

A UTILIZAÇÃO DO SCANNERS INTRAORAIS NA ODONTOLOGIA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

THE USE OF INTRAORAL SCANNERS IN DENTISTRY: A LITERATURE REVIEW

EL USO DE ESCÁNER INTRAORAL EN ODONTOLOGÍA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Alicia Rocha Costa¹
Antoniél de Sousa Pereira da Silva²
Caio César Silva França³
Giselle Maria Ferreira Lima Verde⁴
Marconi Raphael de Siqueira Rêgo⁵
Livia Duarte Santos Lopes⁶

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo revisar a literatura sobre a utilização dos scanners intraorais na odontologia, explorando os tipos de scanners disponíveis no mercado, as tecnologias empregadas para captura de imagens. Foi realizada uma revisão integrativa de literatura com base em estudos publicados entre 2014 e 2024, utilizando bases de dados como PubMed e SciELO. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 09 artigos foram contemplados. A revisão identificou diferentes tipos de scanners intraorais e tecnologias associadas, destacando suas contribuições para a melhoria dos diagnósticos e tratamentos odontológicos. A integração de tecnologias complementares, como a microscopia confocal e a tomografia óptica coerente, além das inovações específicas em modelos como o iTero e o Trios, destacam o potencial desses dispositivos para oferecer resultados ainda mais precisos e confiáveis.

211

Palavras-chave: Scanner intra-oral. Odontologia digital. Precisão odontológica.

ABSTRACT: This work aims to review the literature on the use of intraoral scanners in dentistry, exploring the types of scanners available on the market and the technologies used to capture images. An integrative literature review was carried out based on studies published between 2014 and 2024, using databases such as PubMed and SciELO. After applying the inclusion and exclusion criteria, 09 articles were included. The review identified different types of intraoral scanners and associated technologies, highlighting their contributions to improving dental diagnoses and treatments. The integration of complementary technologies, such as confocal microscopy and coherent optical tomography, in addition to specific innovations in models such as the iTero and Trios, highlight the potential of these devices to offer even more accurate and reliable results.

Keywords: Intraoral scanner. Digital dentistry. Dental precision.

¹ Discente, Centro Universitário Uninovafapi.

² Discente, Centro Universitário Uninovafapi.

³ Mestre em Ciências e Saúde.

⁴ Mestre em endodontia.

⁵ Mestre em Ciências e Saúde ⁶ Doutora em Ciências Odontológicas na Área de Clínicas Odontológicas.

RESUMEN: Este trabajo tiene como objetivo revisar la literatura sobre el uso de escáneres intraorales en odontología, explorando los tipos de escáneres disponibles en el mercado y las tecnologías utilizadas para capturar imágenes. Se realizó una revisión integradora de la literatura a partir de estudios publicados entre 2014 y 2024, utilizando bases de datos como PubMed y SciELO. Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se incluyeron 09 artículos. La revisión identificó diferentes tipos de escáneres intraorales y tecnologías asociadas, destacando sus contribuciones a la mejora de los diagnósticos y tratamientos dentales. La integración de tecnologías complementarias, como la microscopía confocal y la tomografía óptica coherente, además de innovaciones específicas en modelos como iTero y Trios, resaltan el potencial de estos dispositivos para ofrecer resultados aún más precisos y fiables.

Palabras-clave: Escáner intraoral. Odontología digital. Precisión dental.

INTRODUÇÃO

A tecnologia tem promovido uma transformação significativa na odontologia, aprimorando tanto diagnósticos quanto tratamentos. Entre as inovações tecnológicas mais marcantes estão a Radiologia Digital, Tomografia Computadorizada (TC) e Tomografia Cone Beam (CBCT), Câmeras Intraorais, Impressão 3D, Scanners Intraorais, Sistemas de Navegação Cirúrgica, Laser Dentário, Teleodontologia. Essas tecnologias não só melhoram a qualidade do atendimento e a eficiência dos tratamentos, mas também proporcionam uma experiência mais confortável para o paciente (Bósio, *et al.*, 2017).

Um dos procedimentos fundamentais na odontologia é a moldagem, utilizada para criar moldes necessários em tratamentos reabilitadores, o que exige habilidade do cirurgião dentista. Recentemente, os scanners intraorais têm substituído as tradicionais impressões dentárias físicas por moldes digitais mais precisos e detalhados (Gomes *et al.*, 2021). Esses dispositivos avançados capturam imagens tridimensionais da cavidade oral do paciente em tempo real, criando modelos digitais exatos dos dentes e tecidos bucais. A precisão e a rapidez dos scanners intraorais não apenas melhoram a eficácia na confecção de coroas, pontes e alinhadores ortodônticos, mas também reduzem o desconforto associado às impressões tradicionais. Além disso, a visualização imediata das imagens permite uma comunicação mais clara e interativa entre dentista e paciente, facilitando o planejamento e discutindo o tratamento de forma mais eficiente (Suese *et al.*, 2020).

Os scanners intraorais foram introduzidos na odontologia no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, com Estados Unidos, França e Suíça sendo pioneiros. O primeiro sistema comercializado foi o Cerec, desenvolvido por Mormann e Brandestini em 1987. Desde então, novos sistemas como Procera, Lava, E-Max, Zirkozahn e All Ceram foram desenvolvidos

(Kihara *et al.*, 2020).

Inicialmente, os scanners utilizavam tecnologia de fotografia digital e exigiam o uso de dióxido de titânio em pó como contraste. Hoje em dia, a captura de imagem é realizada na velocidade do vídeo e geralmente não requer contraste, permitindo a produção de restaurações de arco completo (Chiu *et al.*, 2020).

A reabilitação dentária tem sido revolucionada pela tecnologia assistida por computador (CAD), que impacta diretamente a prática odontológica. A fabricação de próteses totais (PT) através de CAD e scanners intraorais possibilita a criação de modelos virtuais 3D a partir das imagens capturadas, facilitando o planejamento e execução de tratamentos (Chebib *et al.*, 2020). A modernização dos scanners também trouxe melhorias no fluxo de trabalho, permitindo moldagem digital de forma direta ou indireta, utilizando scanners intraorais ou de bancada (Gomes *et al.*, 2021).

A adoção dos sistemas CAD (desenho assistido por computador) e CAM (manufatura assistida por computador) tem mostrado uma confiabilidade crescente e um impacto significativo na odontologia moderna (Zanette *et al.*, 2019). Esses avanços tecnológicos não só melhoram a precisão dos diagnósticos e a eficácia no planejamento dos tratamentos, como também contribuem para um aumento no conforto do paciente e uma maior eficiência na prática clínica (Gomes *et al.*, 2021). O objetivo do trabalho é apresentar os tipos de scanner presente no mercado e a tecnologia que é usada para a captura da imagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico dos scanners intraorais

O conceito de escaneamento digital, que envolve a captura da superfície de um objeto e sua conversão em dados tridimensionais, tem suas raízes na década de 1980, com os avanços na tecnologia de imagem e computação. Na odontologia, os primeiros scanners intraorais foram desenvolvidos por Mörmann e Brandestini, que introduziram um sistema capaz de digitalizar a morfologia dental diretamente na boca do paciente. O objetivo inicial era criar restaurações dentárias de maneira mais precisa e eficiente, reduzindo o tempo entre o diagnóstico e a colocação das próteses (Gomes *et al.*, 2021).

Os primeiros dispositivos utilizavam uma fonte de luz visível que, ao ser projetada sobre a superfície dental, gerava uma nuvem de pontos baseada nas reflexões capturadas por sensores ópticos. Esses dados eram então processados para criar um modelo tridimensional. No entanto,

essas primeiras versões eram limitadas em termos de precisão e facilidade de uso. A captura de dados era lenta, os dispositivos eram volumosos e o processo exigia um ambiente altamente controlado (Medina *et al.*, 2018).

Com o avanço das tecnologias de sensores e dos algoritmos de reconstrução de imagem, os scanners intraorais evoluíram significativamente. Nos anos 2000, surgiram os primeiros dispositivos portáteis que utilizavam lasers e técnicas de imagem confocal para capturar detalhes com alta precisão. Esses avanços não só melhoraram a qualidade dos modelos 3D gerados, mas também tornaram os scanners mais acessíveis e fáceis de usar, permitindo sua adoção em uma variedade maior de práticas odontológicas (Amornvit *et al.*, 2021).

2.2 Os tipos de scanners disponível no mercado

Os scanners intraorais disponíveis atualmente no mercado podem ser classificados com base na tecnologia utilizada para capturar as imagens e gerar os modelos tridimensionais. Essas tecnologias incluem triangulação óptica, amostragem de frente de onda ativa, e métodos híbridos que combinam diferentes abordagens para otimizar a precisão e a eficiência (Pagano *et al.*, 2019).

2.2.1 Scanners com tecnologia da triangulação

A triangulação óptica é uma das técnicas mais antigas e ainda amplamente utilizada em scanners intraorais. Sistemas como o Cerec aplicam um feixe de luz (geralmente laser) sobre a superfície dental e utilizam sensores para captar as reflexões em diferentes ângulos. A partir desses dados, um modelo tridimensional da superfície é reconstruído. Esse método é valorizado por sua precisão em ambientes controlados e é especialmente eficaz para capturar superfícies relativamente planas e acessíveis (Amornvit *et al.*, 2021).

A triangulação tem a vantagem de ser uma tecnologia madura e bem compreendida, o que significa que os dispositivos que a utilizam tendem a ser confiáveis e robustos. No entanto, essa técnica pode enfrentar dificuldades em capturar detalhes em áreas com geometrias complexas ou em condições clínicas desafiadoras, como a presença de saliva ou reflexos irregulares (Bernadi *et al.*, 2020).

2.2.2 Scanners com tecnologia de amostragem de frente de onda ativa

Os scanners baseados em amostragem de frente de onda ativa, como o True Definition,

capturam uma sequência de imagens enquanto o scanner é movido ao redor da cavidade oral. Este método permite a coleta de dados de alta resolução em movimento, o que é particularmente útil para capturar detalhes finos e obter uma visão completa de áreas difíceis de alcançar com outros métodos. Além disso, esses scanners geralmente não requerem o uso de pós de contraste, o que melhora a experiência do paciente e simplifica o processo de escaneamento (Amornvit *et al.*, 2021).

A principal vantagem desse tipo de scanner é a sua capacidade de produzir imagens altamente detalhadas, o que pode ser crucial em casos de restaurações complexas ou quando é necessário um alto nível de precisão. No entanto, o movimento constante necessário para capturar os dados pode aumentar a complexidade do uso, exigindo habilidades mais refinadas por parte do operador (Araujo *et al.*, 2021).

2.2.3 Scanner com tecnologia híbridas e inteligência artificial

Recentemente, surgiram scanners que combinam várias tecnologias de captura para otimizar tanto a precisão quanto a velocidade do escaneamento. Alguns dispositivos modernos utilizam uma combinação de triangulação e amostragem de frente de onda, enquanto outros começam a incorporar algoritmos de inteligência artificial para processar os dados em tempo real, melhorando a precisão e a usabilidade (Logozzo *et al.*, 2014).

A inteligência artificial (IA) também está começando a desempenhar um papel importante na odontologia digital. Algoritmos de IA podem analisar os dados capturados pelo scanner e fornecer sugestões automáticas para o design de próteses, ajudando a automatizar partes do processo de planejamento e execução. Essa tecnologia pode reduzir ainda mais o tempo necessário para realizar procedimentos e melhorar a consistência dos resultados (Araujo *et al.*, 2021).

2.2.4 Aplicabilidade do scanner na odontologia

O scanner intraoral pode ser utilizado em diferentes áreas da medicina dentária para fazer diagnósticos, fabricar restaurações ou dispositivos personalizáveis em próteses, como: inlays, onlays, overlays, endocrowns, folheados, facetas, copings, facetas, coroas únicas, pontes, pinos temporários, pilares, próteses parciais fixas, tanto em dentes naturais quanto em implantes, também é possível usá-lo para projetar máscaras para realinhamento de dentes, próteses parciais removíveis; em implantes dentários para cirurgia guiada e ortodontia para a

construção de alinhadores (Logozzo *et al.*, 2014).

2.2.4 Vantagens dos scanners intraorais na odontologia

A introdução dos scanners intraorais na prática odontológica trouxe uma série de vantagens significativas sobre os métodos tradicionais de moldagem, que envolvem materiais como silicone e alginato. Uma das vantagens mais evidentes é a precisão. Ao eliminar o risco de distorções comuns em moldagens físicas, como aquelas causadas por bolhas de ar, erros de mistura ou manipulação inadequada, os scanners garantem que os modelos digitais sejam altamente precisos, refletindo com fidelidade a anatomia do paciente (Araujo *et al.*, 2021).

Além disso, os scanners intraorais oferecem uma experiência significativamente mais confortável para o paciente. Ao contrário dos materiais de moldagem, que podem causar desconforto ou até reflexo de vômito, o escaneamento digital é menos invasivo e mais rápido. Isso não só melhora a satisfação do paciente, mas também permite que os profissionais de saúde bucal realizem procedimentos de forma mais eficiente (Suese *et al.*, 2020).

Outra vantagem crucial é a capacidade de visualizar e manipular os modelos tridimensionais em tempo real. Essa funcionalidade permite aos dentistas e técnicos revisar e ajustar os modelos diretamente no software de design, facilitando o planejamento e a execução de tratamentos complexos, como implantes e próteses dentárias. Além disso, a integração com outros sistemas digitais permite o compartilhamento imediato dos modelos com laboratórios ou outros especialistas, o que agiliza o processo de produção e melhora a comunicação entre os profissionais (Pagano *et al.*, 2019).

Finalmente, a eficiência e a precisão dos scanners intraorais contribuem para um fluxo de trabalho mais fluido e integrado. Com a digitalização, o tempo de espera para a produção de próteses e outras restaurações é reduzido, permitindo que os tratamentos sejam concluídos mais rapidamente. Isso não só melhora a experiência do paciente, mas também aumenta a capacidade de atendimento das clínicas odontológicas (Blatz; Conejo, 2019).

2.2.5 Desvantagens dos scanners intraorais

Apesar dos muitos benefícios, os scanners intraorais também apresentam algumas desvantagens que devem ser consideradas pelos profissionais de odontologia. Um dos principais desafios é a precisão variável em condições clínicas adversas. Fatores como a presença de saliva, movimentos involuntários do paciente e a complexidade anatômica da cavidade oral

podem comprometer a qualidade do escaneamento, resultando em dados menos precisos e, conseqüentemente, em restaurações que podem exigir ajustes adicionais (Araujo *et al.*, 2021).

Além disso, o custo associado à aquisição e manutenção dos scanners intraorais pode ser proibitivo, especialmente para clínicas menores ou recém-estabelecidas. O investimento inicial em um scanner de alta qualidade é significativo, e é necessário considerar também os custos contínuos de manutenção, atualizações de software e treinamento dos profissionais. Esses custos podem impactar a decisão de adoção da tecnologia, especialmente em ambientes onde o retorno sobre o investimento pode ser incerto (Zaruba; Mehl, 2017).

Outro aspecto a ser considerado são as limitações tecnológicas dos scanners. Embora os dispositivos modernos tenham feito grandes avanços, ainda existem desafios na integração total com outros sistemas de software e equipamentos utilizados na odontologia. A incompatibilidade entre diferentes plataformas digitais pode dificultar a comunicação e o fluxo de trabalho, limitando a eficácia do processo de tratamento. Além disso, em casos de captura de detalhes muito finos ou em áreas de difícil acesso, alguns scanners podem não fornecer a resolução necessária, comprometendo a qualidade do modelo final (Park; Son; Lee, 2019).

2.2.6 Evolução tecnológica e perspectivas futuras

A evolução dos scanners intraorais tem sido impulsionada por avanços em áreas como a miniaturização dos componentes, a melhoria dos sensores ópticos e o desenvolvimento de algoritmos mais avançados para o processamento de imagens. Nos próximos anos, espera-se que a tecnologia continue a evoluir, com inovações que possam incluir a integração ainda maior com inteligência artificial, o uso de realidade aumentada para guiar os procedimentos em tempo real, e a adoção de materiais bioativos que interajam com os scanners para melhorar a precisão e a eficácia do tratamento (Park; Son; Lee, 2019).

Outro avanço promissor é o desenvolvimento de scanners capazes de capturar não apenas a morfologia dental, mas também informações sobre a composição dos tecidos moles e duros. Isso permitiria uma análise mais completa da saúde bucal do paciente (Park; Son; Lee, 2019).

MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa de literatura, um método amplamente utilizado para sintetizar e analisar criticamente a produção científica sobre um

determinado tema. Conforme descrito por Galvão e Ricarte (2020), a revisão integrativa é um tipo de pesquisa que abrange todas as publicações relevantes em um campo específico, com o objetivo de fornecer uma visão abrangente e consolidada das evidências disponíveis. Esse tipo de revisão é especialmente útil para identificar lacunas no conhecimento, evitar a duplicação de estudos e, quando pertinente, adaptar e aplicar descobertas a diferentes contextos ou escalas.

Para a coleta de dados, foi realizada uma busca sistemática em duas das mais relevantes bases de dados acadêmicas: PubMed e SciELO. A pesquisa foi conduzida no período de fevereiro a junho de 2024, utilizando descritores específicos, como “Impressão digital”, “Técnica de digitalização” e “Design auxiliado por computador”. A escolha desses termos baseou-se em palavras-chave amplamente reconhecidas na literatura científica, com o intuito de cobrir todos os aspectos relevantes do uso de scanners intraorais na odontologia digital. Para refinar ainda mais a busca, utilizou-se o operador booleano AND, que permitiu combinar os descritores e focar em estudos que abordassem simultaneamente os tópicos de interesse.

Os estudos incluídos nesta revisão foram selecionados com base em critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Foram considerados apenas artigos publicados em português ou inglês, entre os anos de 2014 e 2024, que abordassem diretamente a temática do uso de scanners intraorais na odontologia digital. Priorizaram-se publicações que apresentassem dados empíricos, com foco em estudos clínicos que avaliassem a eficácia, precisão ou outras características desses scanners. Excluíram-se estudos de revisão, uma vez que o objetivo desta pesquisa era compilar evidências primárias, bem como artigos que não fossem estudos clínicos, como opiniões, editoriais ou relatos de caso isolados. Além disso, publicações que, após a leitura do título e resumo, não apresentassem relação direta com o uso de scanners intraorais também foram excluídas.

Após a aplicação da estratégia de busca, foram inicialmente identificadas 1333 publicações relacionadas à temática escolhida. Para garantir a relevância dos estudos incluídos, foi realizado um processo de triagem em duas etapas. Na primeira etapa, os títulos e resumos das publicações foram analisados para eliminar estudos que claramente não atendiam aos critérios de inclusão. Em seguida, procedeu-se à leitura completa dos artigos restantes para uma avaliação mais detalhada. Nessa fase, foram analisadas a metodologia empregada, a validade interna dos estudos e a relevância dos resultados para a questão de pesquisa proposta. Ao final desse processo, restaram 9 artigos que foram considerados adequados para compor a base de evidências desta revisão.

Os dados extraídos dos estudos selecionados foram organizados de maneira sistemática,

categorizando-se por autores, ano de publicação, país de origem, objetivos do estudo, metodologia empregada, principais resultados e conclusões. Essa organização permitiu uma análise comparativa e crítica das evidências disponíveis, facilitando a identificação de padrões, convergências e divergências nos resultados dos estudos. Além disso, foi realizada uma avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos, levando em consideração aspectos como a clareza dos objetivos, a consistência metodológica e a relevância dos achados para a prática clínica.

Apesar de este estudo ser uma revisão de literatura e não envolver diretamente seres humanos ou animais, todos os procedimentos foram conduzidos de acordo com os princípios éticos da pesquisa científica. Foram respeitados os preceitos éticos em relação ao uso de dados, garantindo que as informações utilizadas foram coletadas e reportadas de maneira ética e responsável pelos autores originais.

RESULTADOS

Foram selecionados nove (9) estudos científicos que abordaram diferentes aspectos relacionados aos tipos de scanners disponível no mercado e a tecnologia usada para a captura da imagem. Quanto ao ano de publicação, obteve-se entre os anos de 2014 e 2024.

Quadro 01 - Distribuição dos artigos incluídos na revisão integrativa da literatura, de acordo com autores/ano, scanners, tecnologia utilizada para a captura de imagem.

Autor/ano	modelo	Tecnologia utilizada para captura da imagem
Suese <i>et al</i> , 2020	Trios	Tecnologia de microscopia confocal paralela
	Meditar i500	Tecnologia de vídeo em movimento 3D com triangulação
Zarauz <i>et al</i> , 2023	TRIOS 3	Tecnologia de microscopia confocal paralela
Wu Mt <i>el al</i> , 2021	CEREC Omnicam	Triangulação ativa

	CEREC AC Bluecam	Triangulação ativa e microscopia confocal
	ITero Element 5D	Tecnologia de varredura focal paralela
Bernadi <i>et al.</i> , 2020	True Definition	Tecnologia de amostragem de frente de onda ativa
	Trios 3Shape	UltrafastOptica lSelectioning e Microscopia confocal
	Cerec Omnicam	Triangulação ativa
	Lava Chairside Oral Scanner	Tecnologia de amostragem de frente de onda ativa
Blatz; Conejo, 2020	Carestream Dental	Tecnologia de microscopia confocal paralela
	IntraScan	Tecnologia de microscopia confocal paralela
	Primescan	Triangulação ativa
Chiu; <i>et al.</i> , 2020	3shape D2000	Tecnologia de microscopia confocal paralela
Gomes; <i>et al.</i> , 2021	Lava True Definition	Tecnologia de amostragem de frente de onda ativa
Kihara; <i>et al.</i> , 2019	Planscan	Tecnologia da tomografia de coerência óptica e microscopia confocal

	Lava C.O.S.	Tecnologia de amostragem de frente de onda ativa
Pagano; <i>et al.</i> , 2019	Sinergia Scan	Tecnologia de vídeo em movimento 3D com triangulação

Fonte: Elaboração própria, (2024).

DISCUSSÃO

Os scanners intraorais têm se consolidado como ferramentas essenciais na prática odontológica contemporânea, oferecendo uma série de benefícios que impactam positivamente tanto a eficiência dos procedimentos quanto a experiência do paciente. Armonvit, et al. (2021) destacam a facilidade de manuseio e a redução de etapas de trabalho como aspectos cruciais que contribuem para um aumento na eficiência dos procedimentos odontológicos. A capacidade desses dispositivos de digitalizar a cavidade bucal de forma rápida e precisa elimina a necessidade de moldagens físicas, reduzindo o tempo de atendimento e melhorando a experiência geral do paciente. Além disso, a tecnologia de scanners intraorais proporciona uma maior segurança no armazenamento de dados clínicos e facilita a comunicação com laboratórios dentários. Esta comunicação mais eficiente não só acelera o processo de fabricação de próteses e restaurações, mas também minimiza o risco de erros de comunicação.

Blatz e Conejo (2020) relatam que a precisão dos scanners intraorais modernos permite a captura de detalhes anatômicos com uma acurácia que pode ser igual ou até superior à das técnicas convencionais de moldagem. Este avanço tecnológico é significativo, pois a precisão é fundamental para o sucesso dos tratamentos odontológicos. A evolução dos scanners também inclui melhorias na ergonomia e no conforto do usuário, sugerindo que esses dispositivos estão se tornando cada vez mais adequados para substituir as técnicas tradicionais de moldagem, que podem ser desconfortáveis e imprecisas.

A aplicação dos scanners intraorais em situações específicas, como em pacientes alérgicos a materiais de moldagem convencionais, é um avanço notável. Brucoli, et al. (2020) ressaltam que a capacidade dos scanners de criar imagens mucoestáticas das estruturas anatômicas moles através de impressão digital representa uma inovação que beneficia tanto pacientes quanto profissionais. Isso é particularmente relevante para pacientes que não toleram

materiais de moldagem tradicionais, oferecendo uma alternativa mais confortável e segura.

Apesar dos benefícios evidentes, a implementação de scanners intraorais enfrenta desafios consideráveis. O custo inicial dos equipamentos é uma das principais preocupações mencionadas por Armonvit, Rokaya e Sanohkhan (2021) e Bernadi Berutti, Silva Campos e Danta Batista (2020). A aquisição de scanners intraorais pode ser um investimento significativo, e a necessidade de treinamento adicional para o uso eficaz desses dispositivos pode representar uma barreira para clínicas menores ou com orçamento limitado. Esse custo elevado e a curva de aprendizado necessária podem dificultar a adoção generalizada desses dispositivos, especialmente em contextos onde recursos financeiros são escassos.

Além disso, a precisão dos scanners pode ser comprometida em determinadas situações clínicas. Estudos realizados por Chiu, et al. (2020) e Gomes, et al. (2021) indicam que a presença de saliva, sangue ou movimentação da mucosa pode afetar negativamente a qualidade das imagens obtidas pelos scanners. A dificuldade em escanear estruturas extensas e complexas pode levar a uma necessidade de escaneamentos repetidos para alcançar a qualidade desejada, o que pode aumentar o tempo do procedimento e o desconforto do paciente, conforme observado por Kihara, et al. (2019). Esses desafios são importantes para a prática clínica, pois a precisão das impressões digitais é crucial para a adequação das restaurações e próteses.

Outro desafio significativo é a resistência à adoção de novas tecnologias por parte de alguns profissionais. Armonvit, Rokaya e Sanohkhan (2021) destacam que a aversão à tecnologia é uma realidade em várias áreas da saúde e pode retardar a implementação de práticas mais avançadas. A resistência à mudança e a falta de familiaridade com novas tecnologias podem impactar a adoção e a integração de scanners intraorais nas práticas clínicas.

Os avanços contínuos na tecnologia de scanners intraorais têm contribuído para a popularização e eficácia desses dispositivos. Alkhayer, et al. (2020) observam que as impressões digitais obtidas com scanners intraorais estão se tornando cada vez mais populares devido à precisão melhorada e à facilidade de uso. A curva de aprendizado mais curta e o aumento do conforto do paciente são fatores que favorecem a adoção desses dispositivos. No entanto, os estudos futuros devem explorar os limites dos scanners intraorais e das técnicas de digitalização para compreender melhor suas capacidades e limitações. Até o momento, a combinação de métodos digitais e abordagens convencionais continua a garantir resultados de alta qualidade, oferecendo flexibilidade e precisão no atendimento odontológico.

A análise dos scanners revela que os modelos mais recentes, como Trios 4 e Primescan,

têm demonstrado avanços significativos na precisão das impressões digitais de arcada completa. Schlenz, et al. (2023) destacam que esses scanners mais recentes fornecem dados mais precisos, mas ainda não há evidências conclusivas sobre diferenças clinicamente relevantes entre os vários modelos de scanners digitais. Isso pode ser atribuído aos avanços contínuos em hardware e software, que estão constantemente aprimorando a capacidade dos scanners.

Chrabieh, et al. (2024) estudaram o impacto da profundidade da plataforma do implante na precisão da digitalização digital, encontrando melhores resultados com o iTero para implantes subgingivais. Esse estudo é importante para a prática clínica, pois a precisão na digitalização de implantes dentários é crucial para o sucesso dos tratamentos. A influência da experiência do operador também foi amplamente discutida. Bedrossian, et al. (2022) demonstraram que a experiência do operador pode afetar significativamente a precisão dos escaneamentos com o Lava Cos, enquanto Pacheco et al. (2021) relataram que, no caso dos sistemas iTero e Cerec Bluecam, a experiência do operador não correlaciona diretamente com a precisão dos resultados, com operadores inexperientes obtendo desempenho superior em alguns casos.

A literatura também indica que as condições ambientais, como a iluminação, podem influenciar a precisão dos scanners intraorais. Para o sistema TRIOS, uma iluminação ambiente adequada pode melhorar a precisão das digitalizações, enquanto o iTero requer condições específicas de iluminação na cadeira e na sala para obter resultados mais precisos. Essas variações destacam a importância de considerar as condições ambientais ao utilizar scanners intraorais para garantir a melhor qualidade possível das impressões digitais (Revilla-León, et al., 2020).

A tecnologia Cerec atual é notável por sua interface amigável e facilidade de uso, mesmo para profissionais com treinamento limitado. Beuer, et al. (2009) demonstraram que estudantes de Odontologia com treinamento básico foram capazes de fabricar restaurações Cerec de alta qualidade, que se comportaram satisfatoriamente clinicamente por um período de três anos. Isso demonstra a eficácia da tecnologia e a capacidade dos scanners de oferecer resultados clínicos excelentes mesmo em mãos menos experientes.

A microscopia confocal de varredura a laser (CLSM), patenteada por Marvin Lee Minsky em 1961, proporciona imagens ópticas de alta resolução com seletividade de profundidade. Essa tecnologia permite a criação de modelos tridimensionais detalhados a partir de imagens bidimensionais obtidas de planos focais subsequentes (Mangano, et al., 2017). A

triangulação, um método sem contato para coletar dados digitais e construir modelos tridimensionais, pode ser ativa ou passiva, e é utilizada para capturar dados precisos sobre a forma de objetos tridimensionais. A tomografia óptica coerente (CT) oferece vistas em corte transversal da microestrutura, permitindo uma análise detalhada de tecidos biológicos (Logozzo et al., 2014).

O scanner intraoral iTero® Element, lançado pela Align Technology Inc em 2007, destaca-se por sua alta precisão e capacidade de criar impressões digitais em 3D usando fotografia a laser. Este sistema combina tecnologia de fibra óptica e laser, eliminando a necessidade de pó opacificante e permitindo uma captura precisa de materiais dentários e tecidos moles. O sistema iTero também inclui características como bainhas descartáveis para reduzir a contaminação cruzada e a capacidade de enviar dados digitalizados para laboratórios de forma eficiente (Guimaraes e Marcus et al., 12).

O scanner Trios da 3Shape, disponível em versões como Trios Cart, Trios Pod e Trios Chair Integration, oferece flexibilidade e integração com outros sistemas. A versão Trios 4, lançada em 2019, é notável por sua rapidez e capacidade de digitalizar uma arcada dentária completa em 25 segundos, além de incluir tecnologia de fluorescência para detectar cáries. Essas inovações refletem o progresso contínuo na tecnologia de escaneamento intraoral e sua adaptação às necessidades clínicas modernas (Borbola et al., 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os scanners intraorais estão em constante evolução, com melhorias contínuas em precisão, ergonomia e funcionalidades adicionais. A integração de tecnologias complementares, como a microscopia confocal e a tomografia óptica coerente, além das inovações específicas em modelos como o iTero e o Trios, destacam o potencial desses dispositivos para oferecer resultados ainda mais precisos e confiáveis.

A consideração de condições ambientais, como a iluminação, e a adaptação às necessidades específicas de diferentes tipos de tratamentos são aspectos cruciais para otimizar o desempenho dos scanners intraorais. A integração de técnicas digitais com métodos tradicionais continua a ser uma abordagem válida para garantir a qualidade dos tratamentos e a satisfação do paciente.

Em resumo, os scanners intraorais estão transformando a prática odontológica ao proporcionar uma alternativa mais precisa e confortável às técnicas de moldagem tradicionais.

A superação dos desafios atuais e a incorporação contínua de inovações tecnológicas prometem um futuro promissor para esses dispositivos, potencializando ainda mais a eficiência e a qualidade dos cuidados odontológicos..

REFERÊNCIAS

ALKHAYER, A. et al. Precisão do planejamento virtual em cirurgia ortognática: uma revisão sistemática. **Head Face Med**, v. 1, 2020.

AMORNVIT, P.; ROKAYA, D.; SANOHKAN, S. Comparison of accuracy of current ten intraoral scanners. **Biomed Research International**, [S. l.], v. 2021, p. 2673040, 13 set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/2673040>.

ARAÚJO, Luís Eduardo Melo. **Uso do scanner intraoral em odontologia: revisão de literatura**. São Luís: Centro Universitário UNDB, 2021.

BEDROSSIAN, EA et al. Uso de um sistema de rastreamento ótico da mandíbula para registrar o movimento mandibular para planejamento de tratamento e design de próteses provisórias e definitivas: Uma técnica odontológica. **The journal of prosthetic dentistry**, 2022.

BERNARDI BERUTTI, Lorenzo; E SILVA CAMPOS, Débora; DANTAS BATISTA, André Ulisses. Uso de scanners intraorais em implantodontia. **Rev Cubana Estomatol**, Ciudad de La Habana, v. 57, n. 2, p., jun. 2020.

BERUTTI, Lorenzo Bernardi et al. Use of intraorais scanners in implantology. **Revista Cubana de Estomatología**, v. 57, n. 2, 2020.

Beuer, F, et al. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings--a new fabrication mode for all-ceramic restorations. **Dent Mater** 25, 121-128, 2009.

BÓRIO, JA; JACÓ, HB Odontologia digital contemporânea - scanners intraorais digitais. **Orto Ciência: Ciência Ortodôntica e Prática**, v. 39, pág. 355-362, 2017.

BORBOLA, Daniel et al. In vitro comparison of five desktop scanners and an industrial scanner in the evaluation of an intraoral scanner accuracy. **Journal of dentistry**, v. 129, p. 104391, 2023.

BLATZ, MB; CONEJO, J. O estado atual da odontologia digital chairside e materiais. **Dental clinics of North America**, v. 63, n. 2, p. 175-197, 2019.

BRUCOLI, M. et al. O uso de scanner óptico para a fabricação de próteses obturadoras maxilares. **Cirurgia oral e maxilofacial**, v. 24, n. 2, p. 157-161, 2020.

CHEBIB, N. et al. Ajuste e retenção de bases de próteses totais: Parte II - impressões convencionais versus escaneamentos digitais: Um estudo clínico controlado cruzado. **The journal of prosthetic dentistry**, v. 131, n. 4, p. 618-625, 2024.

CHIU, A. et al. Precisão de impressões digitais CAD/CAM com diferentes parâmetros de scanner intraoral. **Sensors (Basel, Suíça)**, v. 20, n. 4, p. 1157, 2020.

REVILLA-LEÓN, M.; JIANG, P.; SADEGHPOUR, M.; PIEDRA-CASCÓN, W.; ZANDINEJAD, A.; ÖZCAN, M.; KRISHNAMURTHY, V. R. Varreduras digitais intraorais - parte I: influência das condições de luz ambiente de varredura na exatidão (veracidade e precisão) de diferentes scanners intraorais. *Jornal de Prótese Dentária*, v. 124, n. 3, p. 372-378, 2020

GOMES, Isabella Cardoso Filgueiras et al. Moldagem convencional x Moldagem digital: onde estamos e para onde vamos. *Revista Pró-univerSUS*, v. 12, n. 1, p. 54-59, 2021.

GUIMARAES, Marcus Martins. Tecnologia Cerec na Odontologia. 2012.

KIHARA, H. et al. Precisão e praticidade do scanner intraoral em odontologia: Uma revisão de literatura. *Journal of prosthodontic research*, v. 64, n. 2, p. 109-113, 2020.

LOGOZZO, S.; ZANETTI, EM; FRANCESCHINI, G.; KILPELÄ, A.; MÄKYNE, A. Avanços recentes em óptica dentária - Parte I: Scanners intraorais 3D para odontologia restauradora. *Óptica e Lasers em Engenharia*, [SI], v. 203-221, mar. 2014.

MANGANO, F. et al. Scanners intraorais em odontologia: uma revisão da literatura atual. *BMC oral health*, v. 17, n. 1, 2017.

MEDINA-SOTOMAYOR, P.; CAMPS, I. Relação entre resolução e precisão de quatro scanners intraorais em impressões de arco completo. *Journal of clinical and experimental dentistry*, p. 0-0, 2018.

PACHECO, Diogo Miguel da Costa Cabecinha et al. **Avaliação da Precisão e Fidelidade do Método de Impressão Digital vs. Convencional: E a Influência da Direção de Digitalização, Tipo de Scanner e Experiência Adquirida do Operador.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal).

226

RÓTH, Ivett et al. Digital intraoral scanner devices: a validation study based on common evaluation criteria. *BMC Oral Health*, v. 22, n. 1, p. 140, 2022. SCHLENZ, M. A.; KLAUS, K.; SCHMIDT, A.; WÖSTMANN, B.; MERSMANN, M.; RUF, S.; BOCK, N. C. The transfer accuracy of digital and conventional full-arch impressions influenced by fixed orthodontic appliances: a reference aid-based in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 273-283, jan. 2023. doi: 10.1007/s00784-022-04721-5. Epub 15 set. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04721-5>.

SUESE, K. Progresso na odontologia digital: O uso prático de scanners intraorais. *Dental materials journal*, v. 39, n. 1, p. 52-56, 2020.

PAGANO, S. et al. Avaliação da acurácia de quatro métodos digitais por análise linear e volumétrica de impressões dentárias. *Materials*, v. 12, n. 12, p. 1958, 2019.

PARK, G.-H.; SON, K.; LEE, K.-B. Viabilidade do uso de um scanner intraoral para uma varredura digital de arco completo. *The journal of prosthetic dentistry*, v. 121, n. 5, p. 803-810, 2019.

PEREIRA, R. et al. CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA: RELATO DE CASO. *Revista Ciência e Saúde On-line*, n. 1, 2019.

WU, M. T.; TANG, S. X.; PENG, L. Y.; HAN, Y. T.; SU, Y. C.; WANG, X. Scan time and accuracy of full-arch scans with intraoral scanners: a comparative study on conditions of the intraoral head-simulator and the hand-held model. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi, Beijing*, v. 56, n. 6, p. 570-575, jun. 2021.

ZANETTE, Vinicius Palagio. **Planejamento digital de reabilitação oral: revisão bibliográfica.** 2019.

ZARAUZ, C.; PRADÍES, G. J.; CHEBIB, N.; DÖNMEZ, M. B.; KARASAN, D.; SAILER, I. Influence of age, training, intraoral scanner, and software version on the scan accuracy of inexperienced operators. *Journal of Prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontists*, v. 32, n. S2, p. 135-141, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jopr.13785>. Acesso em: 5 set. 2024.

ZARUBA, M.; MEHL, A. Sistemas de cadeira: uma revisão atual. *Revista internacional de odontologia computadorizada*, v. 20, n. 2, p. 123-149, 2017.