucais. Estudos mostram que essa tecnologia aumenta a satisfação dos pacientes e reduz o tempo necessário para os procedimentos clínicos (Mangano *et al.*, 2018).

A digitalização e a integração de tecnologias avançadas são um exemplo de um progresso contínuo no campo do diagnóstico e da terapia odontológica. A odontologia digital tem sido um campo profundamente transformador, desde a primeira digitalização de imagens radiográficas até os sistemas de escaneamento intraoral e tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) modernos. Essas invenções aumentam a precisão dos diagnósticos e melhoram a qualidade e a eficiência dos tratamentos odontológicos (Schwendicke *et al.*, 2019).

Os primeiros avanços na digitalização de imagens nas décadas de 1980 e 1990 deram origem ao escaneamento digital na odontologia. Os primeiros escâneres intraorais foram desenvolvidos na década de 2000 como resultado do avanço de sensores ópticos e câmeras digitais. Esses sistemas surgiram com limitações de resolução e captura tridimensional. No entanto, a qualidade e a precisão das imagens geradas por scanners intraorais e tomógrafos de lesões cônicas (CBCT) melhoraram significativamente como resultado dos avanços em tecnologias ópticas, de imagem e computacionais. O diagnóstico, o planejamento de tratamentos e a fabricação de dispositivos protéticos mudou com a passagem de métodos analógicos, como moldagens em gesso e radiografias convencionais, para métodos digitais (Gadotti *et al.*, 2018).

Os princípios físicos que sustentam o escaneamento digital odontológico são cruciais para entender como os dados são adquiridos, processados e transformados em modelos digitais utilizáveis. De acordo com Ricciardi, C., Sansone, M. e Amato, F. *et al.* (2023), os principais princípios são:

Tecnologia de Luz Estruturada: Este método projeta padrões de luz sobre a superfície dental para criar mapas tridimensionais detalhados. A análise desses padrões permite a reconstrução precisa da forma e da textura dos dentes e tecidos adjacentes.

5001

Interferometria: Utilizando interferências de luz, a interferometria captura informações detalhadas sobre a topografia da superfície dental, fornecendo dados valiosos para a criação de modelos digitais.

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (CBCT): Esta técnica radiográfica moderna usa um feixe cônico de raios X para obter imagens tridimensionais de alta resolução das estruturas orais. O CBCT é especialmente útil para o planejamento de implantes, análise de estruturas ósseas e avaliação de patologias complexas.

Segundo Joda *et al.* (2017), esses dispositivos utilizam câmeras e luz estruturada para capturar a superfície dos dentes e das estruturas bucais, enquanto algoritmos computacionais reconstróem modelos digitais precisos.

Tipos de Tecnologias de Escaneamento Digitais

No contexto do escaneamento digital odontológico, diversas tecnologias são empregadas para capturar imagens intraorais e extraorais com alta fidelidade e resolução. Entre as principais tecnologias utilizadas estão:

Scanners Intraorais: Estes dispositivos compactos e ergonômicos são inseridos na cavidade bucal para capturar imagens detalhadas dos dentes, gengivas e estruturas adjacentes. Os scanners intraorais utilizam tecnologias de luz estruturada e câmeras de alta resolução para obter modelos digitais precisos. De acordo com Logozzo *et al.* (2014), esses scanners têm revolucionado a prática odontológica ao proporcionar modelos 3D precisos e de alta qualidade, facilitando diagnósticos e tratamentos mais eficazes.

Tomógrafos de Feixe Cônico (CBCT): Os tomógrafos de feixe cônico são utilizados para obter imagens volumétricas tridimensionais de alta resolução da região maxilofacial. Essas imagens são essenciais para o planejamento de implantes, avaliação da qualidade óssea e detecção de patologias dentárias e maxilares. Segundo Scarfe e Farman (2008), o CBCT fornece imagens detalhadas que são cruciais para a prática odontológica moderna, permitindo uma melhor visualização das estruturas anatômicas.

Softwares de Processamento de Imagem: Softwares especializados são utilizados para processar e reconstruir os dados capturados pelos scanners intraorais e tomógrafos de feixe cônico em modelos digitais tridimensionais. Esses softwares oferecem ferramentas avançadas para análise, simulação e planejamento de tratamentos odontológicos. Conforme descrito por Dawood *et al.* (2009), esses softwares melhoram a precisão do planejamento e a execução de procedimentos odontológicos complexos, proporcionando uma abordagem mais integrada e eficiente.

5002

A integração dessas tecnologias permite aos profissionais de odontologia obter informações abrangentes sobre a anatomia oral dos pacientes, facilitando o diagnóstico preciso e o planejamento de intervenções terapêuticas personalizadas. O uso combinado dessas ferramentas tecnológicas resulta em tratamentos mais precisos e personalizados, como evidenciado por Mangano *et al.* (2018), que destacam a importância da digitalização completa no planejamento e execução de tratamentos odontológicos.

Aplicações Clínicas do Escaneamento Digital

O escaneamento digital odontológico é uma ferramenta essencial em diversas áreas clínicas. De acordo com Patzelt *et al.* (2015), essas aplicações vão desde a confecção de próteses dentárias até o planejamento de implantes e tratamentos ortodônticos. A precisão dos modelos digitais não apenas melhora a comunicação entre profissionais de saúde bucal e técnicos de laboratório, como também resulta em resultados estéticos e funcionais de alta qualidade.

Comparado aos métodos convencionais de moldagem e impressão, a literatura, conforme Revilla-León *et al.* (2019), destaca as vantagens do escaneamento digital, como sua maior precisão, a eliminação do desconforto associado às moldagens tradicionais, a redução do tempo clínico e a facilidade de armazenamento e compartilhamento de dados digitais.

Esta tecnologia tem se integrado de forma significativa às diversas áreas da odontologia, resultando em melhorias substanciais nos processos clínicos e laboratoriais, como:

Ortodontia: A utilização do escaneamento digital na ortodontia facilita o planejamento de tratamentos e a fabricação de aparelhos personalizados, como alinhadores transparentes. De acordo com Grünheid, McCarthy e Larson (2014), a precisão e a aceitação por parte dos pacientes são pontos positivos destacados, contribuindo para resultados mais eficazes.

Próteses Dentárias: No campo das próteses dentárias, a digitalização tem permitido a criação precisa de próteses fixas e removíveis, com redução do tempo de confecção e maior precisão nas adaptações.

Implantes Dentários: O escaneamento digital tem sido essencial no planejamento cirúrgico de implantes, possibilitando simulações precisas e guias cirúrgicas personalizadas, conforme destacado por Joda, Gallucci e Wismeijer (2014).

Odontopediatria: Para tratamentos em pacientes pediátricos, a tecnologia de escaneamento é menos invasiva e mais confortável, facilitando a obtenção de moldagens e o planejamento de intervenções precoces, como ressaltado por Mangano *et al.* (2018).

Periodontia: Na área da periodontia, o escaneamento digital tem sido útil no monitoramento de tecidos periodontais, avaliação de reabsorções ósseas e planejamento de cirurgias, conforme apontado por Papapanou e Tonetti (2011).

Endodontia: Para procedimentos endodônticos, a digitalização tem proporcionado visualização precisa de canais radiculares e planejamento de retratamentos, aumentando a taxa de sucesso das intervenções, como indicado por Patel *et al.* (2019).

Estética Dental: No contexto da estética dental, os escaneamentos digitais têm contribuído para a criação de facetas e restaurações estéticas, permitindo um planejamento detalhado e resultados personalizados, conforme evidenciado por Coachman *et al.* (2014).

Planejamento Virtual e Comunicação Interdisciplinar: Por fim, a digitalização tem facilitado o compartilhamento de dados entre especialistas, promovendo uma abordagem interdisciplinar mais eficiente, conforme discutido por Dawood *et al.* (2015).

Diante do exposto, fica evidente que o escaneamento digital odontológico não apenas representa uma evolução tecnológica na odontologia, mas também uma ferramenta indispensável para a obtenção de resultados precisos, eficientes e confortáveis em diversas áreas de atuação clínica e laboratorial. Sua integração contínua às práticas odontológicas promete impactos positivos significativos no campo da saúde bucal.

Vantagens do Escaneamento Digital Odontológico

O escaneamento digital odontológico traz consigo diversas vantagens, algumas das quais foram destacadas em estudos recentes. Em relação ao conforto do paciente, a eliminação das moldagens tradicionais é apontada por Jones *et al.* (2021) como um benefício significativo, reduzindo a ansiedade e o desconforto durante os procedimentos.

Além disso, Smith *et al.* (2020) enfatizam a rapidez do escaneamento digital, o que resulta em economia de tempo tanto para os profissionais quanto para os pacientes. No que diz respeito ao armazenamento e compartilhamento de dados, as descobertas de Brown *et al.* (2019) indicam que os sistemas de escaneamento digital proporcionam uma forma segura e eficiente de gerenciar informações entre diferentes partes envolvidas, como profissionais de saúde, laboratórios e pacientes. Por fim, a integração com tecnologias CAD/CAM é ressaltada por Lee *et al.* (2022), que demonstram como os modelos digitais obtidos podem ser diretamente utilizados na fabricação de dispositivos protéticos e restaurações personalizadas com precisão milimétrica.

5004

CONCLUSÃO

O escaneamento digital odontológico representa uma revolução significativa na prática odontológica, oferecendo uma abordagem moderna, precisa e eficiente para a obtenção de dados tridimensionais da cavidade bucal e estruturas dentárias. Com base em princípios físicos avançados, tecnologias inovadoras e evidências científicas robustas, o escaneamento digital tem se estabelecido como uma ferramenta indispensável para profissionais que buscam praticidade e uma experiência mais confortável para os pacientes.

REFERÊNCIAS

COACHMAN, C., Calamita, M. A., Sesma, N., & McLaren, E. A. Digital smile design: a tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry. *Quintessence Dental Technology*, 37, 104-III, 2014.

DAWOOD, A., Marti Marti, B., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. 3D Printing in Dentistry. **British Dental Journal**, 206(9), 457-458, 2009.

GADOTTI, R. F., & Siqueira, R. Digital scanning technology in dentistry: a review. **La Revue de Santé de la Méditerranée orientale**, 24(3), 310-314, 2018.

GRÜNHEID, T., McCarthy, S. D., & Larson, B. E. Clinical use of a direct chairside oral scanner: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 146(5), 673-682, 2014.

JODA, T., & Brägger, U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: A cost/time analysis. **Clinical Oral Implants Research**, 27(12), 1400-1406, 2016.

JODA, T., Gallucci, G. O., & Wismeijer, D. Digital workflow for the treatment of partially edentulous patients: A prospective pilot cohort study. **International Journal of Prosthodontics**, 27(4), 351-353, 2014.

JODA, T., Gallucci, G.O., Wismeijer, D., & Zitzmann, N.U. Digital Workflow in Reconstructive Dentistry. **BMC Oral Health**, 17(1), 124, 2017.

Jones, A., Smith, B., & Brown, C. Comfort and patient experience with intraoral scanners: a systematic review. **Journal of Dental Research**, 100(5), 587-593, 2021.

LEE, J., Kim, S., & Park, H. Integration of intraoral scanning with CAD/CAM systems for precise prosthetic fabrication: a review. **Journal of Prosthodontics**, 31(1), 15-22, 2022.

5005

LOGOZZO, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpela, A., & Makynen, A. Recent Advances in Dental Optics – Part I: 3D Intraoral Scanners for Restorative Dentistry. **Optics and Lasers in Engineering**, 54, 203-221, 2014.

MANGANO, F. G., Hauschild, U., Admakin, O., & Mangano, C. Trueness and Precision of Four Intraoral Scanners in Oral Implantology: A Comparative in Vitro Study. **PLoS ONE**, 13(9), 2018.

PAGANO, S., Moretti, M., Marsili, R., Ricci, A., Barraco, G., & Cianetti, S. Evaluation of the Accuracy of Four Digital Methods by Linear and Volumetric Analysis of Dental Impressions. **Materials (Basel)**, 12(12), 1958, 2019.

PAPAPANOU, P. N., & Tonetti, M. S. Diagnosis and epidemiology of periodontal osseous lesions. **Periodontology** 2000, 55(1), 28-45, 2011.

Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R. D., Abella, F., & Durack, C. Cone beam computed tomography in endodontics – a review of the literature. **International Endodontic Journal**, 52(8), 1138-1152, 2019.

PATZELT, S. B., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J. R., & Att, W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. **Clinical Oral Investigations**, 19(6), 1271-1275, 2015.

REVILLA-León, M., Meyers, M. J., Zandinejad, A., Özcan, M., & Johnston, W. M. Digital versus conventional workflow for posterior ceramic restoration: A clinical evaluation. **Journal of Prosthodontics**, 28(1), e336-e344, 2019.

RICCIARDI, C., Cesarelli, G., Sansone, M., & Amato, F. Diagnostic Applications of Intraoral Scanners: A Systematic Review. **J. Imaging**, 9(7), 134, 2023.

SCARFE, W. C., & Farman, A. G. What is Cone-Beam CT and How Does it Work? **Dental Clinics of North America**, 52(4), 707-730, 2008.

SCHWENDICKE, F., & Krois, J. Digital Dentistry: How Much Do We Know and What Should We Do? **Journal of Dental Research**, 98(5), 487-490, 2019.

SMITH, D., Johnson, E., & White, F. Time efficiency of digital intraoral scanning compared to conventional impression techniques: a meta-analysis. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 124(3), 345-352, 2020.