

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Mariana Ferreira de Oliveira Lopes

Análise da acurácia e precisão de técnicas de escaneamento digital intra oral para prótese total fixa implantossuportada.

Governador Valadares

2022

Mariana Ferreira de Oliveira Lopes

Análise da acurácia e precisão de técnicas de escaneamento digital intra oral para prótese total fixa implantossuportada.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Furtado de Carvalho

Governador Valadares

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lopes, Mariana Ferreira de Oliveira.

Análise da acurácia e precisão de técnicas de escaneamento digital intra oral para prótese total fixa implantossuportada. / Mariana Ferreira de Oliveira Lopes. -- 2022.

30 f. : il.

Orientador: Rodrigo Furtado de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2022.

1. IOS . 2. Técnica de escaneamento. 3. Prótese total fixa implantossuportada. I. Carvalho, Rodrigo Furtado de, orient. II. Título.

Mariana Ferreira de Oliveira Lopes

Análise da acurácia e precisão de técnicas de escaneamento digital intra oral para prótese total fixa implantossuportada.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia

BANCA EXAMINADORA

Aprovada em 24/05/2022



Prof. Dr. Rodrigo Furtado de Carvalho

Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Prof. Dr. Cleidiel Aparecido Araújo Lemos

Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho me remete a vários sentimentos, tais como alegria, realização e o mais importante deles, a gratidão. Gratidão por tudo que conseguimos produzir mesmo com todas as dificuldades enfrentadas em um cenário de pandemia, gratidão por todo aprendizado que adquiri durante o desenvolvimento da pesquisa, e por todas as pessoas e oportunidades que encontrei durante essa trajetória.

Sou grata, primeiramente à Deus, por traçar planos sempre melhores que os meus e me guiar na direção correta, por me dar saúde e me fortalecer para alcançar meus objetivos. Aos meus pais, agradeço pelo apoio e incentivo incondicionais. Nada disso seria possível sem vocês.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Furtado de Carvalho, que me acolheu desde o início deste projeto, quando era uma acadêmica iniciante na graduação, se propondo pacientemente a me ensinar a evoluir academicamente e me proporcionando oportunidades tais como este trabalho. Sou grata por se mostrar sempre disponível, por construir o trabalho junto a mim desde a decisão do tema e por desenvolvermos juntos a pesquisa sempre de forma leve e colaborativa. Ao final deste, minha admiração pelo seu profissionalismo, competência, conduta e dedicação se confirmaram e cresceram ainda mais, obrigada por tanto.

Agradeço, também, à Mestra Edmara Lúcia Pereira do Nascimento, pela colaboração, ajuda e suporte durante todo esse trabalho, por todo conhecimento compartilhado, por ter se tornado uma amiga e braço direito desde o início da pesquisa.

Agradeço ao laboratório de prótese dentária Protec Lab pela oportunidade de realização da pesquisa em suas instalações, bem como pelo acolhimento e ajuda a mim ofertada por toda a equipe, em especial, ao TI Victor Higor, que me deu todo suporte técnico necessário no manuseio do scanner e software.

Por fim, à Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, e à PROPP (Pró-Reitoria de Pós Graduação e Pesquisa) que me permitiu para além da graduação, a vivência da ciência e evolução acadêmica e profissional.

RESUMO

Na implantodontia os IOSs (Scanners Digitais Intra Orais) apresentam baixos valores de erros para escaneamento de implantes em um mesmo quadrante, porém em grandes reconstruções como em próteses dentárias totais fixas apoiadas sobre implantes é necessária uma transferência precisa para o fluxo de trabalho para evitar imprecisão do ajuste passivo. Além disso, há pouca informação disponível sobre varreduras de arco completo. Objetivo: Analisar a acurácia e precisão de cinco técnicas de escaneamento digital intra oral para prótese total fixa implantossuportada. Metodologia : Foi adquirido um modelo mestre mandibular de gesso com quatro mini-pilares afixados na região anterior . Para permitir os escaneamentos foram utilizados corpos de varredura. Utilizou-se um scanner de bancada Lava Scan ST para obter o escaneamento de referência e os dados foram importados para o software Geomagic Desing X. Para o escaneamento com o IOS , o modelo foi inserido no interior de uma caixa de metacrilato preta opaca onde foram obtidos 15escaneamentos de cada uma das 5 técnicas analisadas (EI, Q, ST, SQ e T), utilizando o IOS TRIOS 3 . Verificou -se a normalidade dos dados por ANOVA, com $p\text{-valor}>0,05$, seguido pelo teste não paramétrico de Kruskal -Wallis e a comparação múltipla pelo teste Wilcoxon de pares combinados , para as análises de acurácia e precisão . Resultados : Após a sobreposição das imagens , as técnicas EI e SQ demonstraram maior acurácia com menores áreas de expansão , mais presentes nas áreas de mucosa vestibular e sobre os corpos de escaneamento , e menores áreas de contração , em áreas próximas aos minipilares . Em seguida , a maior acurácia foi obtida nas técnicas Q, T e ST, respectivamente, não havendo diferenças estatísticassignificativas entre as técnicas EI e SQ e entre Q e T. O mesmo resultado foi observado para a precisão. Conclusão: As técnicas de escaneamento digital intra oral podem interferir na acurácia e precisão para confecção de uma prótesetotal fixa sobre implantes e as trajetórias lineares se mostraram mais eficientes.

Palavras-chave: IOS. Técnica de escaneamento. Prótese total fixa implantossuportada.

ABSTRACT

In implantology, the IOSs (Intraoral Scanners) showed lower errors values in scanner implants in the same quadrant, but in large-scale reconstructions such as the fixed dental implant-supported prostheses, a precise transfer is required for the workflow to prevent passive adjustment inaccuracy. Purpose: Analyze the accuracy and precision of five techniques of scanning digital intraoral for the implant-supported fixed prosthesis. Materials and Methods: A mandibular master model plaster was acquired with four mini-pillars affixed in the anterior region. To allow scanning, scanning bodies were used. As the scanning of reference, the laboratory scanner Lava Scan ST was used and the data was imported to the software Geomagic Design X. For the scanning with IOS, the model was inserted into an opaque black methacrylate box where there were 15 scans of each of the 5 analyzed techniques (EI, Q, ST, SQ, and T) using IOS Trios 3. The normality of the data was verified by ANOVA, with $p\text{-value} > 0,05$, followed by the Kruskal-Wallis non-parametric test and the multiple comparisons by the Wilcoxon matched-pair test, for accuracy and precision analyses. Results: After the overlapping of the images, the techniques EI and SQ demonstrated the highest accuracy, with lower areas of expansion, more present in the areas of vestibular mucosa and on the bodies of scanning, and smaller areas of contraction, in the areas near the mini-pillars. Thereafter, the highest accuracy was obtained in techniques Q, T, and ST, respectively, with no significant statistical difference between techniques EI and SQ, and between Q and T. The same result was observed for precision. Conclusion: Intraoral digital scanning techniques can interfere with the accuracy and precision when making a implant-supported fixed prosthesis and the lineares trajectories proved to be more efficient.

Keywords: IOS. Scanning Techinques. Implant-supported fixed prosthesis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1	PRÓTESES TOTAIS FIXAS IMPLANTOSSUPORTADAS	10
2.2	RESULTADOS DOS IOS	10
2.2.1	IOS X técnicas convencionais e de escaneamento indireto	10
2.2.2	IOS na implantodontia	11
2.2.3	IOS e próteses fixas sobre implantes	12
2.3	TÉCNICAS DE ESCANEAMENTO.....	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	AQUISIÇÃO DO MODELO MESTRE MANDIBULAR.....	15
3.2	ESCANEAMENTO A PARTIR DO SCANNER DE BANCADA	15
3.3	ESCANEAMENTOS A PARTIR DO SCANNER DIGITAL INTRA ORAL.....	15
3.4	TÉCNICAS DE ESCANEAMENTO DIGITAL INTRA ORAL AVALIADAS NO ESTUDO.....	15
3.5	METODOLOGIA DOS ESCANEAMENTOS.....	17
3.6	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS	17
3.6.1	Sobreposição dos dados	17
3.6.2	Análise estatística	18
4	RESULTADOS	19
5	DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Na prática odontológica diversos critérios são empregados para avaliar os trabalhos consolidados. Nesse sentido, a acurácia e a precisão norteiam a avaliação de técnicas de cópia das estruturas dentárias que visam a reposição dos elementos perdidos. Assim, a acurácia diz respeito à capacidade de não desviar ou desviar o mínimo possível da realidade de um modelo referência. Já a precisão é a capacidade de variabilidade na execução de uma técnica ^{1,2}.

Em trabalhos protéticos, a acurácia insuficiente durante a impressão ou nas etapas manuais de fabricação da prótese pode levar ao desajuste e subsequente complicações técnicas, mecânicas e biológicas ³. Principalmente em grandes reconstruções, como no caso de próteses dentárias fixas sobre implantes, em que deve haver uma correta transferência, a fim de evitar prejuízos ao ajuste passivo, uma vez que a cimentação não pode compensar as imprecisões ⁴.

Embora a tecnologia CAD/CAM tenha melhorado o fluxo de trabalho por minimizar os desajustes atribuídos à fase de fabricação da prótese, metade dos erros ocorre durante o processo de impressão e obtenção do modelo de gesso. Para isso, os IOS (Scanners Digitais Intra Orais) podem ajudar a superar o problema ^{5,6}.

O IOS é um dispositivo, cuja implantação na prática odontológica coincidiu com a tecnologia CAD/CAM, por volta da década de 1980. É composto por uma câmera de mão (*hardware*), um computador e um *software* responsável por registrar com precisão a geometria tridimensional de um objeto ⁷.

O formato digital mais utilizado é o open STL (*Standard Tessellation Language*), que descreve uma sucessão de superfícies trianguladas onde cada triângulo é definido por três pontos e uma superfície normal. Outros formatos de arquivo foram desenvolvidos para registrar cores, transparências ou texturas de tecidos (*Polygon File Format – PLY*), sendo que todas as câmeras requerem projeção de luz que é gravada como imagens ou vídeos individuais que são compilados pelo *software* após o reconhecimento dos pontos de interesse ⁷.

São inúmeras as vantagens desse método de obtenção de dados, tais como: a determinação imediata da qualidade de impressão, economia de tempo, material e espaço necessário para armazenar modelos de gesso e possibilidade de

envio dos dados por e-mail reduzindo tempo e custos ⁸. Além destas, trata-se de um método bem tolerado pelos pacientes, principalmente os que têm reflexos de vômito durante procedimentos de moldagem, e tecnicamente mais fácil para o clínico ⁸. Em relação à acurácia, segundo Andriessen et al. (2017), há estudos que revelam valores semelhantes ou até melhores quando comparados aos métodos de impressão convencionais ⁹.

A precisão é influenciada por alguns fatores, entre eles as técnicas de escaneamento ¹⁰. Porém não há um consenso na literatura em relação às técnicas e sua influência na precisão, uma vez que alguns autores, como Muller et al. (2016) e Ender et al. (2013), constataram que estratégias de varreduras diferentes de acordo com o sistema digital não influenciam a precisão das impressões digitais ^{11,12}.

Sobre o emprego do escaneamento digital na implantodontia, vários estudos demonstram baixos valores de erros para escaneamento em um mesmo quadrante. No entanto, há pouca informação disponível sobre varreduras de arco completo ¹¹. Além disso, Mangano et al. (2019) afirmam que os erros de digitalização aumentam à medida que se aumenta o número de implantes a serem escaneados ¹³.

Considerando as vantagens e aplicação dos IOS na odontologia, a falta de consenso na literatura em relação às técnicas de escaneamento, bem como, a pequena quantidade de pesquisas sobre o uso do escaneamento digital para trabalhos de arco completo; objetiva-se analisar acurácia e precisão de técnicas de escaneamento digital intra oral para prótese total fixa sobre implantes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PRÓTESE TOTAL FIXA IMPLANTOSSUPORTADA

A prótese total fixa sobre implantes , também chamada de Protocolo de Branemark , constitui-se de uma das alternativas de reabilitação para pacientes totalmente edêntulos com rebordo ósseo sem retenção e estabilidade para uma prótese total convencional. O tratamento convencional descrito por Branemark é realizado em duas etapas , uma cirúrgica e uma protética , com um intervalo de quatro meses para mandíbula e seis meses para maxila ¹⁴. Os acessórios da prótese são subfundidos durante o período inicial de cura para permitir cura completa e remodelação do osso antes do carregamento funcional ¹⁵. Esse tipo de prótese proporciona uma melhora na mastigação, deglutição, capacidade fonética e na qualidade de vida dos pacientes . Os implantes são aparafusados e sobre estes a prótese , a qual é confeccionada a partir de uma barra metálica onde os dentes acrílicos são fixados¹⁴.

O protocolo de Branemark estabelecido por Branemark et al. (1969), inicialmente descrito em 1969 preconiza seis implantes na maxila e cinco ou quatro implantes na mandíbula entre os forames mentonianos ¹⁶. A previsibilidade do protocolo clássico levou a técnicas mais simplificadas e redução do tempo de cicatrização ¹⁵.

Em 1999, Branemark et al. (1999) desenvolveram e patentearam o Branemark Novum, que trata-se de uma técnica que permitiu a reabilitação de mandíbulas edêntulas com protocolos suportados por apenas três implantes, com componentes pré-fabricados, guias cirúrgicos e a eliminação do procedimento usual de moldagem. Os autores afirmam que o protocolo cirúrgico e protético precisos, permitem o sucesso e a reabilitação protética imediata. Foi observado alto sucesso do implante (98%), tempo de tratamento reduzido, pacientes satisfeitos no pós-operatório, constatou-se menos de 1 mm de perda óssea durante o primeiro ano de função e o tratamento se mostrou previsível dentro do período de acompanhamento, se firmando como uma técnica completa e segura para carregamento imediato de

reconstruções em implantes dentários mandibulares ¹⁵.

2.2 RESULTADOS DOS IOS

2.2.1 IOS X técnicas convencionais e de escaneamento indireto.

Segundo Ting-shu S, Jian S. (2015) em seu trabalho de revisão sobre os IOSs mostraram que estes superam o convencional pela otimização do tempo, por não haver necessidade de seleção de moldeiras, vazamento de gesso, além de ser uma técnica de mais fácil execução. Sobre a precisão do sistema digital mencionam um estudo em que coroas de cerâmica fabricadas a partir de impressão digital tiveram um melhor ajuste, melhor contato interproximal e menor lacunas marginais, uma vez que as coroas são diretamente projetadas e fabricadas, sem nenhum intermediário ¹⁷. No trabalho de Amin S. et al. (2017) foi demonstrado que as técnicas digitais se mostraram mais acuradas que a convencional para escaneamento de uma mandíbula edêntula com cinco implantes, sendo que o scanner intra oral True Definition mostrou menor desvio ¹⁸. Também, para Geménez B. et al. (2014) impressões de implantes em um arco completo demonstraram maior acurácia do que as técnicas convencionais ¹⁹.

Já para Ender et al. (2015) em escaneamentos de arco completo os sistemas de impressão digital revelam desvios locais mais altos e não mostram precisão superior em comparação com a tecnologia de impressão convencional de alta precisão, porém fornecem excelentes resultados clínicos aplicando a técnica correta de digitalização ²⁰.

Os escaneamentos com scanners extra orais se mostram mais eficientes em termos de precisão, pois os IOS são manipulados por pessoas e qualquer movimento do operador pode iniciar uma mudança no sistema de coordenada e afetar o ajuste digital das imagens, reduzindo a precisão da digitalização. Sendo assim, a varredura extra oral, por manter o modelo fixo em uma plataforma de scanner não sofre com esse fator ¹⁷. Porém, há evidência que o ajuste marginal de próteses dentárias fixas se mostrou mais preciso após a digitalização direta do que após a indireta ²¹, já outros estudos afirmam que os resultados dependem do IOS utilizado ²².

2.2.2 IOS na implantodontia

Para o escaneamento de implantes são empregados constantemente corpos de digitalização, como os utilizados no estudo de Van der Meer et al. (2012), no qual os autores afirmam que os scanners orais têm dificuldade para digitalizar superfícies reflexivas e brilhantes, como o cilindro metálico do implante ⁴.

De acordo com Papaspyridakos et al. (2016) as impressões de implantes em mandíbulas desdentadas por técnicas digitais são tão acuradas quanto às convencionais, e mais acuradas que a técnica non-splinted ao nível do implante. Também, foi possível concluir nesse estudo que a angulação acima de 15° não afeta as impressões digitais, corroborado por outros artigos que conseguiram comprovar que não houveram distorções em implantes com 30° de angulação ^{23, 10}.

Em relação ao número de implantes, Mangano FG et al. (2019) constataram que os erros de digitalização aumentam à medida que se aumenta também o número dos implantes, como relata também a literatura, porém é notada uma melhora nos resultados em relação aos artigos que analisam a acurácia de dados digitais para múltiplos implantes, atribuindo esse fato a evolução dos softwares dos scanners ¹³. No estudo de Imburgia et al. (2017) foram comparados quatro scanners para varredura de dois modelos, sendo um deles parcialmente desdentado com três implantes e o outro modelo desdentado com seis implantes. Os resultados mostraram que os valores de acurácia e precisão obtidos estavam dentro do aceitável para todos IOS, apesar de haver diferenças nos valores de acurácia entre eles, o que significa que há implicações clínicas na escolha ⁸. Assim como Rech-Ortega C et al. (2019), que avaliavam um scanner, todos os valores estavam dentro do aceitável, além de demonstrar também diferenças nas implicações clínicas ²⁴. Além disso, foi constatado que modelos parcialmente desdentados com implantes possuem melhores resultados de acurácia nas varreduras que os modelos totalmente edêntulos, sendo corroborado pela literatura que realizar impressões de um único dente, quadrante ou sextante possui maior acurácia do que em um arco completo ⁸. Porém, de acordo com Andriessen et. al. (2014) os erros de distâncias inter implantes e erros de angulação ultrapassam os valores aceitáveis para escaneamentos de dois implantes em uma mandíbula edêntula utilizando o scanner iTero para a confecção de próteses implantossuportadas, atribuindo esse fato a falta

de marcos anatômicos para a digitalização ⁹. Outros estudos corroboram que nem todos os IOS estão aptos para realizar impressões para este fim ^{30,33}.

2.2.3 IOS e próteses fixas sobre implantes

As próteses fixas apoiadas em implantes eram fabricadas usando um sistema de impressão e moldagem que frequentemente falha em fornecer o ajuste passivo correto devido aos fenômenos de contração e expansão produzidos durante o processo de fundição. Isso pode causar afrouxamento ou fratura do parafuso de fixação ou desencadear uma perda de osseointegração do implante. Assim, as técnicas digitais permitiram maior gerenciamento de erros técnicos na fundição de metais, facilitando obter um ajuste protético correto, além de evitar erros por instabilidade sofrida pelos materiais elastoméricos ²⁴. Porém, em grandes reconstruções como em próteses dentárias fixas, é necessária uma transferência precisa para o fluxo de trabalho para evitar imprecisão do ajuste passivo, principalmente nas próteses fixas apoiadas sobre implantes parafusados, nas quais o cimento não pode compensar as imprecisões ²³. Além disso, a digitalização dentro de um mesmo quadrante, dentes próximos ou coroas sobre implantes tem baixos riscos de erros, uma vez que os IOS capturam uma grande superfície em relação à área total. Porém, não se tem essa informação para arcos completos ¹¹.

2.3 TÉCNICAS DE ESCANEAMENTO

Na literatura ainda não está claro se as estratégias de digitalização dos scanners digitais intra orais podem afetar a precisão definitiva da impressão digital ou mesmo qual estratégia é a melhor ³¹. Alguns estudos recentes têm investigado esta variável, embora existam diretrizes específicas e gerais de digitalização dependendo do sistema usado ^{11, 25}. A precisão em impressões de arcadas dentárias completas varia de 5 a 35 μm sem diferenças significativas entre as estratégias, porém muitos desses estudos utilizam uma estratégia única de varredura com cada scanner ³¹.

No estudo de Medina-Sotomayor et al. (2018) foram avaliadas quatro estratégias diferentes que foram repetidas por dez vezes para cada um dos quatro

scanners avaliados em um arco maxilar completo. As estratégias são: Exterior-interior (A) começando pelas superfícies oclusais, partindo do segundo molar esquerdo até o segundo molar direito, retornando pela vestibular e por último pela palatal; Quadrantes (B): iniciando pelas oclusais, partindo do incisivo central direito até o segundo molar direito, retornando pela vestibular e depois por palatal, o mesmo procedimento é repetido para o lado esquerdo; Sextantes (C): Iniciando pela oclusal do segundo molar direito até o primeiro pré-molar direito, retornando pela vestibular e depois palatal, em seguida, começa-se pela oclusal do canino direito até o canino esquerdo, retornando pela vestibular e depois palatal, por último, começa-se da oclusal do primeiro pré-molar esquerdo até o segundo molar esquerdo, retornando pela vestibular e depois pela palatal. Apenas um scanner (iTero) apresentou diferenças significativas entre as estratégias de escaneamento, os demais se apresentaram em conformidade com a literatura à medida que aceitam qualquer uma das técnicas de aquisição de imagem sem prejuízo da acurácia e precisão. Os autores ressaltam que o registro de impressões de arco completo para restaurações extensas pode ser complicado, já que poucas informações estão disponíveis sobre o impacto de d

iferentes estratégias de varredura na precisão de varreduras completas ³¹.

Richert et. al. (2017) afirmam baseados na revisão de literatura que as estratégias aumentam a precisão dos modelos e o objeto digitalizado deve ser posicionado no centro de uma área de aquisição para descrever uma esfera ideal ao redor do mesmo ⁷. O profissional deve manter um fluido movimento, preservando sempre uma distância constante durante a gravação, mantendo a câmera em um local de alcance entre 5 e 30 mm da superfície digitalizada, dependendo dos scanners e tecnologias ^{26, 27, 28}. Os autores ressaltam a dificuldade de manuseio durante a troca de eixo, como a passagem do dente posterior para o anterior ou no caso de mau posicionamento. Alguns fabricantes propõem guias para evitar que tecidos saiam do campo de visão da câmera e que as distâncias sejam mantidas. Apontam também, que para varreduras de arcada inteiras utilizando tecnologia confocal são descritas diferentes técnicas pelos fabricantes: a) movimento linear em todas as superfícies palatinas seguidas pela superfície bucal, b) varredura em S, partindo da face vestibular, depois oclusal e lingual de cada dente sucessivamente. A primeira estratégia parece limitar o espaço de distorção finalizando a captura na posição inicial e evitando assim um erro unidirecional geral, mas linear ou

aproximado. O movimento de varredura vestibular pode interferir nas áreas proximais. Tais observações levam profissionais a alterarem o manuseio clínico para áreas difíceis como zonas proximais, dentes preparados, altas curvaturas de incisivo central e mudança de eixo ao redor dos caninos. No entanto, evidenciam que em digitalizações de áreas com declives acentuados, como região anterior de mandíbula, há, frequentemente, dificuldades no tratamento da imagem sendo importante o rastreamento das mesmas. Ressaltam que para varredura de arcos com múltiplos implantes para próteses há falta de referências anatômicas para digitalização, independentemente da tecnologia empregada ⁷.

Müller P et. al (2016) avaliou 3 estratégias (A, B e C) no IOS TRIOS Pod em um modelo maxilar dentado. Na estratégia A, inicia-se o escaneamento pela disto-vestibular do segundo molar superior direito, retornando por ocluso-palatal; a B inicia-se pela oclusal-palatal do segundo molar superior direito, retorno pela vestibular; e C, tipo S analisa sequencialmente cada dente por vestibular, oclusal e palatal, à partir do segundo molar esquerdo ao segundo molar direito, em um único sentido, sem retornar à partida. Obtiveram melhores resultados na estratégia B para arcos completos, porém afirma que essa técnica pode ser vantajosa a todos IOSs, pois gera uma estrutura multidimensional de todo o arco em uma varredura inicial, eliminando o risco de aumento de erros ao usar uma aquisição de dados lineares em uma maior distância ¹¹.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AQUISIÇÃO DO MODELO MESTRE MANDIBULAR

Foi adquirido um modelo de estudo, em gesso pedra tipo IV, de uma mandíbula desdentada com quatro minipilares (Análogo Reposicionável Híbrido do Mini Pilar Cônico, Titânio, 4,1mm, Diâmetro 4,8mm - Neodent) instalados na região anterior, sendo os dois componentes protéticos mais distais posicionados anteriormente à região de forame mentoniano e dois mais mediais distribuídos uniformemente entre eles (ocupando a região de primeiros pré-molares e incisivos laterais) ²⁹. Para permitir a varredura digital foram utilizados corpos de varredura universais, PEEK Scancorp 4.0 (Implacil de Bortoli) compatíveis com os minipilares, e estes foram apertados manualmente ³⁰.

3.2 ESCANEAMENTO A PARTIR DO SCANNER DE BANCADA

O scanner de bancada utilizado para realizar a varredura do modelo mestre foi o Lava Scan ST (3M ESPE, Seefeld, Germany) e os dados foram importados para o software Geomagic Desing X (Geomagic; Morrisville, NC, USA). O escaneamento obtido foi utilizado como referência para as análises.

3.3 ESCANEAMENTOS A PARTIR DO SCANNER DIGITAL INTRA ORAL

O scanner digital intra oral (IOS) utilizado foi o Trios 3 (versão de software 1.4.5.3, 3 Shape Dental Systems, Copenhagen, Dinamarca). O modelo de estudo em gesso, já com os corpos de varredura em posição, foi posicionado dentro de uma caixa de metacrilato preta opaca, a fim de evitar a reflexão de luz e deformação no formato das imagens ¹⁶. O modelo foi afixado na caixa através de cera ⁷, para evitar movimentações durante os escaneamentos e para garantir que todas as técnicas fossem executadas com o modelo na mesma posição.

3.4 TÉCNICAS DE ESCANEAMENTO DIGITAL INTRA ORAL AVALIADAS NO

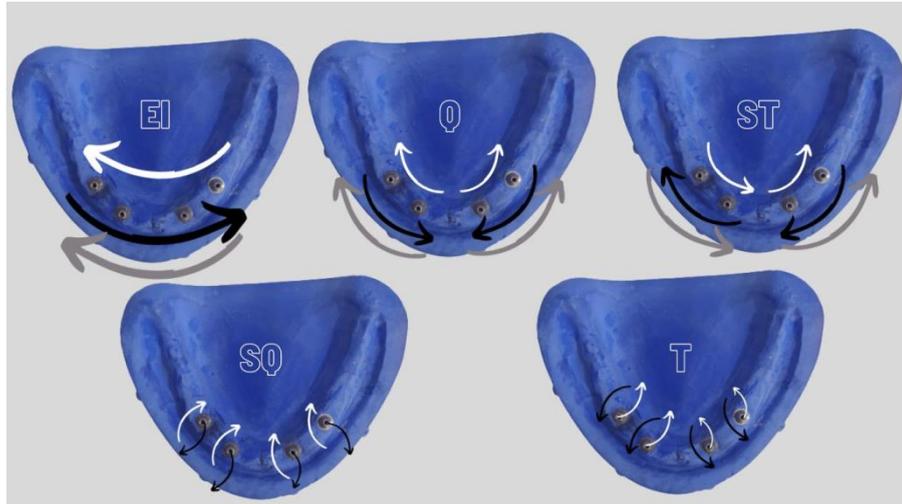
ESTUDO

À partir de revisão prévia da literatura foram levantadas cinco técnicas de escaneamento digital intra oral para arcos completos, testadas em um modelo maxilar dentado ³¹. Para o presente estudo as respectivas técnicas foram empregadas no mesmo scanner , o TRIOS 3 (3 Shape , Copenhagen , DK), e adaptadas para a situação de implantes em uma mandíbula edêntula . A descrição das técnicas pode ser visualizada no Quadro 1 e a ilustração das mesmas na Figura 1.

Sigla da técnica	Nome	Descrição
EI	Exterior-interior	Primeiro, as superfícies oclusais, começando com o implante esquerdo mais distal e indo para o segundo implante mais distal à direita, retornando através das superfícies vestibulares e, finalmente, uma varredura sobre as superfícies palatinas.
Q	Quadrantes	Primeiro, as superfícies oclusais, começando com o implante central direito e indo em direção ao segundo implante à direita, retornando pelas superfícies vestibulares e, em seguida, pelas superfícies palatinas. Segundo, as superfícies oclusais, começando com o implante central esquerdo até o segundo implante esquerdo, retornando pelas superfícies vestibulares e, posteriormente, pelas superfícies palatinas.
ST	Sextantes	Primeiro, as superfícies oclusais, começando com o implante mais distal à direita, até o implante central direito, e retornando pelas superfícies vestibulares e, em seguida, pelas superfícies palatinas. Segundo, iniciando pelas superfícies oclusais do implante central esquerdo até o segundo implante esquerdo à distal, retornando pelas superfícies vestibulares e, posteriormente, pelas superfícies palatinas. ²
SQ	Sequencial	Varredura seqüencial das três superfícies de cada implante (oclusal, vestibular e palatino), realizando um movimento em forma de “S” do implante mais distal à direita em todas as direções e sem retornar ao ponto de partida.
T	TRIOS	Início na oclusal, lingual e vestibular em um ângulo de 45° a 90° do implante mais distal à direita até o mais distal à esquerda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 1 - Trajetória das cinco técnicas de escaneamento. As setas cinzas correspondem ao escaneamento pela oclusal, as pretas pela vestibular e as brancas por lingual. As letras sobre o modelo indicam as técnicas de escaneamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.5 METODOLOGIA DOS ESCANEAMENTOS:

Os escaneamentos com o IOS foram efetuados por um único operador sem experiência na utilização do mesmo, que recebeu quatro horas de instruções de uso e em seguida quatro horas para experimentar todas as técnicas¹⁷. Este operador realizou quinze escaneamentos de cada técnica, seguindo o protocolo das técnicas (EI, Q, ST, SQ, T)³³. As técnicas EI, Q, ST, SQ e T foram enumeradas respectivamente de 1 a 5 para realização de sorteio para definição da sequência de execução, por meio de sorteador online (<https://sorteador.com.br/>). A sequência obtida foi 2, 4, 5, 3, 1, ou seja, a primeira técnica executada foi a Q, seguida pela SQ, T, ST e EI. Os escaneamentos foram realizados com o modelo em posição, com os corpos de escaneamento instalados, dentro da caixa de metacrilato preta opaca³¹.

3.6 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

3.6.1 Sobreposição dos dados

O arquivo referência foi importado para o software de inspeção Geomagic Desing X. Posteriormente os arquivos referentes a cada grupo das técnicas também foram importados simultaneamente. A partir do arquivo referência dos 15 arquivos testes de cada grupo, utilizou-se a ferramenta “Alinhamento” para “Alinhar entre os dados de digitalização”. Posteriormente, no menu a opção “Medir”, “Desvio de malha”. Para “Accuracy Analyzer (TM)” foi inserido desvio de 0,8mm; ajustando o intervalo na barra decorez. Assim foi possível obter o valor do erro médio quadrático (RMS) e desvio padrão de cada amostra sobreposta ao modelo referência ³⁴.

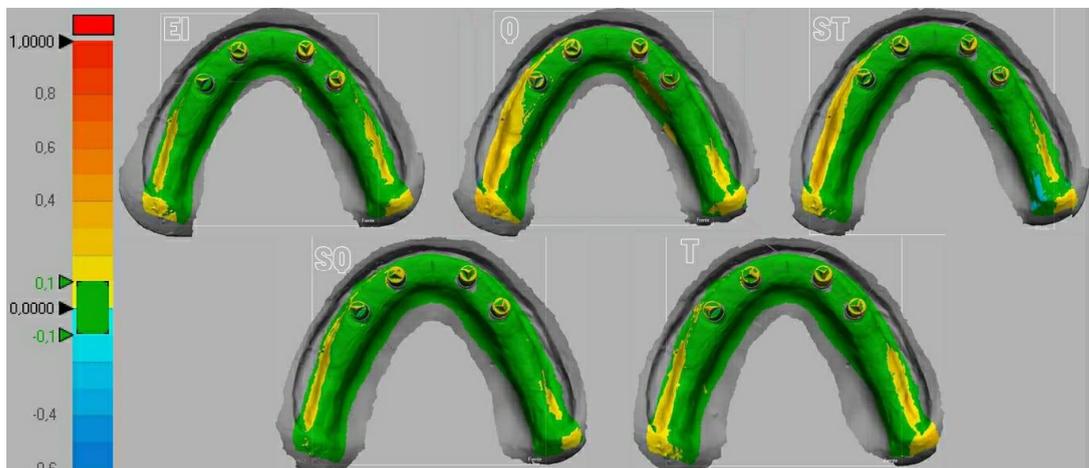
3.6.2 Análise estatística

Inicialmente verificou-se os pressupostos para análise de variância pelo teste ANOVA, no qual constatou-se que os dados seguiam distribuição normal assumindo o valor de $p > 0,05$. Foi aplicado um teste de homogeneidade de variâncias, no qual obteve-se $p < 0,05$, descartando o pressuposto de homoscedasticidade, logo, as variâncias não se apresentaram iguais. Sendo assim, aplicou-se um teste não paramétrico, de Kruskal Wallis, seguido de comparações múltiplas (Teste Wilcoxon pairwise).

4 RESULTADOS

A partir da análise 3D dos arquivos é possível observar visualmente as regiões mais fidedignas (em verde), bem como as áreas de contração (em azul) e expansão (em vermelho), através das cores. Seguindo esse critério visual, as técnicas que demonstraram menor área de expansão foram EI e SQ, seguidas por Q, T e ST, estando estas áreas mais presentes na mucosa vestibular e sobre os corpos de escaneamento. As técnicas que demonstraram menor área de contração foram EI e SQ, seguida pelas técnicas Q, T e ST, sendo essas áreas sobre a mucosa (Figura 2).

Figura 2 - Imagens das sobreposições dos 15 escaneamentos de cada técnica : EI, Q, ST, SQ e T respectivamente. À esquerda , a escala de cores com a variação de cor do azul, indicando as áreas de contração, até o vermelho, correspondente aos locais onde houveram expansão em relação ao modelo de referência.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Foi realizada a análise de variância dos dados (ANOVA), obtendo p -valor $> 0,05$ os pressupostos de distribuição normal foram seguidos para os valores de acurácia, como evidenciado na Tabela 1, e precisão, como mostrado a Tabela 2.

Tabela 1 - Valor de $p > 0,05$ para as cinco técnicas avaliadas, afirmando anormalidade dos dados de acurácia.

Grupo	Técnica	p-valor
1	EI	0.1037629
2	Q	0.6631479
3	ST	0.5233952
4	SQ	0.3697254
5	T	0.3729040

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

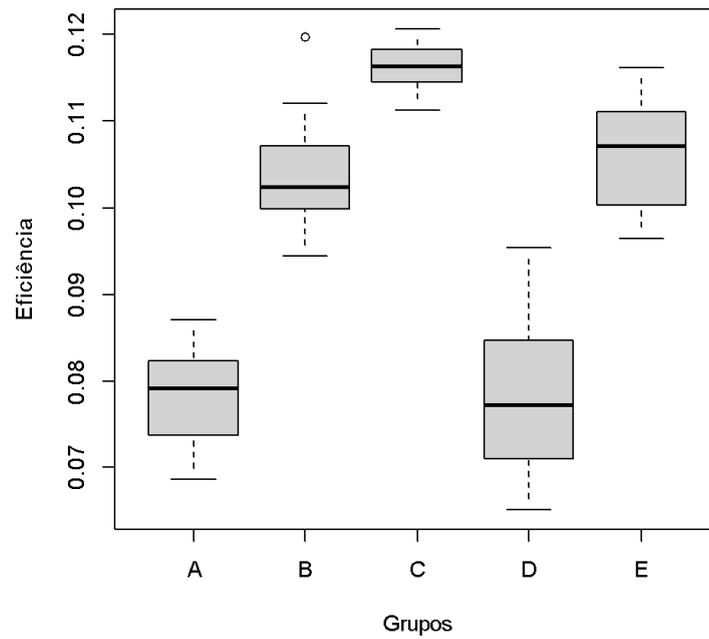
Tabela 2 - Valor de $p > 0,05$ para as cinco técnicas avaliadas, afirmando a normalidade dos dados de precisão

Grupo	Técnica	p-valor
1	EI	0,1130073
2	Q	0,1944126
3	ST	0,7717853
4	SQ	0,2189065
5	T	0,1856306

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

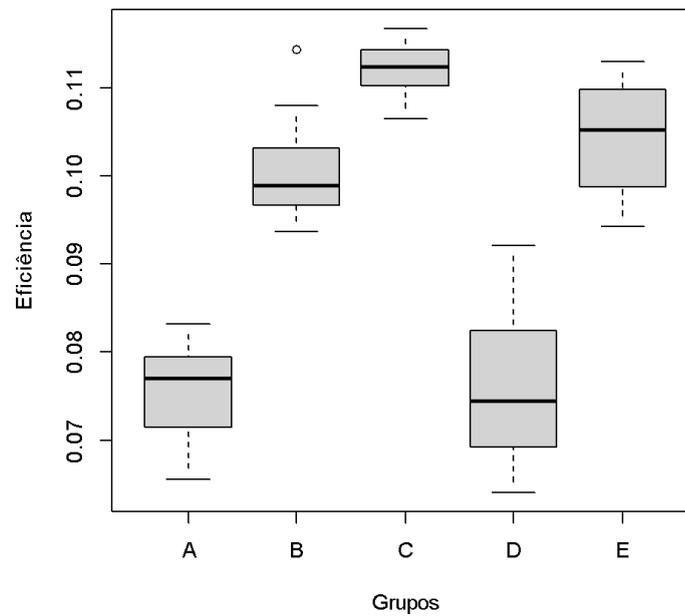
Em seguida, foi avaliado o pressuposto de homocedasticidade e obtido $p < 0,05$, evidenciando que as variâncias não eram iguais. Sendo assim, foi empregado um teste não paramétrico, o teste de Kruskal Wallis, no qual verificou-se $p < 0,05$, existindo portanto, diferença entre as técnicas. Logo após, foi aplicado o teste de comparações múltiplas, no qual pôde ser observado que não há diferenças entre as medianas das técnicas EI e SQ e, entre as medianas das técnicas T e Q, para acurácia e precisão. As demais diferenças são significativas ao nível de 5%. Portanto, a técnica ST apresentou menor acurácia e precisão, enquanto EI e SQ apresentaram maior acurácia e precisão, como pode ser observado na Figura 3 para acurácia e na Figura 4 para precisão.

Figura 3 - Relação entre o RMS da acurácia obtido nas cinco técnicas de escaneamento estudadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Figura 4 - Relação entre o desvio padrão obtido nas cinco técnicas de escaneamento estudadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

5 DISCUSSÃO

Uma das mudanças mais significantes no campo da odontologia atualmente é a odontologia digital, trazendo vantagens e praticidades para as diversas áreas ³⁵. No que se refere às impressões para fabricação de próteses fixas sobre implantes utilizando IOSs, estudos apontam como vantagens o uso dessa tecnologia para copiar a região ao nível de fixação do implante e a maior comodidade a pacientes que apresentam fortes reflexos de vômito. Comodessvantagens, se destacam o custo do scanner e do software CAD/CAM, a necessidade de treinamentos específicos para operadores do sistema, e o grande tamanho da ponta do scanner que pode impedir a digitalização de regiões posteriores em pacientes com pequena abertura de boca ³⁶.

No entanto, existem poucas pesquisas sobre o uso do escaneamento digital para trabalhos de arco completo, sendo que alguns estudos demonstram que nem todos os IOSs estão aptos a realizarem impressões para essa finalidade ^{9,33}. O scanner utilizado no presente trabalho demonstrou melhor desempenho em um comparativo entre oito tipos de scanners digitais intra orais para escaneamentos de arco total com próteses fixas sobre implantes ³³. De acordo com a literatura, o valor clinicamente aceitável de erros de posição que representa o desajuste em um arco completo varia de 10mm a 150mm, afim de evitar problemas mecânicos e complicações biológicas ³³. Portanto, há a necessidade de avaliar os efeitos das diferentes técnicas na acurácia e precisão do escaneamento intra oral.

Em grandes reconstruções, como em próteses dentárias totais fixas sobre implantes, é necessária uma transferência precisa para o fluxo de trabalho para evitar imprecisão do ajuste passivo, uma vez que nesse tipo de prótese não há a presença do cimento, que poderia compensar alguma imprecisão ¹¹. Além disso, nas digitalizações de áreas com declives acentuados como região anterior de mandíbula, ocorre frequentemente, dificuldades no tratamento da imagem, bem como a presença de múltiplos implantes para próteses acabam por gerar falta de referências anatômicas para digitalização ⁷. Dessa forma, é necessário que os escaneamentos sejam precisos e acurados, empregando-se as técnicas de escaneamento mais adequadas para

atingir o objetivo, sendo elas EI e SQ, segundo este trabalho.

Outro fator relevante é a falta de consenso na literatura em relação à capacidade das estratégias de varredura afetarem a precisão e qual seria a mais indicada ³¹. Através do levantamento bibliográfico, estudos anteriores que investigaram os efeitos das técnicas de escaneamento estão consoantes a este, ao afirmarem que a precisão difere dependendo da técnica utilizada ^{7, 10, 11}. Os métodos de aquisição das imagens são um fator relevante e essencialmente semelhante em todos os sistemas digitais ^{17, 31}. É descrito que o objeto digitalizado deve ser posicionado no centro de uma área de aquisição para descrever uma esfera ideal ao redor do mesmo. O profissional deve manter um movimento fluido, preservando sempre uma distância constante e o dente centralizado durante a gravação, mantendo a câmera em um local de alcance entre 5 e 30 mm da superfície digitalizada ⁷. No entanto, durante a troca de eixo o manuseio é difícil, como a passagem do dente posterior para o anterior ou no caso de mau posicionamento. Alguns fabricantes propõem guias, para evitar que tecidos saiam do campo de visão da câmera e que as distâncias sejam mantidas. Para escaneamento de arcadas inteiras são descritas diferentes técnicas pelos fabricantes: a) movimento linear, e b) varredura em S. Foi constatado que o movimento de escaneamento vestibular pode interferir na cópia das áreas proximais e que o escaneamento em movimento linear parece limitar distorções ao finalizar a captura na posição inicial ⁷. Tais observações levam profissionais a alterarem o manuseio clínico nas áreas difíceis como zonas proximais, dentes preparados, altas curvaturas de incisivo central e mudança de eixo ao redor dos caninos ⁷. No presente estudo, embora analisadas técnicas de escaneamento diferentes, foi percebida esta dificuldade durante a mudança de eixo, principalmente na técnica ST “Sextantes”, em que após o escaneamento do lado direito da mandíbula, no momento de iniciar a impressão do lado esquerdo, a oclusal do implante mais central causava uma distorção na imagem obtida da oclusal do implante direito. Também, houve dificuldade de cópia durante a obtenção de imagens nas áreas proximais em todas as técnicas. Isso ocorre em razão da largura da ponteira do scanner ser maior que a distância entre os corpos de escaneamento, dificultando assim, a cópia nas regiões mesial e distal ⁷.

A técnica tipo S foi executada no estudo de Muller et al. (2016) pelo escaneamento sequencial de cada dente por vestibular, oclusal e palatal, à partir do

segundo molar esquerdo ao segundo molar direito, em um único sentido, sem retornar à partida ¹¹. Essa técnica demonstrou menor acurácia, o que contraria este estudo uma vez que a técnica SQ apresentou juntamente com a EI os maiores valores de acurácia e precisão. Ressalta-se, que o presente estudo foi realizado em uma mandíbula edêntula com minipilares e corpos de escaneamento afixados, e os estudos de Müller et al. (2016) realizados em uma maxila dentada, o que pode justificar resultados diferentes e, portanto, a necessidade de estudos para avaliar técnicas de escaneamento para as diferentes situações clínicas.

A realização de movimentos contínuos é descrita como um fator relevante para obtenção de maior acurácia e precisão no escaneamento de implantes posicionados para instalação de uma prótese fixa em modelos maxilares edêntulos ³². Esta é uma possível explicação para as técnicas EI e SQ do presente estudo terem se mostrado mais acuradas, em razão das trajetórias dos escaneamentos serem lineares, começando de um extremo ao outro da arcada, sem exigir que o scanner voltasse às áreas onde a cópia já havia sido obtida. Ambas as técnicas foram de fácil execução e demandaram menos ajustes. Porém, a técnica EI necessitava de pausar o escaneamento na linha média para mudar o scanner de posição da esquerda para a direita durante a cópia da vestibular, e na lingual exigia que o scanner ficasse de ponta-cabeça durante a mesma mudança de eixo (da esquerda para a direita). O melhor desempenho da técnica EI também pode ser devido a esta ter sido a última técnica a ser executada, dando a oportunidade ao operador de ter adquirido maior destreza manual e experiência no escaneamento, o que é defendido por alguns autores como um ponto relevante nos resultados das imagens ^{10, 19}. Porém, a técnica SQ foi a segunda a ser executada e mostrou-se tão acurada quanto a EI, sem diferenças estatísticas significantes, respaldando que o operador influencia na precisão das imagens, contudo o desempenho do mesmo não é necessariamente dependente da experiência ^{18,37}.

Já nas técnicas Q e ST a arcada foi dividida em dois lados, não oferecendo um movimento contínuo e linear ao scanner, o que pode ter prejudicado os resultados de acurácia e precisão. A técnica T, por sua vez, exige que o scanner copie novamente a oclusal para realizar a cópia da vestibular. Foi observado que as repetições, acabavam provocando mais erros em outras áreas já copiadas com qualidade ³². Tal fato foi descrito por Pesce P et al. (2018), que destacou a

necessidade de repetir o processo em algumas áreas que acabavam por gerar mais falhas, o que também foi constatado durante a execução das 5 técnicas analisadas neste estudo.

Quatro das cinco técnicas descritas neste trabalho foram adaptadas do artigo de Medina-Sotomayor P et al. (2018), que avaliou as estratégias de escaneamento em 4 scanners intra orais ³¹. Pela acurácia, o scanner Trios (utilizado também em nosso trabalho) mostrou melhores resultados na estratégia D (correspondente a SQ), o que corrobora com nosso estudo, uma vez que essa mesma técnica obteve os melhores resultados juntamente com a EI, sem apresentar diferenças estatísticas significativas. Por precisão, o scanner Trios mostrou melhores resultados em A (EI) e outros dois scanners em D (SQ), em acordo com nossos resultados em que EI e SQ foram as técnicas mais precisas. Em nenhum dos scanners a trajetória C (ST) se mostrou mais precisa, em conformidade com este estudo em que a técnica ST obteve maiores valores de RMS. Além disso, apenas 1 dos 4 scanners avaliados pelos autores demonstrou diferenças significativas entre as técnicas, o que pode ser atribuído a características específicas do scanner, podendo não estar diretamente relacionado somente às técnicas em si. Por essa razão, neste estudo foi empregado apenas um scanner, variando as técnicas de escaneamento, sendo elas o interesse da pesquisa. É relevante destacar que as técnicas mais precisas neste estudo foram também as mais acuradas. O mesmo ocorreu no estudo de Medina-Sotomayor P et al. (2018) com dois dos quatro scanners avaliados ³¹. Esse fato pode indicar que cada scanner, ao realizar as correções dos escaneamentos, predispõe resultados semelhantes de acurácia e precisão conforme a técnica empregada.

As imagens obtidas indicaram regiões de contração e expansão localizadas em mucosa alveolar, principalmente. Isto se dá pela ausência de marcos estáveis na região e/ou pelo operador não executar completamente a impressão de toda gengiva 11, ³². Sendo assim, fica notória a necessidade de analisar as técnicas de escaneamento, garantindo que através da sequência proposta por elas, todas as regiões de interesse sejam copiadas. Para próteses totais fixas implantossuportadas, essas áreas de difícil qualidade de cópia poderão acarretar maiores desajustes na barra metálica e na adaptação da região de cantilever do que na região dos implantes.

Assim como destacado por Vandeweghe et al. (2017), o ambiente bucal pode dobrar a quantidade de erros, diminuindo a precisão pela presença de saliva, sangramento, entre outros ^{30, 39}. Essa é uma das limitações deste trabalho, por se tratar de um estudo in vitro, cuja estabilidade pode não ocorrer clinicamente por possíveis movimentações da mandíbula ou pela presença de saliva, sangramento gengival, entre outros fatores ³⁹. Somado a isto, a caixa preta opaca utilizada propicia um ambiente favorável ao escaneamento e à ela foi afixado o modelo de gesso com cera 7 para evitar movimentações indesejadas durante a execução das técnicas, garantindo maior estabilidade ³¹. Outro fator a ser considerado é quando tem-se uma distância maior entre os implantes combinada a uma mucosa plana, o que pode ocasionar faltas de pontos de referência para a realização do escaneamento ³⁰. Tal situação pode ocorrer clinicamente, contudo não é possível ser avaliada através deste estudo.

6 CONCLUSÃO

As técnicas de escaneamento digital intra oral podem interferir na acurácia e precisão para confecção de uma prótese total fixa sobre implantes e as trajetórias lineares se mostraram mais eficientes.

REFERÊNCIAS

1. 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(7):1495–504.
2. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent*. 2016;115(3):313–20.
3. Eliasson A, Wennerberg A, Johansson A, Örtorp A, Jemt T. The precision of fit of milled titanium implant frameworks (i-bridge®) in the edentulous jaw. *Clinical implant dentistry and related research*. 2010 Jun;12(2):81-90.
4. Van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PloSone*. 2012 22;7(8):e43312.
5. Heckmann, S.M., Karl, M., Wichmann, M.G., Winter, W., Graef, F. & Taylor, T.D. (2004) Cement fixation and screw retention: parameters of passive fit. An in vitro study of three-unit implant supported fixed partial dentures. *Clinical Oral Implants Research*, 2004;15(4): 466–473.
6. Schneider A, Kurtzman GM, Silverstein LH. Improving implant framework passive fit and accuracy through the use of verification stents and casts. *Journal of Dental Technology: the Peer-reviewed Publication of the National Association of Dental Laboratories*. 2001 Jun 1;18(4):23-5.
7. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *Journal of healthcare engineering*. 2017;2017.
8. 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 Dec;17(1):1-3
9. Andriessen FS, Rijkens DR, Van Der Meer WJ, Wismeijer DW. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014 Mar 1;111(3):186-94.
10. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradés G. Accuracy of a digital impression system based on active wavefront sampling technology for implants considering operator experience, implant angulation, and depth. *Clinical Implant Dentistry And Related Research*. 2015 Jan;17:e54-64.
11. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence international*. 2016 Apr 1;47(4).

12. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013 Feb 1;109(2):121-8.
13. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC oral health*. 2019 Dec;19(1):1-4.
14. Rivaldo EG, Wutke C, Silveira M, da Fontoura Frasca LC, de Lima Fernandes E, de Liz Pocztaruk R. Falhas estruturais em prótese total fixa sobre implantes: relato de caso clínico. *Stomatos*. 2007;13(25):131-8.
15. Brånemark PI, Engstrand P, Öhrnell LO, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, Darle C, et al. Brånemark Novum®: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clinical implant dentistry and related research*. 1999 Jul;1(1):2-
16. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 1969;3(2):81-100.
17. Ting-shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review. *Journal of Prosthodontics*. 2015 Jun;24(4):313-21.
18. Amin S, Weber HP, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Papaspyridakos P. Digital vs. conventional full-arch implant impressions: a comparative study. *Clinical oral implants research*. 2017 Nov;28(11):1360-7
19. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on parallel confocal laser technology for implants with consideration of operator experience and implant angulation and depth. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2014 Aug;29(4).
20. Ender A, Mehl A. In-vitro evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions. *Quintessence International*. 2015 Jan 1;46(1).
21. 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. *Clinical oral investigations*. 2016 Mar;20(2):291-300.
22. 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. *Journal of oral science*. 2018;60(1):1-7.
23. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clinical oral implants research*. 2016 Apr;27(4):465-72.

24. Rech-Ortega C, Fernández-Estevan L, Solá-Ruíz MF, Agustín-Panadero R, Labaig-Rueda C. Comparative in vitro study of the accuracy of impression techniques for dental implants: Direct technique with an elastomeric impression material versus intraoral scanner. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 2019 Jan;24(1):e89.
25. Ender A, Mehl A. Influence of scanning strategies on the accuracy of digital intraoral scanning systems. *Int J Comput Dent*. 2013; 16(1):11–21.
26. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems—a current overview. *International journal of computerized dentistry*. 2015 Jan 1;18(2):101–29.
27. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics –Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*. 2014 Mar 1;54:203-21.
28. Logozzo S, Kilpelä A, Mäkynen A, Zanetti EM, Franceschini G. Recent advances in dental optics—Part II: Experimental tests for a new intraoral scanner. *Optics and Lasers in Engineering*. 2014 Mar 1;54:187-96.
35. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *Journal of prosthodontic research*. 2020;64(2):109-13.
36. Lin WS, Harris BT, Zandinejad A, Morton D. Use of digital data acquisition and CAD/CAM technology for the fabrication of a fixed complete dental prosthesis on dental implants. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2014 Jan 1;111(1):1-5.
37. Giménez B, Özcan M, Martínez-Rus F, Pradies G. Accuracy of a digital impression system based on parallel confocal laser technology for implants with consideration of operator experience and implant angulation and depth. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2014 Aug 1;29(4).
38. Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. *Clinical oral implants research*. 2017 Oct;28(10):1318-1323.
39. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clinical oral investigations*. 2014 Jul 1;18(6).