

**PROTOCOLOS DIGITAIS EM PRÓTESE FIXA: UMA ANÁLISE DA
VERACIDADE E PRECISÃO NO FLUXO DE TRABALHO CHAIRSIDE**

**DIGITAL PROTOCOLS IN FIXED PROSTHETICS: AN ANALYSIS OF THE
VERACITY AND ACCURACY IN THE CHAIRSIDE WORKFLOW**

**PROTOCOLOS DIGITALES EN PRÓTESIS FIJA: UN ANÁLISIS DE LA
VERACIDAD Y PRECISIÓN EN EL FLUJO DE TRABAJO EN CONSULTORIO**

 10.56238/sevened2026.003-008

Ana Claudia de Souza Silva Chavinsky Zub Dutra
Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná
Endereço: Parana, Brasil

Janderson de Medeiros Cardoso
Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná
Endereço: Parana, Brasil

Fabiano Carlos Marson
Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná
Endereço: Parana, Brasil

Fabiano de Oliveira Araujo
Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná
Endereço: Parana, Brasil

Paulo Augusto Pires Milani
Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná
Endereço: Parana, Brasil

Rogério Cordoni
Pós-graduação Lato Sensu em Prótese e Dentística
Instituição: Universidade Tuiuti do Paraná
Endereço: Parana, Brasil

Fabício Palermo Pupo
Instituição: FAE Business School
Endereço: Paraná, Brasil

Amanda Kerin Alves Cavalheiro

Programa de Pós-graduação em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Paraná, Brasil

Yasmine Mendes Pupo

Programa de Pós-graduação em Odontologia

Instituição: Universidade Federal do Paraná

Endereço: Paraná, Brasil

RESUMO

As tecnologias em constante evolução consolidaram a Odontologia como um dos setores mais avançados da área da saúde. As melhorias digitais nos últimos anos trouxeram vantagens expressivas para cirurgiões-dentistas e pacientes, incluindo tempos de trabalho otimizados, custos reduzidos e maior eficiência no desempenho clínico. Algumas das tecnologias mais impactantes introduzidas no campo odontológico são os sistemas de desenho e manufatura auxiliados por computador (CAD/CAM) e os scanners intraorais. A tecnologia de digitalização intraoral introduziu uma abordagem disruptiva, permitindo análises digitais mais precisas dos componentes da arcada dentária em comparação aos moldes de gesso tradicionais. Os dados adquiridos possibilitam a criação de modelos tridimensionais (3D) via impressão 3D e a pré-simulação do tratamento final, resultando em reabilitações mais rápidas e precisas. O mundo digital busca suplantiar o fluxo de trabalho analógico, tendendo a ser o protocolo de escolha dos pacientes devido ao maior conforto e previsibilidade. Este capítulo apresenta as vantagens dos modelos digitais para a visualização dinâmica e avaliação de parâmetros clínicos da arcada dentária. Por meio da presente revisão teórica, busca-se analisar a eficácia dos scanners digitais, aferindo sua veracidade e precisão, bem como suas vantagens e desvantagens para a aplicação nas próteses fixas e sobre implantes.

Palavras-chave: Escaneamento Intraoral. Fluxo Chairside. Odontologia Digital. Prótese Fixa. Sistemas CAD-CAM.

ABSTRACT

Constantly evolving technologies have consolidated Dentistry as one of the most advanced sectors in the healthcare field. Digital improvements in recent years have brought significant advantages to both dentists and patients, including optimized working times, reduced costs, and increased efficiency in clinical performance. Some of the most impactful technologies introduced in the dental field are Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) systems and intraoral scanners. Intraoral scanning technology has introduced a disruptive approach, allowing for more accurate digital analyses of dental arch components compared to traditional gypsum models. The acquired data enables the creation of three-dimensional (3D) models via 3D printing and the pre-simulation of the final treatment, resulting in faster and more accurate rehabilitations. The digital world seeks to supplant the analog workflow, tending to be the protocol of choice for patients due to greater comfort and predictability. This chapter presents the advantages of digital models for dynamic visualization and evaluation of clinical parameters of the dental arch. Through this theoretical review, we seek to analyze the effectiveness of digital scanners, assessing their trueness and precision, as well as their advantages and disadvantages for application in fixed prostheses and implant-supported restorations.

Keywords: Intraoral Scanning. Chairside Workflow. Digital Dentistry. Fixed Prosthesis. CAD-CAM Systems.

RESUMEN

La constante evolución de las tecnologías ha consolidado la odontología como uno de los sectores más avanzados del ámbito sanitario. Las mejoras digitales de los últimos años han aportado importantes ventajas a dentistas y pacientes, como la optimización de los tiempos de trabajo, la reducción de costes y una mayor eficiencia en el rendimiento clínico. Algunas de las tecnologías más impactantes introducidas en el campo odontológico son los sistemas de diseño y fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM) y los escáneres intraorales. La tecnología de escaneo intraoral ha introducido un enfoque innovador que permite análisis digitales más precisos de los componentes de la arcada dental en comparación con los modelos de yeso tradicionales. Los datos adquiridos permiten la creación de modelos tridimensionales (3D) mediante impresión 3D y la presimulación del tratamiento final, lo que resulta en rehabilitaciones más rápidas y precisas. El mundo digital busca sustituir el flujo de trabajo analógico, que tiende a ser el protocolo de elección de los pacientes debido a su mayor comodidad y previsibilidad. Este capítulo presenta las ventajas de los modelos digitales para la visualización dinámica y la evaluación de los parámetros clínicos de la arcada dental. Esta revisión teórica tiene como objetivo analizar la eficacia de los escáneres digitales, evaluando su exactitud y precisión, así como sus ventajas y desventajas para su aplicación en prótesis fijas e implantosoportadas.

Palabras clave: Escaneo Intraoral. Flujo de Trabajo en la Consulta. Odontología Digital. Prótesis Fija. Sistemas CAD-CAM.

1 INTRODUÇÃO

Métodos digitais diretos de obtenção de impressões dentárias foram introduzidos no campo odontológico na década de 1980¹. Dentre eles, pode-se destacar a tecnologia de design assistido por computador / fabricação assistida por computador (CAD / CAM) introduzida em Prótese Dentária². CAD-CAM consiste em 3 elementos: um scanner digital 3D que converte informações de cavidade oral em dados digitais, software CAD que projeta modelos de restauração, software CAM que seleciona os materiais alvo e opera a fabricação programada. Atualmente um quarto elemento tem feito parte deste processo através de um dispositivo 3D de fabricação que transforma os modelos projetados em produtos³.

Por volta de 2003, tornou-se possível usar esses elementos para escanear e produzir uma imagem digital tridimensional (3D) que poderia ser usado para fabricar um único dente. Com isso, não demorou muito para que os dados auxiliados por computador, fossem aplicados a outras áreas da odontologia tais como a ortodontia, prótese dentária, e implantodontia, através do uso de um sistema de impressão digital^{3,7}.

Sistemas de impressão digital podem utilizar scanners intraorais (digitalização direta) ou scanners extraorais (digitalização indireta). Na digitalização indireta^{4,8}, os moldes são digitalizados com scanners extraorais. Os dados de digitalização são armazenados digitalmente e, portanto, podem ser facilmente transmitidos pela internet sem que haja qualquer alteração nos dados de digitalização. Na digitalização direta, um scanner intraoral adquire dados sobre as arcadas dentárias antes do uso da tecnologia CAD / CAM.^{2,5,13}

Técnicas de impressão digital atuais que usam scanners intraorais podem escanear com precisão e satisfazer os requisitos de restaurações dentárias com o uso de um monitor de computador, ou seja, sem fabricação de modelos de gesso, demonstrando assim significativos avanços decorrentes da tecnologia.¹⁷ Embora o fresamento (subtração) continue sendo amplamente utilizado para cerâmicas e zircônia, a manufatura aditiva (impressão 3D) expandiu-se drasticamente. Em 2026, o uso de resinas definitivas de alta carga cerâmica permite a impressão de coroas e facetas com propriedades mecânicas e estéticas excelentes, reduzindo o desperdício de material e permitindo fluxos de trabalho ainda mais ágeis no consultório (chairside).

A precisão das impressões digitais depende de vários aspectos. A profundidade / angulação, a experiência do operador, o scanner intraoral usado e as condições ambientais podem influenciar a precisão das impressões digitais.⁶ No entanto, parece que o design e o material dos scanners digitais, bem como a técnica de digitalização, têm um grande impacto sobre a veracidade e precisão destas impressões digitais.

Estes sistemas evoluíram rapidamente por causa de melhorias no processamento de computação, renderização gráfica e telas de exibição que agora são capazes de capturar e armazenar

imagens virtuais tridimensionais (3D) de alta qualidade, preparações dentárias e/ou moldes dentários a partir do momento em que essas restaurações podem ser fabricados^{1,2}. Além disso, uma série de empresas oferecem scanners intraorais cada vez mais fáceis de usar, percebido como agradável para o paciente, preciso quando registrando áreas menores, tempo eficiente e capaz de produzir restaurações bem adequadas.

No entanto, entre suas limitações estão o alto custo inicial de investimento, limitando a capacidade de fazer impressões de arcadas completas e capacidade limitada de registrar preparação de margens ofuscadas por saliva, sangue ou tecido mole.^{2,8,12}

Assim, erros durante a aquisição de dados com scanners intraorais podem ser atribuídas à interferência visual que ocorre quando o ângulo de inclinação da câmera excede a parede axial do dente ângulo de convergência^{2,13}. Todavia, decerto tem-se vantagens importantes por meio da utilização de scanners digitais intraorais, dentre elas a redução do tempo de impressão, redução do desconforto do paciente e vômitos^{2,9}.

Os princípios dos sistemas de impressão digital de transferência de dados de impressão digital são classificados como aberto e fechado. Sistemas abertos lidam com dados tridimensionais para o formato de estereolitografia (STL), o formato mais comumente usados em sistemas odontológicos CAD / CAM. Ao passo que nos sistemas fechados, os dados de impressão são usados para confecção de restaurações e próteses, de acordo com as limitações do sistema.¹⁸ Portanto, a técnica de impressão deve ser selecionada de acordo com condições clínicas.

O uso de sistemas de impressão digital irá gradualmente aumentar na prática odontológica nos próximos anos. No entanto, os resultados atuais indicam que o uso de sistemas de impressão digital com scanners intraorais para fabricação de restaurações dentárias e próteses dentárias fixas requerem que o operador compreenda as características e adaptações necessárias ao usar scanners intraorais.^{2,5,9}

No que tange a eficácia, alguns estudos recentes apontam para inexistência de distinções significativas quanto a exatidão atingida entre scanners intraorais e extraorais^{2,7}. Assim, subsistem estudos em todas as áreas de prótese dentária que investigam a possibilidade de impressão digital com scanners intraorais.

Desse modo, por meio da presente revisão teórica, busca-se analisar a eficácia dos scanners digitais, aferindo, portanto, suas vantagens e desvantagens para a aplicação nas próteses fixas. O presente trabalho se muniu de uma extensa revisão teórica através de artigos científicos nacionais e internacionais selecionados no PubMed. Pode-se identificar os artigos e de maneira verticalizada aprofundar o tema quanto ao uso de scanner digitais na odontologia, especialmente na comparação com os métodos convencionais e a eficácia da intitulada odontologia digital para próteses fixas. Portanto, o objetivo desta revisão de literatura consiste em compreender o estado de a arte das impressões digitais, e subestimar quais fatores podem contribuir para diminuir ou aumentar sua

precisão, a fim de tentar fornecer o clínico com diretrizes baseadas em evidências ao recorrer a essas técnicas de impressão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A odontologia digital tem evoluído rapidamente, tanto quanto aos avanços e indescritíveis saltos da tecnologia. Aquilo que parece novo, rapidamente é substituído por novas formas de se fazer, trabalhar ou conceber. Os dispositivos digitais têm sido amplamente utilizados na prática odontológica nas últimas décadas.^{6,19} Com tecnologia CAD / CAM tornou possível fabricar restaurações suportadas por implantes por meio de um fluxo de trabalho digital.²⁴

Diante disso, demonstra-se extremamente relevante e necessário a presente revisão teórica quanto a eficácia dos scanners digitais para as próteses fixas, haja vista a atual possibilidade de utilização dos scanners digitais intraorais como instrumento de melhores resultados e benefícios³⁵, viabilizando, por consequente, uma melhoria na reabilitação oral.

2.1 MOLDAGEM INTRAORAL

Durante anos, moldes de gesso foram usados na odontologia e agora são frequentemente substituídos por novas tecnologia oriundas do fenômeno da odontologia digital como por exemplo por scanners intraorais e sistema CAD/CAM.^{20,36} Pode-se entender que atualmente o sistema CAD/CAM consiste em quatro componentes: Um scanner digital 3D que converte informações de cavidade oral em dados digitais, software CAD que projeta modelos de restauração, software CAM que seleciona os materiais alvo e opera a fabricação programada, e um dispositivo de fabricação (impressora 3D) que transforma os modelos projetados em produtos^{3,4}.

Inicialmente, no campo da odontologia, as aplicações CAD/CAM se resumiam a um número de fotos sequenciadas, motivo pelo qual, sua utilização era limitada em virtude de ausência de eficácia em comparação aos produtos convencionais, fabricados em um processo analógico usando operações indiretas.^{30,33}

Mais tarde, um novo sistema foi introduzido que digitalizou o modelo operacional com base em uma impressão óptica. A qualidade do produto e a precisão foi drasticamente aprimorada, e o processo de fabricação do produto de restauração foi estabelecido como CAD / Tecnologia CAM.^{4,12}

Devido ao inquestionável avanço da tecnologia, os scanners intraorais tem demonstrando uma melhora significativa.^{21,23,36} No mercado internacional da área da odontologia em 2015¹¹, mais de 20 empresas lançaram uma nova programação de IOS. Além disso, os avanços tecnológicos recentes, por exemplo, a miniaturização e redução de peso da ponta de digitalização, aprimoramento de velocidade de digitalização, aprimoramento de resolução de imagem e software de imagem melhoria, têm

contribuído para o estabelecimento de um processo de restauração sem modelo, que não precisam de modelos operacionais.

Uma impressão óptica por um IOS envolve opticamente medir a forma da superfície dos dentes ou gengivas diretamente na boca do paciente. Ele fornece dados do modelo 3D, por exemplo, a formação da superfície do dente pilar, forma, dente oposto ou status de oclusão dentária.^{1,9} Os princípios para processar os dados capturados incluem o método de triangulação mais ortodoxo, imagem confocal, e método de amostragem de frente de onda. Além disso, muitos dos modelos mais recentes fornecem imagens intraorais visuais na cor; no entanto, alguns scanners usam pó pulverizado no alvo de medição em seu processo de digitalização.^{23,26} Embora possam fornecer apenas imagens monocromáticas, eles podem suprimir reflexos de objetos parecidos com metal e manter condições de digitalização estáveis.

Todas as informações capturadas são processadas em formato dados digitais, refletidos na imagem como modelos virtuais e, posteriormente transferidos como dados de estereolitografia (STL), que são usados para projetar em software CAD e material composição no software CAM e, em seguida, para um dispositivo de fabricação.^{4,9} Em outras palavras, o IOS captura dados fundamentais durante a primeira etapa do fluxo de trabalho digital em um tratamento odontológico.

Atualmente mais de vinte modelos IOS estão disponíveis comercialmente. Eles são categorizados como independentes scanners e plataformas de digitalização *all-in-one* com CAD / Soluções CAM. Alguns modelos de scanners processam os dados de digitalização intraoral em modelos 3D como arquivos de imagem ou conclui o design do aparelho protético usando CAD software para que o cirurgião dentista possa encaminhar os dados para o laboratório.^{29,32}

Outros modelos, por sua vez, são dispositivos denominados “Odontologia Chairside” ou “Fluxo digital em sessão única”, que são capazes de projetar imediatamente aparelhos protéticos com os dados do modelo 3D da impressão óptica obtida por o IOS. As impressões digitais transferem a situação intraoral para um modelo virtual e representam a primeira etapa do fluxo de trabalho digital.^{6,9}

A precisão desse procedimento pode determinar o sucesso do tratamento, uma vez que é uma etapa crucial para a transferência a posição. Se for mal realizado, pode levar a um desajuste da prótese, que pode finalmente resultar em complicações mecânicas e biológicas. Impressões digitais podem acelerar o processo de captura de dados e eliminar a maioria das desvantagens geralmente encontrado com impressões convencionais, diminuindo assim o desconforto do paciente enquanto melhorando a previsibilidade do desenho da prótese e dos procedimentos de fabricação.^{25,28} A aquisição de uma impressão digital é um procedimento muito fácil de se usar na prática clínica diária. No entanto, por trás da simplicidade deste procedimento, há um mecanismo de trabalho bastante complexo.

O fluxo de trabalho do scanner intraoral começa por emitir um feixe de luz (laser ou luz estruturada) em direção ao objeto a ser digitalizado. Quando atinge a superfície do objeto, o feixe de

luz sofre uma deformação, e esse efeito óptico é capturado por duas ou mais câmeras na ponta dos dispositivos de scanner intraoral (IOS).^{3,9,15}

Então um software de processamento é usado para calcular as coordenadas 3D (x, y, z) e cria a imagem tridimensional, com a qual, posteriormente, é possível a obtenção de um modelo.^{6,40} Com adequada construção do sistema, um scanner autônomo pode ser uma plataforma de digitalização *all-in-one*. Ao escolher um dispositivo IOS, é importante não apenas considerar as características de seu funcionamento - como o tamanho da ponta intraoral, a velocidade de aquisição da imagem ou a facilidade de manipulação, mas principalmente sua precisão.^{3,6} Portanto, veracidade e precisão devem estar estreitamente considerado. A veracidade consiste na capacidade de uma medição coincidir com o valor real sendo avaliado. A veracidade do IOS pode ser avaliada sobrepondo uma impressão digital de um objeto digitalizado com um modelo de referência do mesmo objeto, obtido por um scanner de referência (como uma máquina de medição por coordenadas ou um scanner óptico industrial com precisão <5 µm). A sobreposição de modelos é avaliada usando engenharia reversa software para determinar os desvios matematicamente.^{2,6,22}

A precisão é definida como a capacidade de obter consistentemente o mesmo valor de medição. Um IOS deve apresentar alta veracidade e precisão. A precisão do IOS pode ser avaliada por sobrepondo diferentes varreduras do mesmo objeto realizadas com o mesmo dispositivo IOS.^{5,11,27} Vários estudos *in vitro* provaram que os IOSs são uma ferramenta importante e confiável para capturar impressões de alta qualidade, que podem ser usadas para fabricar simples (onlays, inlays ou coroas únicas) a próteses complexas (próteses parciais fixas) em pacientes dentados.^{7,14}

Até o momento, não há evidências sobre um limite máximo discrepância o que é clinicamente aceitável. Porém, há consenso entre diversos autores em aceitar o critério estabelecido por McLean e von Fraunhofer que propuseram um máximo gap marginal de 120 µm após um exame de cinco anos de 1000 lacunas de restauração.¹⁷ Não deveria ser esquecido que a camada de cimento geralmente requer um espaço entre 25 e 50 µm uma vez que o ajuste marginal é um fator fundamental para avaliar a qualidade de uma restauração, muitos estudos, incluindo revisões de literatura e revisões sistemáticas, abordaram esta questão.²⁶

Os resultados mostram valores diferentes variando de 3,7 a 206,3 µm, principalmente devido à diferença no estudo projetos, ou seja, método de medição, tamanho da amostra, quantidade de medições, material de restauração, tipo de microscópio, tipos e linha de chegada.¹⁷ Nas últimas duas décadas, muitos IOSs foram desenvolvidos e introduzidos com sucesso, melhorando a velocidade e a precisão da digitalização. Estudos recentes relataram uma comparação geral ou ainda melhor precisão das varreduras digitais em comparação com os métodos de impressão convencionais.^{11,12,15} Os dados 3D derivados de diferentes sistemas de digitalização intraoral, não devem ser apenas comparados às impressões convencionais, mas também comparadas umas às outras.

No entanto, devido à revolução digital na prótese dentária nos últimos anos, a velocidade de publicação de artigos científicos luta para acompanhar o desenvolvimento da indústria, havendo, até o momento, um número muito limitado de estudos investigando a precisão das impressões digitais.^{31,32} Usar este tipo de tecnologia em pacientes edêntulos é um procedimento complexo. Para capturar a posição correta do implante com uma impressão digital, é necessário usar um posto de transferência específico denominado Scanbody intra-oral (ISB).⁶ Áreas edêntulas podem ser difíceis de ler e interpretar matematicamente para IOSs, devido à falta de referências anatômicas, é por isso que ter um design ISB confiável é tão importante para melhorar a precisão dos modelos digitais de implante.

2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO ESCANEAMENTO INTRAORAL

Na área odontológica, são várias especialidades que sofreram alterações evidentes em todas as etapas dos protocolos e materiais, incluindo, mas não se limitando a ortodontia, implantodontia, próteses e todos os procedimentos de laboratório dentário.^{2,5,8} Isso permite um planejamento protético / funcional preciso, pré-avaliação estética / funcional adequada da terapia proposta, execução assistida por computador do tratamento, bem como o acompanhamento contínuo dos pacientes.^{6,38,39} Essa tecnologia oferece diversas vantagens, como a precisão de um planejamento / projeto baseado em computador, a rapidez da impressão digital, a qualidade dos produtos digitais e sua reprodutibilidade a qualquer momento.^{4,5,15}

Outra vantagem muito importante é uma pré-visualização tridimensional (simulação) que permite que o objeto / execução final seja mostrado na tela, para que o cirurgião dentista possa avaliá-lo de todos os pontos de vista, aumentando a capacidade de diagnóstico e a precisão dos tratamentos.^{12,18}

Algumas das últimas inovações consideráveis na odontologia digital são as impressões digitais, opticamente detectado por scanners intraorais (IOS), a introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e a combinação de ambos, graças aos quais o diagnóstico e o planejamento são mais rápidos, previsíveis e seguro. Existem vários tipos de IOS e CBCT no mercado que dependem da aquisição tecnologia, a possibilidade de processamento dos arquivos e o tipo de arquivo gerado.

Outra grande vantagem é a possibilidade de analisar as relações oclusais entre os arcos, de modo a definir se a distância oclusal é adequado para a criação de restaurações CAD-CAM com materiais específicos. Algumas das principais aplicações na área odontológica são: 1) Dispositivos miorrelaxantes; 2) Alinhadores dentais; 3) Prótese dentária fixa; 4) Guia para cirurgia dentária.^{9,23}

Seu uso crescente também está ligado à implantodontia, em que corpos de varredura são usados em vez de transferências convencionais. Os implantes são então reposicionados nesta posição precisa devido ao software CAD que corresponde à forma geométrica específica do corpo da digitalização, com sua biblioteca dedicada, permitindo que o desenho de pilares, estruturas e coroas individuais^{17,19}.

Foi demonstrado que o sistema é preciso e exato, pois não sofre distorções devido à impressão tradicional de as transferências. Finalmente, o planejamento de implante virtual pode ser feito de acordo com uma configuração protética e uma férula cirúrgica podem ser produzidos usando uma impressora 3D. Mesmo próteses completas ou parciais, tanto em dentes naturais quanto em implantes, podem ser feitas através de um fluxo de trabalho totalmente digital, que permite a restauração em todos de seus aspectos, reduzindo potencialmente os tempos de produção e, portanto, os tempos gerais de espera para ambos cirurgiões dentistas e pacientes, e, não menos importante, os custos.

Devido ao desenvolvimento e aprimoramento tecnológico de scanners intraorais, que têm sido usados para várias aplicações em uma base de tentativa e erro, eles se tornaram um dos dispositivos de tratamento dentário mais valiosos para pacientes e dentistas.^{4,9,13} Dentre suas vantagens pode-se destacar a redução do desconforto dos pacientes.^{6,9} No processo de moldagem convencional os materiais de impressão de precisão elastoméricos ou materiais de impressão de ágar, são colocados diretamente na boca do paciente por vários minutos. Uma vez que o scanner intraoral não precisa materiais de impressão, reduz drasticamente aos pacientes o desconforto, especialmente para idosos e pacientes com um forte reflexo de ânsia de vômito.

Existem muitos fatores que podem comprometer o desempenho de um IOS, o que pode comprometer sua precisão.^{6,9} Em relação ao equipamento, aspectos como a tecnologia de digitalização, o estado do dispositivo a temperatura e iluminação da sala e da área de leitura pode afetar a precisão das leituras do IOS.^{2,8,18}

Habilidades e experiência do operador, bem como a técnica de digitalização e sequência também devem ser considerados fatores que influenciam a precisão. Movimentos do paciente, abertura de boca limitada e uma língua de grandes dimensões também podem dificultar o procedimento de digitalização.^{6,15} O operador do scanner digital precisa de treinamento específico, no entanto, com a experiência, torna-se fácil de adquirir impressões ópticas das dentições de maxila e mandíbula em alguns minutos. Estudos indicam que o nível de estresse do profissional de odontologia é drasticamente diminuído, pelo tempo de redução de trabalho, quanto a comparação entre a modelagem convencional e digital decorrente do scanner intraoral.⁴

Para a redução do risco de infecção, cumpre destacar que a bandeja do material de impressão deve ser esterilizada, bem como a bancada e bandeja após cada utilização, haja vista que materiais de impressão contaminado por vários germes na boca do paciente podem ser uma fonte de infecção na clínica ou laboratório odontológico.^{1,3,7} A ponta de digitalização de um scanner digital é autoclavável e, portanto, esterilizável. Além disso, as imagens 3D digitalmente obtidos pela impressão óptica são dados transmissíveis e não requerem o manuseio de materiais de impressão ou modelos convencionais, que são uma possível fonte de infecção.

Em métodos indiretos convencionais usando modelos de trabalho, uma verificação de precisão da reprodução da morfologia, por exemplo, um dente pilar, é conduzido com modelos de gesso depois de uma impressão precisa. A impressão digital com um scanner intraoral permite que seus usuários confirmem o resultado na tela como um modelo digital logo após a digitalização, e para modificar prontamente a preparação do dente pilar como necessário.^{2,4,10} Ademais, outra vantagem incomparável é quanto o tempo, afinal se o modelo digital obtido contiver erros, todo o processo de digitalização intraoral é facilmente repetível. Além disso, se a impressão obtida for insatisfatória, o operador pode realizar uma varredura parcial visando as áreas específicas.^{14,15,19} Ao contrário dos modelos de gesso convencionais, as impressões obtidas por meio de scanner digitais são gerenciáveis com meios de comunicação; eles não requerem espaço, nem se deterioram. Elas podem ser facilmente armazenadas por um longo período como arquivos digitais, e os usuários podem facilmente recuperar os dados mais tarde, a qualquer hora e em qualquer lugar, acessando os arquivos.⁴

O scanner digital permite que seus usuários confirmem a formação tridimensional na tela do computador, que fornece várias opções de análise, por exemplo, estado da superfície do dente, folga do dente oposto, e o forma das margens ou rebaixos. Os usuários podem ainda medir a espessura da restauração ou realizar uma análise morfológica e design estrutural funcional das restaurações. Como materiais de impressão e gesso não são mais necessários, o custo do material e o desperdício são reduzidos.^{3,5,7} Os modelos digitais permitem ainda aos usuários tridimensionalmente analisar as mudanças cronológicas da boca de um paciente cavidade, por exemplo, mudança de posição do dente, desgaste oclusal, abrasão, ou recessão gengival.

Os dados iniciais da cavidade oral são úteis como o cadastro de dados pessoais de cada paciente, principalmente no caso de um defeito dentário substancial ou perda no futuro. Os modelos digitais reproduzem o tom de cor estrutural da formação da superfície do dente ou gengiva usando uma cor virtual de representação para observação de prognóstico.^{2,20} Modelos digitais podem ser compartilhados em segundos, como dados tridimensionais transmitidos pela internet para clínicas odontológicas locais e estrangeiras, laboratórios de prótese dentária, ou centros de imagem.¹⁴

Os dados relevantes são transmitidos através de redes e serviços em nuvem. Isso minimiza o tempo necessário para a construção do modelo de gesso e reduz o tempo de transporte e custo com a entrega. Mesclando modelos digitais intraorais com dados de varredura facial 3D, dados de movimento da mandíbula ou dados de imagem 3D, há a possibilidade de exames abrangentes e diagnósticos mais precisos.¹⁹

Os tratamentos de um dia tornaram obsoleto o processo demorado de construir restaurações temporárias; a anestesia frequente não é mais necessária, e a contaminação dos dentes não deve ocorrer.²⁵⁻³² Mesclando dados digitais intraorais com varredura facial ou TC os dados permitem o planejamento suave e adequado de um tratamento com implantes.²⁴⁻³⁹ Os scanners digitais ajudam ainda os dentistas

a detectar cáries nas proximais, oclusais e cárie secundária, bem como rachaduras na superfície do dente. A detecção de cárie é feita com uma luz infravermelha próxima sem radiação, que é segura para o paciente. A tecnologia de imagem infravermelha próxima (NIRI), além de auxiliar na detecção de lesões de cárie sem radiação ionizante, hoje é parte fundamental do monitoramento longitudinal do paciente. Softwares de comparação cronológica permitem que o cirurgião-dentista visualize, de forma colorimétrica, alterações mínimas de desgaste dentário (bruxismo), recessões gengivais ou movimentações ortodônticas ocorridas entre consultas, funcionando como uma ferramenta de diagnóstico preventivo e educação do paciente.

Dentre as limitações ou desvantagens dos scanners digitais estão a necessidade de treinamento e custo dos equipamentos e software^{2,7,15}. Na impressão digital, o dispositivo de digitalização só pode medir objetos visualmente confirmados; em outras palavras, o alvo de digitalização deve ser visualizado.^{3,9,27} Além disso, uma impressão digital requer corpos de varredura para implantes; o software no sistema de implante e o sistema CAD / CAM deve ser compatível.¹²⁻³⁴ A posição mandibular adquirida com um scanner digital não é mutável; não pode simular a oclusão dinâmica no presente. No entanto, alguns pacotes de software CAD têm um articulador virtual que suporta o parâmetro de movimento da mandíbula ajuste ou ajuste de pino de suporte digital.^{2,36} Alguns provedores armazenam suas transmissões de dados de digitalização em sistemas de armazenamento baseados em nuvem, que cobram dos usuários com taxas de impressão óptica. Outros requerem adicionais taxas para atualizações / upgrades de software ou taxas anuais.

Embora a maioria dos sistemas de armazenamento em nuvem dos provedores sejam arquiteturas fechadas, uma arquitetura aberta que permite a exportação de dados STL está sendo implementada.¹⁸ A compra de um scanner digital é um investimento substancial, pois a precisão do scanner digital corresponde ou substitui a precisão da impressão convencional e o método indireto com modelos de trabalho.^{4,12} A utilização de scanners digitais leva a tratamentos dentários seguros e eficientes. Além disso, sua alta reprodutibilidade, processamento de informações, capacidade de multimídia e simplicidade e velocidade na comunicação pode aplicar-se a várias situações.^{3,6}

À título ilustrativo o uso de scanners digitais em exames odontológicos em escolas ou empresas permitiria a aquisição de quantias substanciais de informações da cavidade oral, que podem ser usadas para levantamentos epidemiológicos sobre cárie dentária ou status da goma por análise de software. As imagens digitalizadas pode contribuir para a orientação de saúde bucal também, por sendo exibido na tela ou na impressão.¹²⁻²² Além disso, os dados de digitalização dos scanners digitais, quando todos os dentes do sujeito são substituídos por dentes permanentes, podem ser usados para a observação cronológica mudanças ou fabricação de restauração em caso de danos futuros aos dentes.

Registros dentários de dentes remanescentes ou tratamentos têm considerado um meio crucial para identificar pessoas desconhecidas, por exemplo, vítimas de desastres naturais / humanos ou

pacientes com demência errantes.⁹⁻²⁶ Apenas 5 a 15% dos institutos odontológicos no mundo introduziram os scanners digitais em suas atividades⁴. As impressões digitais têm muitas vantagens, e sua implementação demonstra-se crucial para a realização de práticas seguras e protegidas de tratamento dentário. No entanto, um certo grau de experiência e habilidade são necessárias para operar um scanner digital; sua implementação em exercícios clínicos na área médica as universidades estão em demanda imediata para uso em práticas de tratamento dentário no futuro.

2.3 EFICÁCIA DO SCANNER DIGITAL EM PRÓTESE FIXA

Transferência imprecisa da posição do implante pode levar a uma prótese mal ajustada, o que pode resultar em complicações biológicas e mecânicas. Tal como exposto alhures, com o advento da tecnologia CAD-CAM agora é possível usar um fluxo de trabalho digital ao fabricar restaurações suportadas por implantes, que podem ser de natureza direta ou indireta^{3,5}.

As indiretas correspondem à possibilidade de fazer um implante convencional impresso que é então digitalizado no laboratório usando um scanner óptico de bancada, ao passo que o fluxo de trabalho direto, no entanto, inclui o uso de um dispositivo de varredura intraoral para gerar uma impressão digital diretamente da boca do paciente.¹⁹

Uma vez capturado com precisão, um implante analógico digital pode em seguida, ser colocado em um modelo digital com implante específico, munindo-se do software CAD específico para odontologia, para a fabricação da restauração^{5,15}.

Impressões de implantes digitais oferecem vantagens sobre as impressões convencionais, incluindo riscos reduzidos de distorção durante as fases laboratoriais; melhor conforto e aceitação do paciente; e melhor eficiência. Em 1994, uma técnica foi descrita pela primeira vez para medir a posição 3D de um implante dentário usando fotogrametria. Os autores concluíram que esta técnica mostrou um nível de precisão semelhante ao do convencional métodos e foi uma opção válida para registrar o implante posiciona intraoralmente, que posteriormente foi confirmada¹².

Em 2004, a primeira digitalização dos componentes do implante foi introduzida usando um método inovador de cicatrização codificado, que forneceu informações 3D sobre a localização do implante em relação aos dentes adjacentes, dentição oposta e tecidos moles circundantes^{3,6}. Já em 2008, a possibilidade de usar outra imagem 3D foi proposta como uma alternativa aos procedimentos convencionais de produção de moldagem.¹⁴ Inicialmente, esses corpos de varredura estavam disponíveis comercialmente apenas para um sistema de implante único e exigia um scanner específico e tecnologia de digitalização (Itero, microscopia confocal paralela).³ À medida que a tecnologia do scanner melhorou e ganhou popularidade, no entanto, tem o design e o uso de corpos escaneados.

Hoje quase todos os principais fabricantes de implantes oferecem scanners de impressão, assim como vários laboratórios de prótese dentária e empresas de acessórios de implantes dentários. Todavia,

subsistem compreensões distintas quanto a eficácia dos scanners intraorais em prótese fixas.^{21,23,33} Embora os scanners intraorais possam ser mais precisos e eficientes do que a técnica de modelagem convencional, sua precisão no registro de uma ampla área (como um arco completo) para a fabricação de uma prótese fixa é limitado.^{5,6,10} Além da velocidade de captura, o diferencial dos scanners atuais reside na integração com a Inteligência Artificial (IA). Os softwares de última geração utilizam algoritmos para a remoção automática de tecidos moles (língua, lábios e bochechas) durante o escaneamento, filtrando interferências em tempo real. Isso não apenas acelera o procedimento, mas garante uma malha digital (mesh) muito mais limpa e precisa para o planejamento protético.

A precisão de um scanner intraoral é maior do que aquele do método convencional em uma faixa estreita, mas diminui à medida que o intervalo da varredura aumenta.^{9,14} Além disso, há uma diferença na precisão do digitalizar dependendo da ordem e do ponto a partir do qual a varredura de todo o arco é iniciada.

No entanto, a precisão de um scanner intraoral foi relatada como sendo maior do que uma impressão de arco completo de hidrocoloide irreversível para planejamento e monitoramento do tratamento ortodôntico.⁵ Estudos recentes avaliaram a precisão de varreduras de arco completo usando um scanner intraoral em várias maneiras. A distância até um ponto de referência ou forma, ou uma análise 3D foi realizada sobrepondo o modelo de referência CAD (CRM) e Modelo de teste CAD (CTM).⁸ No entanto, com este método, se uma grande discrepância em uma parte é autocorrigida por meio do processo de alinhamento de melhor ajuste, erros podem resultar em outras partes.

Além disso, os resultados do melhor processo de alinhamento de ajuste podem variar dependendo do tipo e versão da inspeção software devido às diferenças nos protocolos de alinhamento.²⁶ O design e o material do molde e o design dos corpos de digitalização, bem como suas propriedades de reflexão de luz podem afetar a precisão das impressões digitais.^{6,7} Vários autores apoiam a precisão deste tipo de tecnologia para a reabilitação de implantes.

Mangano e Veronesi¹¹ conduziram um ensaio clínico randomizado comparando fluxos de trabalho digitais e analógicos ao restaurar implantes individuais. Ambas as técnicas mostraram altas taxas de sucesso (92%) e apenas 8% de incidência de complicações. Complicações foram relacionadas a problemas biológicos (mucosite peri-implantar) em pacientes com higiene oral deficiente conformidade. Além disso, alguns pesquisadores^{13,14,15} conduziram um ensaio clínico a fim de comparar a precisão de impressões convencionais e digitais in vivo, obtendo resultados que suportam o uso de impressões digitais em implantodontia, comparáveis às aquelas alcançadas para técnicas convencionais. No entanto, a extensão do espaço edêntulo é um dos maiores obstáculos quando usando fluxo de trabalho digital em implantodontia. A falta de pontos de referência anatômicos fixos, como dentes, leva a uma sobreposição de imagens usando a primeira imagem obtida como referência e costura as seguintes imagens às anteriores. Cada ponto individual representa a possibilidade de incorrer

em erro, diminuindo a precisão das impressões digitais. Este erro de desalinhamento tem um impacto ainda maior quando mais de seis implantes são colocados na mesma arcada dentária.^{4,6}

A digitalização maior áreas edêntulas afetaram significativamente as medidas lineares e angulares, que podem ser imputados ao erro acumulativo do processo de costura.¹⁶ Ainda não está claro na literatura a partir da qual o número exato de implantes colocados é a diminuição da precisão clinicamente significativo. O grau clinicamente aceitável de imprecisão foi discutido diversamente por muitos autores. Enquanto alguns autores consideraram discrepâncias de até 30 μm na interface como aceitável, outros propõe um limite de 150 μm para prevenir complicações de longo prazo.^{6,15,16}

O erro de desalinhamento aumenta com a distância digitalizada, e conseqüentemente, arcos completos representam um desafio maior para os IOSs. Contudo, os protocolos atuais combinam scanners de alto campo de visão com marcadores de referência inteligentes. Isso minimiza distorções em casos complexos de reabilitação total sobre implantes, tornando o fluxo digital viável e previsível mesmo para protocolos do tipo All-on-4, desde que seguidas as estratégias de varredura recomendadas pelos fabricantes. A profundidade do implante também deve ser considerada porque está diretamente relacionado à visibilidade do corpo da varredura, que pode influenciar as medições de precisão. Quando o corpo da varredura está totalmente visível, determinando a posição do implante é menos sujeita a erros, o que significa que quanto mais profundo o implante é colocado, quanto mais longo o corpo da varredura deve ser.^{23,34} A literatura não está de acordo sobre a influência potencial da angulação do implante, embora as evidências mais recentes revelem que a posição angulada dos implantes não diminui a precisão do implante. Como tal, muitos fatores podem afetar o resultado e a precisão do digital impressões; desenvolvimento adicional dos dispositivos de digitalização, protocolos de digitalização e imagem técnicas são necessárias para aumentar a precisão da aquisição óptica da varredura do implante corpos.^{3,4,6} Embora o erro de desalinhamento aumente com a distância, os novos protocolos de 'varredura contínua' dos scanners de 2025 reduziram significativamente as discrepâncias lineares e angulares em áreas edêntulas extensas.³⁷

Além disso, o design do corpo do escaneamento requer melhorias capazes de aumentar a precisão das impressões digitais. À medida que a tecnologia digital se torna mais poderosa, muitas marcas passaram a desenvolveram ISBs com diferentes designs e geometrias. Geralmente, os ISBs são compostos de três áreas distintas: a região de digitalização (correspondente à parte superior), o corpo (correspondendo à porção média) e a base (correspondendo à parte mais apical porção que se conecta ao implante).^{13,15,18} Uma conexão profundamente cônica ou incompatibilidade em materiais entre a base e o implante podem influenciar o deslocamento do ISB quando apertado no lugar.

A região de digitalização contém uma ou mais áreas de digitalização, que podem ter diferentes formas, a fim de melhorar a precisão da impressão digital.¹² Ao incorporar uma forma assimétrica na região de digitalização, o reconhecimento de superfície pelo software CAD torna-se mais simples. A

maioria dos ISBs disponíveis comercialmente são feitos de um de dois materiais diferentes, poliéteretercetona (PEEK) e titânio, mas o “Scanbody” também pode conter liga de alumínio e várias resinas.^{6,15} É importante considerar a usinabilidade desses materiais e as tolerâncias de fabricação para melhorar a precisão de ISBs. A altura dos ISBs disponíveis comercialmente varia de 3 a 17 mm. Normalmente, as superfícies opacas, lisas e opacas são mais fáceis de capturar em um sistema intra-oral digital impressão do que as brilhantes, ásperas ou translúcidas. Intraoralmente, torna-se muito desafiador devido ao reflexo da superfície criado pela saliva.^{13,18}

Estudos recentes indicaram que, profundamente, superfícies cortadas por baixo, íngremes, afiadas, anguladas ou aglomeradas também são mais difíceis de digitalizar, levando para nuvens de pontos menos precisas. Gimenez et al¹⁶, concluiu que os implantes colocados gengivalmente apresentaram menos desvio de varredura do que implantes colocados subgengivalmente, independentemente do ângulo desvio ($p = 0,757$). Pode ser necessário e vantajoso criar ISBs com características para situações intraorais. Um corpo de escaneamento estreito, por exemplo, pode ser mais eficaz em situações com espaço interproximal limitado, e um corpo de digitalização mais curto pode ser mais fácil de capturar em pacientes com edentulismo completo ou abertura limitada da boca.^{13,15} Porém, nos casos de reabilitação de mandíbulas edêntulas, o desafio de obter uma impressão digital precisa permanecer. É necessário criar um design ISB que possa ser facilmente identificado pelo IOS, é acessível para manipulação pelo operador e é confortável para o paciente.

3 DISCUSSÃO

Com tecnologia de scanner evoluindo rapidamente e se tornando mais difundida, estudos futuros são necessários e deve ser direcionado a todas as partes do fluxo de trabalho digital.¹¹

Esta revisão da literatura buscou a análise da precisão dos scanners digitais na odontologia, atendendo às múltiplas variáveis que podem ter um impacto sobre ele, como a geometria e o material dos ISBs, o protocolo de digitalização, os implantes profundidade e / ou angulação e o dispositivo IOS usado.¹⁸ É importante destacar que evidências limitadas de alta qualidade estão disponíveis sobre este assunto, e a interpretação dos resultados desta revisão deve levar em consideração as configurações do estudo apresentadas.²⁴⁻³³ Portanto, as limitações desta revisão consistem principalmente em a inconsistência de desenhos e protocolos de estudos entre os artigos selecionados, não permitindo uma comparação direta dos resultados obtidos.¹⁰

O risco de viés dos estudos revisados também não foi avaliado, o que pode ser considerado como outra limitação desta revisão de literatura. No entanto, dentro das limitações mencionadas, a presente revisão resume o estado de a arte dos scanners digitais na odontologia, proporcionando ao clínico algumas informações sobre os fatores que podem influenciar a precisão desse fluxo de trabalho digital.¹⁶⁻²⁵ Na odontologia digital, a frequência de publicações científicas e artigos baseados em

evidências é significativamente menor do que a frequência de atualização de hardware e software do IOS, que cria uma lacuna temporal e impede o estabelecimento de diretrizes de boas práticas.

Independentemente do cenário do estudo, a comparação dos resultados, resultantes das impressões convencionais e digitais na odontologia sugerem que as impressões digitais de implantes são tão precisas quanto as impressões de implantes convencionais, para próteses parciais fixas.²²⁻²⁵⁻³³ Em arco completo casos de reabilitação, a literatura atual ainda não fornece evidências de alta qualidade para apoiar a seleção de protocolos de impressão digital de implante em relação às técnicas convencionais.

Vários autores concordaram sobre a viabilidade do uso de uma aquisição tridimensional tecnologia como uma alternativa aos procedimentos de moldagem convencionais.³⁶⁻⁴⁰ A odontologia digital está crescendo constantemente desde o primeiro uso do design auxiliado por computador e tecnologia de fabricação auxiliada por computador (CAD / CAM) para a fabricação de próteses na década de 1980.³¹ Atualmente, impressão digital, incluindo digitalização intraoral direta ou digitalização indireta de moldes derivado de impressões convencionais, pode gerar um arquivo estereolitografia (STL) que representa a primeira etapa do caminho digital.

A situação clínica pode ser movida para um ambiente virtual "sem gesso". No entanto, quando necessário, os moldes físicos ainda podem ser fabricados a partir dos mesmos arquivos STL usando tecnologias de prototipagem rápida.⁷⁻¹² Scanners digitais intraorais (I.O.S.s) levaram a odontologia a uma era totalmente digital, mudando o dia a dia rotina tanto para dentistas quanto para técnicos.³² O mercado de scanners digitais que possuía um valor de mercado de 54,4 milhões de dólares em 2013 cresceu para 178,9 milhões dólares americanos em 2020, com uma taxa de crescimento anual de 17,1%.⁴ A evolução tecnológica transformou a odontologia em um dos setores mais dinâmicos da saúde. Se em 2020 o mercado global de scanners intraorais já demonstrava uma curva de crescimento acentuada, em 2026 consolidou-se como um padrão de cuidado nas clínicas modernas. Atualmente, a adoção de sistemas digitais ultrapassou as expectativas iniciais, impulsionada pela democratização do acesso aos scanners e pela integração total entre consultórios e centros de usinagem ou impressão 3D.

A introdução de scanners digitais em tratamentos dentários está apenas começando sendo, portanto, necessária a mudança de vários paradigmas como já se vivenciou no desenvolvimento e aperfeiçoamento da odontologia, entre eles: o avanço de coroas de banda a coroas fundidas, ou de resinas compostas de cura química a resinas compostas de fotopolimerização.²⁻¹⁵

4 CONCLUSÃO

Com base na evidência limitada disponível para esta revisão e considerando as limitações mencionado, algumas conclusões preliminares podem ser destacadas:

1. As evidências sugerem que as impressões digitais são um procedimento preciso no implante odontologia.
2. Independentemente do dispositivo IOS usado, o protocolo de digitalização pode influenciar a precisão das impressões digitais.
3. A angulação do implante parece não ter efeito sobre a precisão das impressões digitais. Por outro lado, a profundidade do implante pode afetar a precisão do procedimento. Contudo, as diretrizes clínicas não podem ser elaboradas com base nos dados apresentados.
4. ISBs são dispositivos de transferência de posição de implante que são comercializados em várias formas, geometrias e materiais.
5. O design e o material dos ISBs podem influenciar a precisão das impressões digitais.
6. Avançar estudos *in vivo* são necessários para avaliar a influência da angulação do implante na precisão de impressões digitais.
7. Atualmente, faltam informações sobre esses temas, sendo necessários mais estudos para determinar a relação entre as características dos ISBs, profundidade / angulação do implante, varredura precisão de protocolo e impressão digital.

Com isso, ressalta-se que uma nova etapa do tratamento odontológico, influenciada pela intitulada odontologia digital e pelos scanners digitais está chegando e, sem dúvidas passará pela necessidade de superação de paradigmas até mesmo no campo das próteses fixas.

REFERÊNCIAS

1. Jeison B. Carbajal Mejía, Kazumichi Wakabayashi, Takashi Nakamura, Hirofumi Yatani. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Volume 118, Issue 3, September 2017, p 392-399.
2. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci*. 2018;60(1):1-7.
3. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent [Internet]*. 2018;120(3):343-52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.10.029>
4. Suese K. Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dent Mater J*. 2020;39(1):52-6.
5. Park GH, Son KB Da, Lee KB. Feasibility of using an intraoral scanner for a complete-arch digital scan. *J Prosthet Dent [Internet]*. 2019;121(5):803-10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.07.014>
6. Marques S, Ribeiro P, Falcão C, Lemos BF, Ríos-Carrasco B, Ríos-Santos JV, et al. Digital impressions in implant dentistry: A literature review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):1-20.
7. Ferrini F, Sannino G, Chiola C, Capparé P, Gastaldi G, Gherlone EF. Influence of intra-oral scanner (I.O.S.) on the marginal accuracy of CAD/CAM single crowns. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(4):1-9.
8. Kašparová M, Halamová S, Dostálová T, Procházka A. Intra-oral 3D scanning for the digital evaluation of dental arch parameters. *Appl Sci*. 2018;8(10).
9. Porter JL, Carrico CK, Lindauer SJ, Tüfekçi E. Comparison of intraoral and extraoral scanners on the accuracy of digital model articulation. *J Orthod [Internet]*. 2018;45(4):275-82. Available from: <https://doi.org/10.1080/14653125.2018.1500773>
10. Tallarico M. Computerization and digital workflow in medicine: Focus on digital dentistry. *Materials (Basel)*. 2020;13(9).
11. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2017, 17, 92.
12. Ender A, Mehl A (2011) Full arch scans: conventional versus digital impressions--an in-vitro study. *Int J Comput Dent* 14,11-21.
13. Ender A, Mehl A (2015) In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int* 46, 9-17.
14. Ender A, Attin T, Mehl A (2016) In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent* 115, 313-320.

15. Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A (2016) In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig* 20, 1495-1504.
16. Gimenez-Gonzalez, B.; Hassan, B.; Özcan, M.; Pradíes, G. An In Vitro Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla. *J. Prosthodont.* 2016, 26, 650–655.
17. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
18. Pedroche LO, Bernardes SR, Leão MP, Kintopp CC, Correr GM, Ornaghi BP et al. (2016) Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. *Braz Oral Res* 30, e113.
19. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R (2017) An in vitro comparison of the marginal adaptation accuracy of CAD/CAM restorations using different impression systems. *J Prosthodont* 26, 581-586.
20. Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C (2017) Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig* 21, 1445-1455.
21. Lee J-J, Jeong I-D, Park J-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *J Prosthet Dent* 2017;117:253-9.
22. Bohner LOL, Canto GDL, Marció BS, Laganá DC, Sesma N, Neto PT Computer-aided analysis of digital dental impressions obtained from intraoral and extraoral scanners. *J Prosthet Dent* 2017;118:617-23.
23. Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems: An in vitro study. *J Prosthodont Res* 2017;61:177-84.
24. Imburgia, M.; Logozzo, S.; Hauschild, U.; Veronesi, G.; Mangano, C.; Mangano, F.G. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health* 2017, 17, 92.
25. Mandelli, F.; Ferrini, F.; Gastaldi, G.; Gherlone, E.; Ferrari, M. Improvement of a Digital Impression with Conventional Materials: Overcoming Intraoral Scanner Limitations. *Int. J. Prosthodont.* 2017, 30, 373–376.
26. Mangano, F.; Gandolfi, A.; Luongo, G.; Logozzo, S. Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health* 2017, 17, 149.
27. Abduo, J.; Elseyoufi, M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *Eur. J. Prost. Rest. Dent.* 2018, 26, 101–121.
28. Arcuri, L.; Pozzi, A.; Lio, F.; Rompen, E.; Zechner, W.; Nardi, A. Influence of implant scanbody material, position and operator on the accuracy of digital impression for complete-arch: A randomized in vitro trial. *J. Prosthodont. Res.* 2020, 64, 128–136.

29. Mizumoto, R.M.; Yilmaz, B.; McGlumphy, E.A.; Seidt, J.; Johnston, W.M. Accuracy of different digital scanning techniques and scan bodies for complete-arch implant-supported prostheses. *J. Prosthet. Dent.* 2020, *123*, 96–104.
30. Motel, C.; Kirchner, E.; Adler, W.; Whichman, M.; Matta, R.E. Impact of Different Scan Bodies and Scan Strategies on the Accuracy of Digital Implant Impressions Assessed with an Intraoral Scanner: An In Vitro Study. *J. Prosthodont.* 2020, *29*, 309–314.
31. Revilla-León, M.; Fogarty, R.; Barrington, J.J.; Zandinejad, A.; Özcan, M. Influence of scan body design and digital implant analogs on implant replica position in additively manufactured casts. *J. Prosthet. Dent.* 2020, *124*, 202–210.
32. Adams, T.; Connor, M.; Whittaker, R. Protecting our digital medicine infrastructure. *NPJ Digit. Med.* 2019, *2*, 97.
33. Fiorillo, L. Chlorhexidine Gel Use in the Oral District: A Systematic Review. *Gels* 2019, *5*, 31.
34. Meloni, S.M.; Spano, G.; Ceruso, F.M.; Gargari, M.; Lumbau, A.; Baldoni, E.; Massarelli, O.; Pisano, M. Tallarico, M. Upper jaw implant restoration on six implants with flapless guided template surgery and immediate loading: 5 years results of a prospective case series. *ORAL Implantol.* 2020, *12*, 151–160.
35. Berutti, L. B., Campos, D. E. S., & Batista, A. U. D. (2020). Use of intraoral scanners in implantology [Uso de scanners intraorais em implantodontia] [Uso de los escáneres intrabucales en implantología]. *Revista Cubana de Estomatología*, *57*(2), 1–12.
36. Guedes, F. do C., Soares, L. M. B., Guedes, F. do C., Pereira, R. da S., & Medeiros, M. L. B. (2021). Perspectivas da odontologia estética alinhada com a odontologia digital: uma revisão de literatura / Perspectives of aesthetic dentistry aligned with digital dentistry: a literature review. *Brazilian Journal of Health Review*, *4*(1), 1782–1790.
37. Park, J. S., Alshehri, Y. F. A., Kruger, E., & Villata, L. (2025). Accuracy of digital versus conventional implant impressions in partially dentate patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, *160*, 105918.
38. Cechelero, E. B., Bellan, M. C., & Bisi, M. A. (2020). Análise comparativa de técnicas de escaneamento digital: estudo in vitro. *Archives of Health Investigation*, *10*(2), 248–254.
39. Bósio, J., Del Santo, M., & Jacob, H. (2017). Odontologia Digital Contemporânea - Scanners Intraorais Digitais. *Orthodontic Science and Practice*, *10*(39), 355–362.
40. Medina-Sotomayor, P., Ordóñez, P., & Ortega, G. (2020). Accuracy of Intraoral Digital Impression Systems in Restorative Dentistry: A Review of the Literature. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, *1*(23), 205–216.
41. Díaz Díaz, P., Muñoz Solís, J., & Contreras Diez de Medina, D. (2021). Herramientas digitales para la obtención de registros, posicionamiento y articulación virtual de modelos. *Odontología Sanmarquina*, *24*(1), 75–83.