

Fatores que influenciam a eficiência dos *scanners* intraorais em prótese dentária: Revisão narrativa



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.005-012>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8309-8837>

Amanda Costa Ferro

Mestre em Odontologia, área de Reabilitação Oral. Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, Brasil.
E-mail: a.ferro1604@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2623-2152>

Rômulo José Lima Almeida

Cirurgião-dentista. Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5874-027X>

Suellen Tayenne Pedrosa Pinto

Mestre em Odontologia, área de Reabilitação Oral. Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9149-0169>

Sofia Furlanete Raymundo

Cirurgiã-dentista. Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9761-0570>

Andrea Abi Rached Dantas

Doutora em Odontologia, área de Periodontia. Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, São Paulo, Brasil.

RESUMO

O objetivo desta revisão de literatura é analisar criticamente os fatores que influenciam na eficiência dos *scanners* intraorais. As buscas nas bases de dados eletrônicas foram realizadas usando palavras-chave indexadas e termos livres. As pesquisas limitaram-se a artigos completos escritos em português e inglês e publicados em periódicos entre 2011 e 2024. Os sistemas de escaneamento intraoral podem ser usados de forma confiável para fins de diagnóstico e para áreas de curta extensão. No entanto, para escaneamento de arco total, este sistema está mais suscetível a distorções. Em relação aos diferentes sistemas de *scanners*, os estudos indicaram resultados variáveis que não permitem que uma preferência por sistema seja realizada. Conclui-se que para a realização de reabilitações protéticas, a precisão dos *scanners* é maior quando a extensão do escaneamento é reduzida e quando as superfícies escaneadas possuem mínimas irregularidades.

Palavras-chave: Materiais para moldagem odontológica, Prótese dentária, Desenho assistido por computador.

1 INTRODUÇÃO

A moldagem dentária é um procedimento de rotina exigido em muitas áreas da Odontologia para copiar os tecidos bucais e reproduzi-los em modelos. Estes, sejam físicos ou digitais, são usados para fins diagnósticos, planejamento ou confecção de próteses, aparelhos ortodônticos e etc. Para que a impressão cumpra seu propósito, os tecidos orais do paciente devem ser copiados adequadamente, pois a imprecisão poderá causar desadaptação da peça protética, e conseqüentemente, uma espessa linha de cimentação, infiltrações e cáries secundárias, além de ajustes oclusais em excesso, que podem gerar fragilidade da peça protética, e prejuízos à longevidade do tratamento (Guth et al., 2013; Ender e Mehl, 2013).



O surgimento da tecnologia CAD/CAM na Odontologia no final dos anos 1970, tem proporcionado diversas mudanças nas clínicas odontológicas e nos laboratórios de prótese com a automação dos processos e otimização da qualidade dos produtos finais, sobretudo, na área da prótese. Em comparação às impressões convencionais, o escaneamento intraoral possui vantagens, como, não necessitar de materiais de impressão, moldeiras, desinfecção e vazamento de modelos de gesso. Além disso, uma vez que o profissional possui capacitação, torna-se uma técnica simplificada e de menor sensibilidade, fácil armazenamento de dados do paciente (Solaberrieta et al., 2019). Também é relatado que o uso dos *scanners* intraorais reduz o tempo clínico, aumenta o conforto do paciente e permite a visualização da impressão imediatamente (Akyalcin et al., 2013, Kim et al., 2016, Burzynski et al., 2017).

O uso dos *scanners* intraorais requer um oneroso investimento para a obtenção destes dispositivos e contam com a habilidade do profissional para garantir um escaneamento adequado. Para que o escaneamento intraoral seja recomendado para uso rotineiro, é desejável que a precisão seja, pelo menos, semelhante às impressões convencionais (Persson et al., 2006). Precisão e a veracidade são aspectos fundamentais para determinar a acurácia dos sistemas. A veracidade indica o quão próximas as medidas obtidas estão das dimensões reais do objeto, enquanto a precisão refere-se à consistência das medições repetidas (Imburgia et al., 2017).

A precisão de peças protéticas confeccionadas a partir de escaneamento intraoral pode ser comparável aos métodos convencionais (Chochlidakis et al., 2016). No entanto, diversos fatores não estão completamente esclarecidos na literatura e podem afetar a veracidade final desses sistemas, como, habilidade do operador, sistema de captura, presença de implantes, padrão de escaneamento, área digitalizada e tipo de espaço protético (Renne et al., 2017). Esta revisão de literatura busca esclarecer estes aspectos, uma vez que é fundamental que os profissionais tenham conhecimento para que minimizem as distorções, levando à eficiência máxima do equipamento.

2 OBJETIVO

O objetivo desta revisão de literatura foi analisar os fatores que influenciam na eficiência dos *scanners* intraorais.

3 MATERIAL E MÉTODO

As bases de dados utilizadas para a elaboração desta revisão de literatura narrativa foram o MEDLINE via Pubmed, Google Acadêmico e LILACS/BBO via BVS. Os artigos incluídos foram selecionados a partir de uma busca com descritores indexados (MeSH e DeCs) e termos livres combinados através de operadores booleanos no idioma inglês: “intraoral scanners” OR “digital flow” OR “CAD/CAM technology” OR “accuracy and precision” e português: “*scanners* intraorais” OR



“fluxo digital” OR “tecnologia CAD/CAM” OR “acurácia e precisão”. Os artigos selecionados foram publicados entre 2011 e 2024 no idioma inglês ou português.

4 REVISÃO DE LITERATURA

A qualidade da imagem virtual obtida pelo escaneamento intraoral é influenciada por diversos fatores que foram abordados nesse estudo, sendo estes: extensão do local escaneado, morfologia e superfície do objeto e o tipo de escaneamento. Além disso, características próprias ao *scanner* e técnica empregada foram mencionadas pelos estudos como fatores que podem influenciar a eficiência do procedimento.

4.1 ESCANEAMENTO DE ARCO PARCIAL

Durante anos, a precisão dos *scanners* foi consideravelmente inferior aos métodos de impressão convencionais. No entanto, avanços tecnológicos recentes permitiram uma melhoria significativa na precisão deste equipamento para níveis comparáveis aos moldes convencionais em próteses parciais fixas (PPF) unitárias e múltiplas de curta extensão em dentes e implantes (Yang et al., 2015; Rudolph et al., 2016; Lee et al., 2017; de Oliveira et al., 2020), tendo este desenvolvimento permitido um fluxo de trabalho mais eficiente no cenário clínico da Odontologia (Chiu et al., 2020).

De Oliveira et al. (2020) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise para avaliar parâmetros clínicos de coroas unitárias sobre implante em que foram utilizadas impressão digital e convencional. O uso do *scanner* demonstrou melhor eficiência considerando o tempo clínico e preferência do paciente. A avaliação do tempo de ajuste das peças protéticas, apresentaram resultados diferentes, no qual o fluxo digital variou entre 1,96 e 14 minutos, enquanto para o convencional, foi entre 3,02 e 12 minutos. Da mesma forma, os estudos incluídos na revisão de Afrashtehfar et al. (2022) indicaram uma precisão semelhante entre o *scanner* intraoral e as impressões convencionais para próteses fixas de menos de 4 elementos.

Para pilares de PPF de 3 elementos, o estudo de Ali (2015) evidencia que alguns dos diferentes sistemas avaliados (iTero, USA e Lava C.O.S - 3M ESPE, Germany) não tiveram variação significativa na exatidão em comparação ao escaneamento de modelos advindos da técnica convencional com uso de silicone de adição. Outros sistemas testados, no entanto, foram inferiores às impressões obtidas por *scanner* laboratorial. Quanto à PPF de 4 elementos, Guth et al. (2013) salientam que o escaneamento intraoral gerou modelos de maior exatidão do que moldes produzidos por impressões de poliéter.

No estudo clínico de Ender et al. (2016), o escaneamento de um quadrante teve um nível de precisão similar aos modelos produzidos a partir de moldagem convencional com silicone de adição. Além disso, a precisão das moldagens convencionais foi menor em áreas com maior riqueza de



detalhes, como a superfície oclusal. Desta forma, concluindo que o escaneamento de coroas unitárias e próteses múltiplas, até 4 elementos, têm precisão comparável às impressões convencionais.

4.2 ESCANEAMENTO DE ARCO TOTAL

Para escaneamento de arco total, quatro sistemas de *scanners* (Cerec Bluecam, Cerec Omnicam - Sirona, Germany, iTero e Lava C.O.S) foram comparados com moldes confeccionados a partir de silicone de adição, poliéter, alginato e digitalização por *scanner* de laboratório, os moldes de silicone apresentaram maior precisão. As impressões de alginato produziram moldes com exatidão e precisão comparáveis a Cerec Omnicam, iTero e Lava C.O.S, enquanto o Cerec Bluecam foi mais preciso. Os moldes com uso de poliéter sofreram maiores distorções, já as impressões de silicone digitalizadas por *scanner* de laboratório produziu resultados inferiores aos moldes convencionais, mas comparável aos sistemas de escaneamento intraoral (Ender e Mehl, 2015).

Em um estudo clínico, Ender et al. (2016) compararam a precisão de *scanners* intraorais com grupo convencional, para escaneamento de arco total, semelhante ao estudo anterior. Todos os *scanners* foram inferiores às impressões convencionais, exceto para o alginato. A maior precisão foi obtida pelo molde e impressão de silicone de adição realizada por *scanner* de laboratório, seguida pela impressão de poliéter. O desempenho dos sistemas avaliados (Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, iTero, Lava C.O.S, Lava True Definition, TRIOS e TRIOS Color) foram semelhantes, exceto para o Lava C.O.S que teve precisão inferior.

A avaliação qualitativa da revisão sistemática de Abduo e Elseyoufi (2018) revelou que as diferentes técnicas de escaneamento estão associadas a diferentes padrões de distorção. O padrão de distorção mais evidente em rebordos totalmente edêntulos foi obtido na região mais posterior do arco. O segmento anterior teve maior precisão do que os segmentos posteriores para os modelos digitais gerados por *scanners*. Os autores concluíram que, no geral, os sistemas de escaneamento intraoral são mais vulneráveis a distorções do que os métodos convencionais.

Outro aspecto a ser considerado na digitalização, principalmente em arcos totalmente edêntulos, é a relação dos tecidos moles, profundidade da abóbada palatina e largura dos arcos. Gan et al. (2016) em estudo in vivo comparando a influência desses fatores na veracidade e precisão do escaneamento, demonstram que as impressões digitais de tecidos moles foram melhores e sem interferência significativa da altura da abóbada palatina. Entretanto, houve uma correlação inversamente proporcional entre a largura do arco (estreito, médio e largo) e a precisão do escaneamento intraoral, ou seja, quanto maior a largura do arco menor a eficiência do *scanner*.

Em revisão realizada por Afrashtehfar et al. (2022), a recomendação clínica a partir dos estudos incluídos, é que para próteses fixas definitivas extensas (acima de 4 elementos) ou próteses totais removíveis, a abordagem convencional é recomendada em detrimento ao uso do escaneamento



intraoral. No entanto, ressaltam que mais ensaios clínicos são necessários para determinar a eficácia clínica do escaneamento intraoral para reabilitações orais mais amplas.

4.3 MORFOLOGIA E SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO

Nedelcu et al. (2018) afirmaram que o escaneamento em condições de preparos subgingivais deve ser avaliado criticamente devido às limitações técnicas e variações dos sistemas de *scanner*. Durante esses procedimentos, algumas situações clínicas, como presença de saliva, limitação de abertura bucal e posicionamento dos dentes na arcada podem contribuir para a imprecisão do modelo digital, devido à dificuldade da reflexão da luz.

Park et al. (2018) avaliaram a precisão dos *scanners* Identica Blue (MEDIT, Korea), TRIOS e Carestream 3500 (Carestream Dental, USA) em diferentes condições ambientais intraorais como temperatura, umidade relativa e iluminação. Na comparação entre os *scanners*, o TRIOS teve acurácia e reprodutibilidade semelhantes com o Identica Blue. Embora existisse uma diferença sutil de exatidão com base no tipo de *scanners*, não foram exibidas diferenças significativas nas diferentes condições ambientais simuladas e a precisão se manteve entre os *scanners* utilizados.

A revisão sistemática com meta-análise realizada por Hardan et al. (2023) investigou se a precisão dos *scanners* intraorais é influenciada por diferentes fatores e condições de escaneamento. Os dados da meta-análise demonstraram que a precisão da impressão digital melhorou significativamente em ambientes secos. Além disso, a precisão e a exatidão foram aprimoradas quando pontos de referências artificiais foram utilizados e um padrão de escaneamento em forma de S foi seguido. No entanto, o tipo de luz utilizada não teve um impacto significativo na precisão dos equipamentos. Dessa forma, aspectos como utilização de pontos de referências e impressões digitais em condições secas puderam aprimorar a precisão dos *scanners* intraorais.

Outro aspecto abordado em dois estudos clínicos é a precisão dos *scanners* sendo influenciada pela morfologia do dente. Ângulos agudos e áreas proximais influenciaram negativamente a reprodução dos detalhes. Por outro lado, o *scanner* de laboratório foi menos afetado pela localização e morfologia dos dentes. As impressões de silicone de adição apresentaram desvios mínimos, enquanto as impressões de alginato e poliéter tinham distorções localizadas (Flugge et al., 2013; Ender et al., 2016).

Carbajal Mejia et al. (2017) testaram a precisão do uso do *scanner* TRIOS (3Shape, Denmark) em comparação a moldes de silicone de adição em amostras de incisivos preparados para coroas unitárias e obtiveram resultados favoráveis para o uso do escaneamento intraoral. No entanto, Yang et al. (2015) salientam sobre a sensibilidade dos equipamentos na captação precisa das imagens em áreas marginais, uma vez que os *scanners* intraorais foram mais vulneráveis a distorções do que impressões convencionais.



O estudo de Su e Sun (2015) apontam para outro fator relacionado ao preparo dos dentes anteriores e posteriores, no qual o escaneamento de preparos de molares tendia a ser mais preciso do que o de incisivos. Outro estudo corroborou com este achado, demonstrando que preparos de incisivos para coroas unitárias tinham maior imprecisão do que molares, fato atribuído às superfícies mais íngremes dos incisivos em comparação aos molares (Rudolph et al., 2016).

Carbajal Mejia et al. (2017) avaliaram o efeito da alteração do ângulo de convergência oclusal de preparos de incisivo central superior. O *scanner* intraoral foi eficiente em registrar com precisão o dente preparado, independentemente do ângulo, enquanto a precisão da impressão com silicone de adição deteriorou com ângulo inferior a 8°. Esse resultado foi atribuído à vulnerabilidade do material à distorção e rasgamento em áreas com grande paralelismo.

4.4 SISTEMAS DE ESCANEAMENTO INTRAORAL

Nedelcu e Persson (2014) avaliaram a precisão de quatro *scanners* (Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, iTero e E4D - D4D Technologies, USA) para escaneamento de coroas unitárias e houve variação dos resultados, na qual, uma precisão semelhante foi encontrada para os sistemas Lava C.O.S, Cerec Bluecam e iTero, sendo o *scanner* E4D inferior aos demais.

Para escaneamento de pilares de PPF de 3 elementos, Ali (2015) observou diferenças na veracidade entre os diferentes *scanners* (Cerec Bluecam, iTero, Lava C.O.S e E4D). Os sistemas mais precisos foram iTero e Lava C.O.S, e a menor precisão foi relatada para E4D seguido por Cerec Bluecam. Para escaneamento de pilares metálicos de PPF de 4 unidades, Guth et al. (2017) obtiveram a melhor exatidão associada ao Lava True Definition (3M ESPE, Germany) seguido por Carestream 3500, Cerec Bluecam, Cerec Omnicam e ZFX intrascan (Zfx GmbH, Germany), respectivamente. Além disso, os autores atribuíram os resultados ao efeito positivo do revestimento em pó para digitalização de metal.

Uhm et al. (2017) avaliaram a precisão de quatro sistemas (Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, TRIOS e Carestream 3500) para *inlay* e pilares de PPF de 4 elementos. Para escaneamento de *inlays*, enquanto todos os sistemas tiveram exatidão semelhante, o TRIOS e o Carestream 3500 tiveram a maior precisão. Por outro lado, para PPF de 4 elementos, Cerec Omnicam e Carestream 3500 tiveram o melhor desempenho na precisão das imagens obtidas.

Em geral, como mencionado anteriormente, existe um padrão de redução de precisão conforme a amplitude de escaneamento aumenta. O resultado de Mehl et al. (2009) para o escaneamento de unitários utilizando Cerec Bluecam foi mais preciso do que de um quadrante. Da mesma forma, Su e Sun (2015) utilizando o *scanner* TRIOS relataram que houve uma redução de precisão no escaneamento à medida que a amplitude aumentava. Os autores concluíram que independente do



sistema realizado, o *scanner* intraoral tem uma precisão aceitável se o local da digitalização for menor que um hemiarco.

Wang et al. (2024) comparou a precisão de cinco *scanners* intraorais por um método baseado em coordenadas em modelos completamente dentados e parcialmente desdentados. As imagens controle foram obtidas usando um *scanner* de laboratório (Ceramill Map 600) e os *scanners* intraorais foram TRIOS 3 (3Shape), Planmeca Emerald, iTero Element 5D, Medit i500 e Shining A Oralscan 3. Para o molde completamente dentado, o Element 5D demonstrou a maior precisão na maioria dos parâmetros medidos. No molde parcialmente desdentado, o Element 5D e Emerald exibiram maior precisão na maioria dos parâmetros medidos. Desta forma, o *scanner* Element 5D ofereceu um alto nível de precisão e foi adequado para ambas as situações.

Le Texier et al. (2024) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a exatidão e precisão de três *scanners* intraorais para escanear uma prótese total maxilar e mandibular. Este estudo teve como finalidade testar métodos de facilitar duplicações e trocas de próteses totais, uma vez que o arquivo armazenado permitiria sua rápida substituição em caso de perda, danos e necessidade de reparos. Para isso, as próteses totais foram escaneadas com um *scanner* de mesa (D2000) para obter o modelo de referência e os *scanners* intraorais testados foram TRIOS 4, Primescan e IS3800. O TRIOS 4 e Primescan apresentaram precisão comparável ao modelo de referência, este último tendo a menor deformação sagital e transversal. Embora os equipamentos não tenham a mesma precisão, estes possuem propriedades suficientes para a realização do procedimento proposto.

Outro aspecto descrito por Chiu et al. (2020) refere à precisão do escaneamento na margem de preparo de coroas totais usando diferentes parâmetros de resolução de um *scanner* intraoral (TRIOS 3, 3Shape). Os autores observaram diferenças significativas na captação das imagens entre as superfícies dos dentes, com a superfície distal mostrando as maiores discrepâncias, e concluíram que o ajuste do *software* para um modo de alta resolução, que obtém mais dados ao longo de um período, pode não necessariamente beneficiar a precisão da digitalização, enquanto a preparação do dente e os parâmetros da superfície afetam a precisão.

4.5 TÉCNICAS DE ESCANEAMENTO

Ender e Mehl (2013) investigaram o efeito de diferentes estratégias de escaneamento para Cerec Bluecam e Lava C.O.S. Para o Cerec Bluecam, as orientações diagonal e rotacional da câmera do *scanner* foram superiores à orientação oclusal. Para o Lava C.O.S, a precisão foi a mesma para a orientação oclusal, vestibular e lingual e orientação rotacional ao redor de cada dente. No entanto, a orientação direta teve precisão superior.

Anh et al. (2016) avaliaram diferentes sequências de escaneamento para iTero e TRIOS. Para cada *scanner*, uma sequência de digitalização começou à direita e a outra sequência começou à



esquerda. Embora a diferença entre as sequências de orientação fosse estatisticamente significativa, em termos de precisão, a diferença foi mínima, sendo que o iTero apresentou maior sensibilidade à alteração da sequência.

O estudo de Muller et al. (2016) comparou a veracidade e precisão de três estratégias de escaneamento para TRIOS: superfície oclusal-vestibular de todo o arco seguida da superfície palatina, superfície oclusal-palatina de todo arco seguido da superfície vestibular, e alternância ou rotação entre a superfície vestibular e palatina. Os autores concluíram que a segunda estratégia teve maior precisão e exatidão. No entanto, a diferença significativa foi observada apenas para a precisão, e independentemente da estratégia adotada, a região mais posterior sofreu maior distorção.

5 DISCUSSÃO

Em casos unitários, as evidências disponíveis indicam semelhança na precisão do escaneamento intraoral e impressão por silicone de adição (Yang et al., 2015; Lee et al., 2017) e impressão com poliéter (Rudolph et al., 2016). Em moldagens de pilares de PPF, o escaneamento intraoral é comparável às moldagens com uso de silicone de adição e poliéter (Guth et al., 2013; Ali, 2015). Em casos de escaneamento de arco total, os estudos revelaram consistentemente a superioridade da impressão de silicone de adição sobre os *scanners* intraorais (Ender e Mehl, 2013; Ender e Mehl, 2015; Ender et al., 2016). No entanto, embora diferenças estatísticas tenham sido observadas entre uso dos *scanners* intraorais e impressões convencionais, a significância clínica desta diferença de precisão ainda não foi determinada.

A imprecisão associada ao escaneamento intraoral pode estar relacionada à reflexão excessiva nos processos de captura da imagem, devido à restauração metálica ou excesso de saliva, ou áreas de difícil acesso, que pode influenciar a qualidade e a nitidez da imagem (Kravitz et al., 2014; Nedelcu e Persson, 2014). Superfícies íngremes, ângulos agudos, áreas proximais e margens subgingivais geralmente causam sombreamento e estão mais propensas a sofrer maiores discrepâncias (Flugge et al., 2013; Rudolph et al., 2016; Ender et al., 2016).

Como o escaneamento não é capaz de capturar todo o arco com uma única varredura, várias imagens sobrepostas devem ser feitas e combinadas por meio de um algoritmo. Como consequência, cada processo pode apresentar discrepâncias adicionais. Eventualmente, o erro poderá ser propagado para todos os processos (Flugge et al., 2013). Isso explica a observação da maioria dos estudos incluídos, em que a imprecisão aumenta diretamente proporcional à medida da amplitude da digitalização (Ender e Mehl, 2013, 2015; Muller et al., 2016; Kuhr et al., 2016).

A impressão convencional e o escaneamento laboratorial não requerem numerosas sobreposições, ao contrário do escaneamento intraoral; portanto, podem ser potencialmente mais precisos. Além disso, cada imagem obtida do *scanner* de laboratório abrange todo o arco, o que



significa registrar toda a dimensão do arco em cada tomada de captação da imagem (Su e Sun, 2015; Renne et al., 2017).

Na análise da eficiência dos *scanners* intraorais, embora todos os equipamentos sejam capazes de gerar modelos virtuais de precisão aceitável em certas aplicações, eles compartilham limitações semelhantes. A partir dos estudos incluídos na revisão, nenhuma recomendação pode ser feita sobre qual sistema tem superioridade. Essa diferença pode ser atribuída à metodologia dos estudos, familiaridade do operador com o sistema, curva de aprendizado associada ao uso desses sistemas, design ergonômico e calibração dos *scanners* (Kim et al., 2016; Rudolph et al., 2016; Muller et al., 2016; Wang et al., 2024). Parte das diferenças nos resultados também pode estar relacionada aos sistemas continuamente submetidos a atualizações para melhorar o desempenho.

Para escaneamento de pilares metálicos, alguns estudos indicaram que os sistemas que usam revestimento em pó forneceram resultados mais precisos e consistentes em diferentes substratos (Nedelcu e Persson, 2014; Guth et al., 2017). Isso deve-se ao aumento da reflexão da luz emitida pela superfície escaneada. Por outro lado, a superioridade do escaneamento com a utilização do pó não foi relatada por diversos estudos (Ali, 2015; Ender e Mehl, 2015; Renne et al., 2017; Lee et al., 2017). Portanto, o efeito positivo da aplicação do pó na superfície dos pilares não parece estar claro.

A sequência de digitalização e do movimento da câmera podem exercer influência na precisão do modelo virtual. As orientações diagonais ou a rotação do *scanner* foram consideradas mais precisas do que a orientação oclusal, que pode ser atribuída a um maior registro de áreas sobrepostas e características proeminentes (Ender e Mehl, 2013; Muller et al., 2016). Portanto, a partir das evidências limitadas, pode-se especular que a precisão da digitalização pode ser aprimorada, reduzindo a dependência de costura de *software* de várias imagens digitalizadas. Isso pode ser conseguido aumentando a quantidade de áreas sobrepostas, registrando a amplitude do arco nos estágios iniciais da digitalização e iniciando nas superfícies com morfologia anatômica mais definida.

5.1 RECOMENDAÇÕES CLÍNICAS A PARTIR DOS FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR A EFICIÊNCIA DOS SCANNERS INTRAORAIS

Os estudos incluídos revelaram vários fatores que podem influenciar a precisão dos sistemas de escaneamento intraoral, como extensão do espaço edêntulo, sequência de escaneamento e morfologia da superfície digitalizada. Embora o escaneamento intraoral possa ser usado com segurança para adquirir modelos de diagnóstico e para fins de planejamento de tratamento, algumas recomendações são necessárias para a realização de reabilitações protéticas finais.

De acordo com o nível de evidências atual, o escaneamento dos arcos maxilar e mandibular em máxima intercuspidação produz reabilitações mais precisas. Essa recomendação é apoiada por estudos clínicos que indicam que próteses de 3 ou 4 elementos confeccionadas por meio de impressões digitais



exibem precisão semelhante às próteses feitas por técnicas convencionais (Guth et al., 2013; Ahrberg et al., 2016). Para reabilitações de maior extensão, além de registrar com precisão a superfície do dente, a relação oclusal deve ser registrada, que é dificultada após o preparo de vários dentes.

Há algumas evidências de que superfícies lisas são mais fáceis de serem captadas por *scanners* em comparação a superfícies irregulares e onduladas (Flugge et al., 2013; Ender et al., 2016). Assim, o profissional deve atentar-se a estas recomendações no processo de preparo dos dentes. Além disso, áreas de mudança repentina de curvatura podem sofrer distorções maiores (Rudolph et al., 2007). Portanto, é recomendável evitar ângulos agudos, “caixas” e canaletas.

Uma das limitações frequentemente encontradas nos sistemas de captura de imagens digitais é a precisão da área marginal (Yang et al., 2015). Estudos indicam que as margens da prótese são vulneráveis à imprecisão, e isso pode ser atribuído à dificuldade de copiar virtualmente a margem do preparo (Aboushelib et al., 2012). No entanto, mais estudos são necessários para fornecer recomendações aos profissionais sobre o desenho da margem de preparo, controle da saliva, eficiência de custos e tempo clínico e resultados a longo prazo.

6 CONCLUSÃO

Com as limitações da revisão, foi possível concluir que:

A precisão dos *scanners* intraorais é comparável às moldagens convencionais quando utilizada para fins de diagnóstico e em casos de escaneamento de curta extensão;

Superfícies lisas e ambientes secos produziram resultados de escaneamento com maior precisão;

Os diferentes *scanners* intraorais disponíveis no mercado apresentaram precisão semelhante, no entanto, houveram limitações devido à falta de padronização das avaliações.



REFERÊNCIAS

- Aboushelib MN, Elmahy WA, Ghazy MH. Internal adaptation, marginal accuracy and microleakage of a pressable versus a machinable ceramic laminate veneers. *J Dent*. 2012; 40: 670-7.
- Afrashtehfar KI, Alnakeb NA, Assery MKM. Accuracy of intraoral scanners versus traditional impressions: A rapid umbrella review. *J Evid Based Dent Pract*. 2022; 22(3): 101719.
- Ahrberg D, Lauer HC, Ahrberg M, Weigl P. Evaluation of fit and efficiency of CAD/CAM fabricated all-ceramic restorations based on direct and indirect digitalization: a double-blinded, randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2016; 20: 291-300.
- Akyalcin S, Cozad BE, English JD, Colville CD, Laman S. Diagnostic accuracy of impression-free digital models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013; 144: 916-22.
- Ali AO. Accuracy of digital impressions achieved from five different digital impression systems. *Dentistry*. 2015; 300(5): 1-6.
- Anh JW, Park JM, Chun YS, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod*. 2016; 46: 3-12.
- Burzynski JA, Firestone AR, Beck FM, Fields HW Jr, Deguchi T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018; 153(4): 534-41.
- Carbajal Mejía JB, Wakabayashi K, Nakamura T, Yatani H. Influence of abutment tooth geometry on the accuracy of conventional and digital methods of obtaining dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2017; 118(3): 392-399.
- Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. *Sensors (Basel)*. 2020; 20(4): 1157.
- Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2016; 116: 184-90.
- de Oliveira NRC, Pigozzo MN, Sesma N, Laganá DC. Clinical efficiency and patient preference of digital and conventional workflow for single implant crowns using immediate and regular digital impression: A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2020; 31(8): 669-86.
- Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent*. 2013; 109: 121-8.
- Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence Int*. 2015; 46: 9-17.
- Ender A, Zimmermann M, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods for obtaining quadrant dental impressions. *Clin Oral Investig*. 2016; 20: 1495-504.
- Flugge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013; 144: 471-8.



Gan N, Xiong Y, Jiao T. Accuracy of Intraoral Digital Impressions for Whole Upper Jaws, Including Full Dentitions and Palatal Soft Tissues. *PLoS One*. 2016; 11(7): e0158800.

Guth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect data capturing. *Clin Oral Investig*. 2013; 17: 1201-8.

Guth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig*. 2017; 21: 1445-55.

Hardan L, Bourgi R, Lukomska-Szymanska M, Hernández-Cabanillas JC, Zamarripa-Calderón JE, Jorquera G et al. Effect of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanners: a meta-analysis of in vitro studies. *J Adv Prosthodont*. 2023; 15(6): 315-32.

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(1): 92.

Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *J Prosthet Dent*. 2016; 116: 221-30.

Kim JE, Amelya A, Shin Y, Shim JS. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. *J Prosthet Dent*. 2017; 117: 755-61.

Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW, Redmond WR. Intraoral digital scanners. *J Clin Orthod*. 2014; 48: 337-47.

Kuhr F, Schmidt A, Rehmann P, Wostmann B. A new method for assessing the accuracy of full arch impressions in patients. *J Dent*. 2016; 55: 68-74.

Lee JJ, Jeong ID, Park JY, Jeon JH, Kim JH, Kim WC. Accuracy of single abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *J Prosthet Dent*. 2017; 117: 253-9.

Mehl A, Ender A, Mormann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. *Int J Comput Dent*. 2009; 12: 11-28.

Muller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int*. 2016; 47: 343-9.

Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. *BMC Oral Health*. 2018; 18(1): 18-27.

Nedelcu RG, Persson AS. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent*. 2014; 112: 1461-71.

Park HN, Lim YJ, Yi WJ, Han JS, Lee SP. A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. *The J Adv Prosthodont*. 2018; 10(1): 58- 65.

Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *J Prosthet Dent*. 2006; 95: 194-200.



Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017; 118: 36-42.

Rudolph H, Luthardt RG, Walter MH. Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/ CAM technology. *Comput Biol Med.* 2007; 37: 579-87.

Rudolph H, Salmen H, Moldan M, Kuhn K, Sichwardt V, Wostmann B et al. Accuracy of intraoral and extraoral digital data acquisition for dental restorations. *J Appl Oral Sci.* 2016; 24: 85-94.

Solaberrieta E, Iturrate M, Eguiraun H. Accuracy of digital impressions for study. *BMC Oral Health.* 2017; 17(1): 1-13.

Su TS, Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res.* 2015; 59: 236-42.

Uhm SH, Kim JH, Jiang HB, Woo CW, Chang M, Kim KN et al. Evaluation of the accuracy and precision of four intraoral scanners with 70% reduced inlay and four-unit bridge models of international standard. *Dent Mater J.* 2017; 36: 27-34.

Wang X, Zhang F, Ma D, Ye X, Zheng X, Ren R et al. Coordinate-based data analysis of the accuracy of five intraoral scanners for scanning completely dentate and partially edentulous mandibular arches. *J Prosthet Dent.* 2024 (article in press).

Yang X, Lv P, Liu Y, Si W, Feng H. Accuracy of digital impressions and fitness of single crowns based on digital impressions. *Materials.* 2015; 8: 3945-57.