



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Comparação de técnicas de impressão tradicional e digital em prótese.

Giovanni Venturin

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 31 de Maio de 2020



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Giovanni Venturin

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Comparação de técnicas de impressão tradicional e digital em
prótese.

Trabalho realizado sob a Orientação de Prof. António Sérgio de Oliveira Silva

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Eu, **Antônio Sérgio de Oliveira e Silva**, com a categoria profissional professor do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador da Dissertação intitulada “Comparação de técnicas de impressão tradicional e digital em prótese”, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, **Giovanni Venturin**, declaro que sou de parecer favorável para que a Dissertação possa ser depositada para análise do Arguente do Júri nomeado para o efeito para Admissão a provas públicas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 31 de Maio de 2020.

O orientador

Prof. Antônio Sérgio de Oliveira e Silva

AGRADECIMENTOS

No final deste trabalho de tese, queria endereçar os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que conheci na minha vida. Às pessoas q me ajudaram a crescer, e que fizeram de mim o que sou hoje e serei amanhã.

O principal agradecimento vai para a minha mulher (La Defrella) porque sem ela nem sequer teria apanhado o primeiro avião para iniciar esta aventura. Obrigado pelo apoio moral, técnico, económico, por ter estado sempre perto de mim, por me ter apoiado sempre, por ter esperado por mim, pelas noites sem dormir e por me ter feito graduar nesta altura da vida.... Sinto-me realmente a pessoa mais sortuda do mundo em tê-la como minha esposa.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor António Sérgio de Oliveira e Silva, que nestes meses de trabalho me ajudou, com sugestões para a minha investigação e na escrita da minha tese. Igualmente, por se ter mostrado com infinita disponibilidade (mesmo que a COVID-19 tornasse as coisas um pouco mais difíceis) em cada passo.

Não mencionando os amigos individualmente, quero que saibam que alcancei este objetivo também devido à vossa presença contínua. Obrigado por me fazerem compreender que conseguia alcançar este objetivo, encorajando-me a terminar rapidamente, porque precisam de mim para cuidar dos vossos dentes.

Todas aquelas pessoas com quem comecei e passei os meus estudos, com quem partilhei momentos inesquecíveis, estabelecendo uma amizade sincera e uma colaboração profunda, não podiam faltar nesta lista de agradecimentos.

Por fim, não por menor importância, mas porque procuro encontrar as palavras certas para agradecer aos meus pais (papino e mamma) e à minha irmã (sorella), gostaria que este meu feito fosse, na medida do possível, uma recompensa também para eles e pelos sacrifícios que fizeram. Um obrigado infinito por estarem sempre presentes, por me apoiarem, por me terem ensinado o que é "certo" e o que não é. Sem vocês, não seria certamente a pessoa que sou. Obrigado pelos vossos conselhos, pelas vossas críticas, que me fizeram crescer.

Obrigado pelo vosso amor.

RESUMO

A introdução da tecnologia digital com a utilização de scanners intraorais visa eliminar alterações dimensionais nos materiais de impressão, expansão do gesso dentário e erros humanos associados à produção do modelo mestre.

O principal objetivo desta tese é fazer uma revisão sistemática integrativa da literatura onde se comparam técnicas de impressão tradicional e digital em prótese. Secundariamente, avaliar se, entre os vários tipos de scanners analisados nos artigos, podemos fazer uma classificação em termos de precisão e fiabilidade.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica no PubMed com as palavras-chave (Intraoral, Scan, Accuracy, Dental, Impression, Conventional) que identificou um total de 67 artigos.

Foram selecionados 23 estudos, 13 artigos avaliaram a comparação entre scanners intraorais de impressões digitais e impressões convencionais, outros 10 examinaram a qualidade, exatidão e precisão de vários scanners intraorais.

Os estudos mostraram que deve ser estabelecida uma lacuna marginal clinicamente aceitável inferior a 120 μm . No entanto, não existe consenso sobre a lacuna marginal máxima clinicamente aceitável in vivo. Foi relatada na literatura uma vasta gama de valores. Esta diferença de valores pode ser atribuída a uma falta de normalização na metodologia de medição.

A partir deste estudo, pode-se concluir que os sistemas de digitalização não são estatisticamente superiores às impressões convencionais quando se compara a fiabilidade, precisão e reprodução de detalhes.

No entanto, não foi possível eleger um scanner melhor porque a maioria dos estudos avaliou a exatidão e precisão em diferentes aplicações e clínicas e elegeu diferentes tipos de scanners como os melhores.

Palavras-chave: Intraoral; Digitalizador; Precisão; Dental; Impressão; Convencional.

ABSTRACT

The introduction of digital technology with the use of intraoral scanners aims to eliminate size changes in dental impressions, dental plaster expansion and human error associated with the production of the master model.

The main objective of this thesis is to make a systematic integrative review of the literature where traditional and digital prosthetic printing techniques are compared. Secondly, to evaluate whether, among the various types of scanners analyzed in the articles, we can make a classification in terms of accuracy and veracity.

A bibliographic search in PubMed was carried out using the keywords: Intraoral, Scan, Accuracy, Dental, Impression, Conventional, which identified a total of 67 articles. They have been selected 23 studies, 10 examined the quality, accuracy and precision of various intraoral scanners, another 13 articles evaluated the comparison between digital intraoral scanners and conventional impressions.

The studies showed that a clinically acceptable marginal gap should be established below 120 μm . However, there is no consensus on the maximum in vivo clinically acceptable marginal gap. A wide range of values has been reported in the literature. This difference in values can be attributed to a lack of standardization in measurement methodology.

From this study, it can be concluded that digital scanning systems are not statistically superior to conventional impressions when comparing reliability, accuracy and detail reproduction.

However, it was not possible to indicate which methodology presented a better scanner because most studies evaluated accuracy and precision in different clinical applications and elected different types of scanners as the best.

Keywords: Intraoral; Scan; Accuracy; Dental; Impression; Conventional.

ÍNDICE

1- Introdução	1
2- Objetivos	3
2.1. Objetivo principal	3
2.2. Objetivo secundário	3
3- Materiais e Métodos	3
4- Desenvolvimento	6
4.1. Resultados	6
4.1.1. Impressões digitais Vs impressões convencionais	13
4.1.2. Comparação de scanners	20
4.2. Discussão	25
4.2.1. Materiais de impressões convencionais	25
4.2.2. Scanner intra orais	26
4.2.3. Métodos de aquisição	26
4.2.4. Sistemas de varrimento intraoral	27
4.2.5. Discussão final	29
5- Conclusão	31
6- Bibliografia	32

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um dispositivo de digitalização intraoral, que tira uma impressão digital dos dentes em vez de uma impressão convencional, tem sido uma das tecnologias mais desenvolvidas nos últimos anos. Desde a introdução das impressões digitais, no final dos anos 80, houve várias tentativas comerciais de usar um dispositivo de digitalização intraoral para obter impressões digitais dos dentes.^{1,2}

A tecnologia das impressões digitais tem melhorado a um ritmo extraordinário, com o alargamento das indicações para incluir casos de arco completo em prótese fixa, grandes casos de arco completo em implantes, próteses removíveis e alinhadores ortodônticos. No entanto, ainda existem problemas técnicos em relação à precisão das impressões digitais e à velocidade de digitalização da máquina.²

Um estudo, de Abduo J et al. (2016), diz que pacientes e médicos beneficiam de tempos de tratamento mais rápidos usando um fluxo de trabalho digital, mantendo ou excedendo a qualidade dos fluxos de trabalho convencionais.³

Atualmente dois tipos de digitalização estão disponíveis na medicina dentária: a digitalização indireta (em laboratório) e direta (na cadeira). A digitalização indireta, baseada em uma impressão convencional e/ou modelo digitalizado no laboratório dentário e é o método mais comum atualmente.⁴ Isto significa, mais uma vez, que a base do processo de produção digital altamente preciso ainda é uma impressão convencional, que envolve várias fontes potenciais de erro e influencia o resultado final.

Neste contexto, a aquisição direta de dados na cavidade oral, usando um scanner intraoral, parece ser o acesso lógico ao fluxo de trabalho digital. Contudo, um requisito fundamental para a aplicação de scanners intraorais é a sua precisão comparável ou superior à das impressões convencionais.⁴

A produção de uma prótese com abordagem totalmente digital, sem um modelo de gesso físico, elimina o desconforto do paciente relacionado com a impressão convencional, os problemas de possíveis alergias a materiais de impressão, erros relacionados com a distorção de materiais de impressão, produzem menos ansiedade, são mais confortáveis e causam menos náuseas e a necessidade de preservar as impressões físicas e os modelos de gesso.⁵

A criação de um modelo mestre de gesso compensa em certa medida as variações volumétricas no material de impressão; no entanto, a criação de um modelo mestre de gesso é um método moroso e propenso a erros que requer a presença ou colaboração de um laboratório dentário.⁶

O limite marginal clinicamente aceitável, de acordo com o que a maioria dos autores concordaria, é inferior a 120 μm .^{7,8} Reich et al (2005), propuseram que as lacunas marginais das estruturas de óxido de zircônio utilizadas nas teses de cerâmica pura com três unidades dentárias fixas deveriam estar entre 64 e 83 μm . Os modelos digitais são tão fiáveis como os modelos de gesso, com uma precisão entre 6,9 e 45,2 μm .⁹

Tudo isto é importante porque a precisão do bordo marginal nas restaurações indiretas serve para aumentar a longevidade das restaurações, grandes discrepâncias podem levar a complicações clínicas devido ao acúmulo de placa bacteriana, ou seja, a formação de inflamação periodontal ou cárie secundária.⁴

De acordo com a ISO 5725-1, a precisão de um método de medição consiste numa combinação de veracidade e precisão¹⁰. A veracidade/fiabilidade é definida como o desvio do tamanho real de um objeto medido. Neste caso, a veracidade é a proximidade dos modelos virtuais criados com cada scanner com o modelo mestre. Um scanner "verdadeiro" produz um modelo que está muito próximo do tamanho do objeto digitalizado. A precisão é definida como a proximidade das medições entre si para o mesmo instrumento de medição.¹⁰

2: OBJETIVO

2.1 OBJECTIVO PRINCIPAL

O principal objetivo desta tese é fazer uma revisão sistemática integrativa da literatura onde se comparam técnicas de impressão tradicional e digital em prótese.

2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO

Avaliar se, entre os vários tipos de scanners analisados nos artigos, podemos fazer uma classificação em termos de precisão e veracidade.

3: MATERIAIS E MÉTODOS

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na PUBMED (via National Library of Medicine) utilizando a seguinte combinação de palavras-chave: Intraoral, Scan, Accuracy, Dental, Impression, Conventional. As seguintes buscas foram feitas com as palavras-chave citadas acima:

- Intraoral, AND scan, AND accuracy, AND dental, AND impression;
- Intraoral, AND scan, AND accuracy, AND dental, AND impression, AND convencional
- Intraoral, AND scan, AND accuracy, AND impression.

Os critérios de inclusão incluíram artigos publicados em inglês, de janeiro de 2015 a dezembro de 2019, sobre a precisão dos scanners intraorais em vários tipos de preparação sobre dentes naturais de arcos completos e parciais, sobre preparações negativas, sobre implantes e sobre pacientes desdentados e possivelmente, foram escolhidos artigos onde os scanners também foram comparados com as impressões tradicionais.

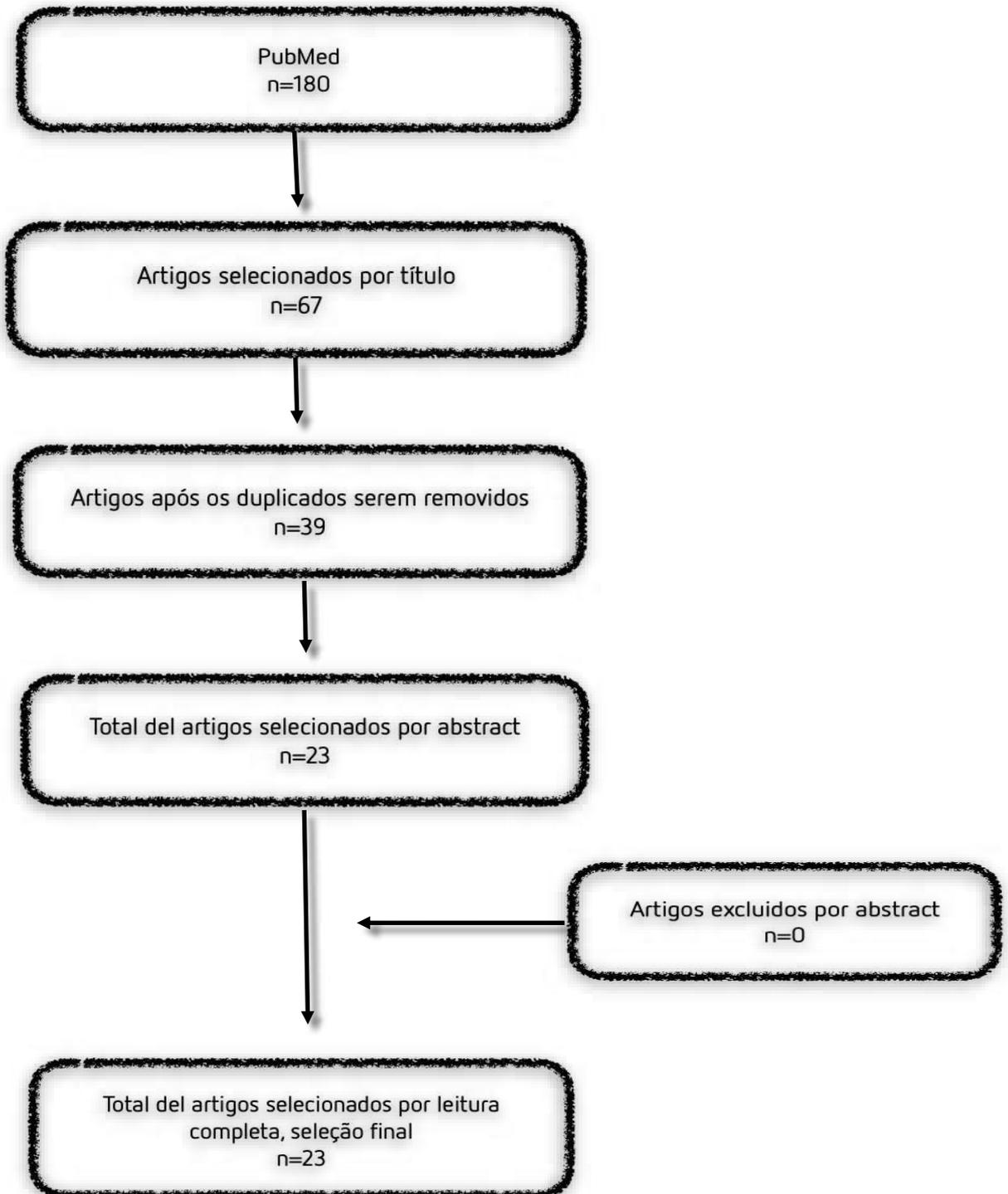
Os critérios de inclusão utilizados na busca de artigos também abrangeram: artigos escritos em inglês; meta-análises; ensaios clínicos aleatórios; estudos de coorte prospectivos; casos clínicos.

Os critérios de exclusão foram: artigos não em inglês, artigos anteriores a 2015, artigos ilegíveis, artigos que não apresentavam informações de acordo com os objetivos do trabalho ou artigos duplicados.

Foi feita uma avaliação preliminar dos resumos para determinar se os artigos cumpriam o objetivo do estudo. Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente em relação ao objetivo deste estudo. O número total de artigos procurados sobre este tópico foi 63. O número total de artigos selecionados foi 23.

A pesquisa com as palavras-chave Intraoral, AND scan, AND accuracy, AND dental, AND impression levou a 67 artigos, dos quais 13 foram selecionados; A busca com as palavras-chave Intraoral, AND scan, AND accuracy, AND dental, AND impression, AND convencional levou a 34 artigos, dos quais 4 foram selecionados; A pesquisa com as palavras-chave Intraoral, AND scan, AND accuracy, AND impression, resultou em 79 artigos, dos quais 6 foram selecionados.

Dos 23 estudos seleccionados, 13 (57%) artigos avaliaram a comparação entre scanners intraorais de impressões digitais e impressões convencionais, outros 10 (43%) examinaram a qualidade, exatidão e precisão de vários scanners intraorais.



4: DESENVOLVIMENTO

4.1 RESULTADOS

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que fui testado e nr scanner intraorais	Resultado
Rhee Y K, Comparison of intraoral scanning and conventional impression techniques using 3-dimensional superimposition. 2015; ¹¹	In Vivo	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 1 Scanner	Os desvios bidimensionais e tridimensionais entre o scanner intraoral e a impressão em arco duplo foram maiores do que a impressão em arco completo e a impressão em arco duplo ($P < 0,05$). ¹¹
Jan-Frederik GÜth, A new method for the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions in vitro. 2016; ¹²	In Vitro	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 1 scanner	Este estudo in vitro mostrou que os sistemas de varrimento intraoral parecem mostrar a mesma precisão ou até maior que a impressão convencional, com posterior digitalização indireta. ¹²
M. Shembesh, An In Vitro Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. 2017; ⁴	In Vitro	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 2 scanner	Concluíram que, a discrepância marginal de todas as técnicas de impressão estava dentro do limite de aceitação clínica (120 µm). ⁴

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que foi testado e nr scanner intraorais	Resultado
Jeong, Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. 2016; ¹³	In Vitro	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 2 scanner	Concluíram, portanto, que as impressões digitais obtidas pelo scanner de vídeo intraoral mostraram uma melhor precisão para áreas de grande extensão do que as capturadas pelo scanner de imagem estática. No entanto, o scanner de vídeo era menos preciso do que o scanner de laboratório. ¹³
Aragón, Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. 2016; ¹⁴	Revisão sistemática da literatura	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 6 scanner	As medições inter e intra-arquitetura a partir de modelos digitais produzidos por varreduras intraorais pareceram ser confiáveis e precisas em comparação com as impressões convencionais. ¹⁴
Pulluru, Intraoral Digital Scanners - An Overview. 2018; ¹⁵	Revisao da literatura	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão.	As impressões digitais melhoram a eficácia do tratamento através da redução das visitas, o que seria benéfico para os pacientes em termos de planejamento eficiente e conforto. ¹⁵
Kyung, Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. 2018; ¹⁶	In Vivo	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 2 scanner	Quanto à diferença na direção tridimensional, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois scanners. ¹⁶

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que foi testado e nr scanner intraorais	Resultado
Alikhasi, Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. 2018; ¹⁷	In Vitro	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 1 scanner	As técnicas digitais demonstraram resultados superiores aos métodos convencionais, e a técnica direta foi melhor do que a técnica indireta convencional. O tipo de conexão e o ângulo do implante foram outros fatores que influenciaram a precisão. ¹⁷
Carvalho, Evaluation of the Accuracy of Conventional and Digital Methods of Obtaining Dental Impressions. 2019; ¹⁸	Revisão sistemática da literatura	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão.	Os sistemas de digitalização digital não foram superiores às impressões dentárias convencionais quando se comparam fidelidade, precisão e reprodução detalhada. ¹⁸
Flügge, The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. 2018; ¹⁹	Revisão sistemática e meta-análise da literatura	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão.	Há algumas evidências de que, as impressões convencionais de implantes angulados são significativamente menos precisas do que as de implantes paralelos. As impressões digitais dos implantes angulados, não mostram uma precisão de impressão significativamente diferente da dos implantes paralelos. ¹⁹

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que foi testado e nr scanner intraorais	Resultado
Lo Russo, Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study. 2019; ²⁰	In Vivo	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 1 scanner	O tamanho da diferença medida entre os 2 métodos de impressão não foi estatisticamente significativo e não foi clinicamente significativo para a fabricação de próteses removíveis. ²⁰
Kyoung, Conventional open-tray impression versus intraoral digital scan for implant level complete arch impression. 2019; ²¹	In Vitro	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 1 scanner	As impressões abertas convencionais produziram deslocamentos lineares significativamente menores do que a varredura digital obtida com um scanner intraoral de nível de implante em um modelo de arco completo. ²¹
Cappare, Conventional versus Digital Impressions for Full Arch Screw-Retained Maxillary Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial. 2019; ²²	In Vivo	Varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão. 1 scanner	Os resultados clínicos e radiológicos do grupo experimental suportam a precisão e previsibilidade satisfatória do scanner intraoral para ser uma alternativa confiável na prática clínica para a reabilitação completa do implante do arco e sugerem o fabrico de restaurações definitivas com precisão de ajuste marginal bem-sucedida. ²²

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que foi testado e nr scanner intraorais	Resultado
Renne, Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. 2017; ²³	In Vitro	Varrimento intraoral. 6 scanner	Portanto, para o scanner sextante, o Planscan foi o scanner mais preciso e verdadeiro. Para a varredura completa do arco, os 3Shape Trios foram considerados como tendo o melhor equilíbrio entre velocidade e precisão. ²³
Ahn, Development of Three-Dimensional Dental Scanning Apparatus Using Structured Illumination. 2017; ²⁴	In Vitro	Varrimento intraoral. 2 scanner	A resolução axial dos modelos de nuvem de pontos 3D foi de 100 µm, o que coincide com o passo axial da distância de trabalho do dispositivo de digitalização 3D. ²⁴
Mangano, Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health.2017; ²⁵	Revisao da literatura	Varrimento intraoral.	Os scanners intraorais atuais são precisos o suficiente para a obtenção de impressões para a fabricação de uma variedade de próteses, tanto em dentes naturais como em implantes. ²⁵
Ueda, History of and current situation regarding dental CAD/CAM systems and future perspectives. 2017; ²⁶	Revisao da literatura	Varrimento intraoral.	No campo da medicina dentária, a transição para a tecnologia digital reduzirá o fardo de ter que melhorar procedimentos como a preparação de pilares, a moldagem e o registro maxilo-mandibular. ²⁶

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que foi testado e nr scanner intraorais	Resultado
Mennito, The evaluation of the effect of the scanning path on the truthfulness and accuracy of six intraoral fingerprint systems. 2018; ²⁷	In Vitro	Varrimento intraoral. 6 scanner	O Planmeca Planscan foi determinado como o scanner mais verdadeiro, enquanto o 3Shape Trios foi determinado como o mais preciso para a tomada de impressões sextantes. ²⁷
Edher, The accuracy of virtual interocclusal registration during intraoral scanning. 2018; ²⁸	In Vitro	Varrimento intraoral. 1 scanner	Os contatos oclusais obtidos nas varreduras de registro intermaxilar para varreduras de quadrantes foram mais sensíveis do que nas varreduras de mandíbula completa. ²⁸
Abduo, Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. 2018; ²⁹	Revisao da literatura	Varrimento intraoral. 10 scanner	No entanto, para a scanerização de todo o arco, o exame intraoral é suscetível a maiores desvios. Estudos têm mostrado resultados variáveis de diferentes sistemas de scan intra-orais. Embora a precisão dos sistemas de scan intraoral pareça ser promissora e comparável aos métodos convencionais. ²⁹

Autor, Título, Anho	Tipo de estudo	Que foi testado e nr scanner intraorais	Resultado
Park, Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronal preparations. 2019; ³⁰	In Vitro	Varrimento intraoral. 6 scanner	Não foi encontrada uma diferença significativa entre dentes com diferentes preparações de inlay. Erros de varredura foram observados com mais frequência na área cervical. As varreduras de geometrias de cavidades mais complexas geralmente mostraram um maior desvio ³⁰
Di Fiore, Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. 2019; ³¹	In Vitro	Varrimento intraoral. 8 scanner	A análise de distância 3D mostrou uma boa relação linear entre erros e distância de digitalização e offset apenas com True Definition e CS3600. Nem todos os scanners são adequados para impressões digitais em próteses dentárias de arcada completa fixas suportadas por implantes e o peso dos arquivos de saída é independente da precisão dos scanners intraorais. ³¹
Bocklet, Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression systems using human maxilla model. 2019	In Vitro	Varrimento intraoral. 7 scanner	O tipo de substrato afeta a precisão geral das varreduras intraorais, sendo a dentina a mais precisa e o esmalte a menos precisa. Os quatro substratos digitalizados tiveram um impacto sobre a veracidade de todos os dispositivos de digitalização intraoral. ³²

4.1.1: Impressões digitais Vs impressões convencionais

Segundo os artigos que selecionamos, em que comparam as impressões digitais com as impressões convencionais, em 2015 Ye-Kyu Rhee et al. compararam a varrimento intraoral com técnicas convencionais de impressão usando sobreposição tridimensional. Uma escala de cores foi usada para ver a maior diferença entre a scannerização intraoral e a impressão em arco duplo ($P < 0,05$).¹¹

Na análise tridimensional, a maior diferença foi observada entre o exame intraoral e a impressão de arco duplo, enquanto a menor diferença foi observada entre o arco duplo e a impressão de arco pleno.¹¹ Os desvios bidimensionais e tridimensionais entre o scanner intraoral e a impressão em arco duplo foram maiores do que a impressão em arco completo e a impressão em arco duplo ($P < 0,05$). O segundo pré-molar mostrou-se significativamente maior do que o segundo molar em desvios tridimensionais ($P > 0,05$).¹¹

No entanto, Jan-Frederik Güth et al. estudou um novo método para avaliar a precisão das impressões digitais de arco completo in vitro. Ele usou um modelo de mandíbula inferior com uma barra metálica reta entre os segundos molares de ambos os quadrantes foram digitalizados diretamente com um scanner intraoral (True Definition) e indiretamente digitalizado (D810) um modelo de gesso de uma impressão convencional. A barra foi medida numa máquina de medição por coordenadas e serviu como referência. Em relação ao comprimento da barra, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.¹²

Em vista do deslocamento linear, o D810, mostrou valores significativamente maiores de True Definition no eixo Y ($p = 0,003$) e no eixo Z ($p = 0,040$). Em relação à medição do ângulo, a True Definition apresentou valores significativamente menores do que D810, para α -overall ($p = 0,006$) e para α coronal ($p = 0,005$)[18]. Este estudo in vitro mostrou que os sistemas de varrimento intraoral parecem mostrar a mesma precisão ou até maior que a impressão convencional, com posterior digitalização indireta.¹²

Marwa Shembesh em 2016 fez uma comparação in vitro do ajuste marginal das restaurações dentárias de 3 unidades fixas de zircônio obtidas de scanners digitais intraorais (Lava True Definition, Cadent iTero), a digitalização de uma impressão de silicone convencional e o master cast resultante com um scanner extraoral (3Shape lab scanner). As impressões do modelo de referência foram obtidas utilizando quatro sistemas de

impressão (n = 10), grupo 1 (varredura de impressão), grupo 2 (varrimento de modelo de gesso), grupo 3 (Cadent iTero) e grupo 4 (Lava True Definition). Depois as unidades de óxido de zircônio de três unidades foram moídas. ⁴

Eles obtiveram os seguintes resultados: As rejeições marginais médias para os dados registrados do mais alto para o mais baixo foram 81,4 µm (6,8) impressões de silicone, 62,4 µm (5,0) Cadent iTero scan, 50,2 µm (6,1) master cast scan, e 26,6 µm (4,7) Lava True definition scan. A ANOVA unidirecional revelou diferenças significativas ($p < 0,001$) na diferença marginal média entre os grupos. Os testes HSD de Tukey mostraram que as diferenças entre todos os grupos (impressão de silicone, master cast scan, Lava True definition scan, iTero Cadent scan) foram estatisticamente significativas (todos $p < 0,001$). Com base no critério 120 µm como limite de aceitação clínica, todos os valores de discrepância marginal de todos os grupos foram clinicamente aceitáveis. ⁴

Eles concluíram que, a discrepância marginal de todas as técnicas de impressão estava dentro do limite de aceitação clínica (120 µm). O grupo 4 (Lava True Defintion) apresentou a menor diferença média entre todos os grupos, seguido pelo grupo 2 (stone cast scan), grupo 3 (Cadent iTero) e grupo 1 (impression scan); essas diferenças foram estatisticamente significativas. ⁴

Il-Do Jeong et al. (2016) publicaram um estudo in vivo sobre a precisão do modelo de arco completo usando um scanner de vídeo intraoral. Um modelo idêntico foi digitalizado 8 vezes usando um scanner de vídeo intraoral (CEREC Omnicam; Sirona) e um scanner de imagem fixa intraoral (CEREC Bluecam; Sirona), enquanto os modelos de gesso de impressões convencionais do mesmo modelo foram digitalizados 8 vezes usando um scanner de luz azul como controle (Identica Blue; Medit). ¹³

Para avaliar a precisão, 8 varreduras foram sobrepostas usando software de análise tridimensional; os dados da varredura de referência foram então sobrepostos para determinar a veracidade. As diferenças foram analisadas através de testes ANOVA de 1 via e testes HSD pós hoc Tukey ($\alpha=0,05$). A veracidade no grupo do scanner de vídeo não foi significativamente diferente da do grupo de controle. No entanto, o grupo de scanner de vídeo apresentou valores significativamente inferiores aos do grupo de scanner de imagem estática para todas as variáveis ($P<0,05$), exceto na faixa de tolerância. ¹³

A média quadrática, os desvios padrões e os valores médios negativos de precisão para o grupo de vídeo scanner foram significativamente maiores do que os dos outros grupos ($P < 0,05$). Concluíram, portanto, que as impressões digitais obtidas pelo scanner de vídeo intraoral mostraram uma melhor precisão para áreas de grande extensão do que as capturadas pelo scanner de imagem estática. No entanto, o scanner de vídeo era menos preciso do que o scanner de laboratório.¹³

Mônica L. C. Aragón em 2016 fez uma revisão sistemática da literatura sobre a validade e confiabilidade dos scanners intraorais em comparação com as medidas dos modelos convencionais de gesso. Quatro artigos foram incluídos na síntese qualitativa. Os scanners avaliados foram OrthoProof, Lava, iOC intraoral, Lava COS, iTero e D250. Estes estudos avaliaram a fiabilidade das larguras dos dentes, as medidas do relatório Bolton e a sobreposição de imagens.¹⁴

Dois estudos foram classificados como de baixo risco de distorção; um tinha um risco moderado de distorção e o outro um alto risco de distorção. Apenas um estudo avaliou o tempo necessário para completar os procedimentos clínicos e a opinião do paciente sobre o procedimento. Os pacientes relataram sentir-se mais confortáveis com o método convencional de impressão dentária.¹⁴

Limitações: Os custos associados não foram considerados em nenhum dos estudos incluídos. As medições inter e intra-arquitetura a partir de modelos digitais produzidos por varreduras intraorais pareceram ser confiáveis e precisas em comparação com as impressões convencionais. Esta avaliação aplica-se apenas aos modelos de scanner intraoral considerados nos estudos incluídos no final.¹⁴

Mounika Pulluru na sua revisão afirma que muitos estudos comparam a precisão dos modelos produzidos por scanners intraorais e técnicas convencionais de impressão. A maioria deles concluiu que a precisão é igual à das técnicas convencionais e poucos estudos concluíram que as impressões digitais são mais precisas e demoram menos tempo do que as técnicas convencionais. O equipamento digital é muito caro e requer um operador treinado e suporte laboratorial atualizado para operar e manter o dispositivo. Os brackets colados no lado lingual dos dentes reduziram a precisão das medidas de largura dos maxilares que potencialmente causariam erros clínicos significativos e, portanto, um scanner deve ser selecionado para produzir uma imagem precisa e verdadeira.¹⁵

Além disso, os scanners digitais intraorais ajudam a melhorar a eficiência da prática e a experiência do paciente melhor do que as impressões convencionais de alginato e PVS (Vinyl polysiloxane). As impressões digitais melhoram a eficácia do tratamento através da redução das visitas, o que seria benéfico para os pacientes em termos de planejamento eficiente e conforto. Com estas muitas vantagens e benefícios, é provável que a impressão digital seja um procedimento de rotina num futuro próximo e com poucas melhorias esta técnica seria amplamente utilizada no mundo dentário.¹⁵

A comparação de dois scanners intraorais baseados na análise de superfície 3D foi feita por Kyung-Min Lee em 2018. Trinta e dois participantes foram submetidos a exames intraorais com scanners TRIOS e iTero, bem como a impressões convencionais de alginato. As varreduras obtidas com os dois scanners intraorais foram comparadas entre si e também foram comparadas com as varreduras do modelo correspondente através da análise tridimensional da superfície.¹⁶

As diferenças médias entre as duas varreduras de superfície intraorais foram avaliadas por mapeamento de cores. As diferenças médias entre os dois scanners intraorais foram de 0,057mm na maxilla e 0,069mm na mandíbula. Os histogramas coloridos mostraram que os desvios locais entre os dois scanners ocorreram na área posterior. Quanto à diferença na direção tridimensional, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois scanners.¹⁶

“Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type” é o título do estudo realizado por Marzieh Alikhasi, em 2017. Como modelo de referência foram utilizados dois modelos feitos de resina acrílica maxilar desdentada com duas conexões diferentes de implantes (internos ou externos). Cada modelo tinha dois implantes anteriores retos e dois posteriores angulados. Noventa impressões foram feitas com um scanner intraoral (Trios 3Shape) com corpos de digitalização para a impressão digital, uma moldeira aberta personalizada com silicone adicional para o grupo direto convencional e uma moldeira fechada personalizada com silicone adicional para o grupo indireto convencional de modelos internos e externos, respetivamente.¹⁷

Houve diferenças significativas na distorção angular e linear entre três grupos de impressão ($P < 0,001$), diferenças na distorção angular entre conexões internas e externas ($P < 0,001$), e

entre implantes retos e inclinados para distorção linear ($P < 0,001$) ou angular ($P = 0,002$). O tipo e ângulo de conexão do implante não teve efeito sobre a distorção linear e angular da técnica digital ($P > 0,05$).¹⁷

A distorção angular e linear mínima foi observada para implantes inclinados em grupos digitais ($0,36 \pm 0,37$ e $0,16 \pm 0,1$ mm). Assim, as técnicas de impressão (digital versus técnicas de impressão convencionais) influenciaram a precisão da transferência.¹⁷

As técnicas digitais demonstraram resultados superiores aos métodos convencionais, e a técnica direta foi melhor do que a técnica indireta convencional. O tipo de conexão e o ângulo do implante foram outros fatores que influenciaram a precisão. No entanto, quando a impressão digital foi aplicada, a precisão não foi influenciada pelo tipo de conexão e angulação.¹⁷

Carvalho et al., em 2018, publicou uma revisão bibliográfica na qual avaliou a precisão dos métodos convencionais e de impressões digitais para a obtenção de impressões dentárias. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na principal base de dados de saúde da PUBMED, onde foram coletados os trabalhos publicados entre 2008 e 2018. Através de uma revisão da literatura, obteve os seguintes resultados: a etapa mais crítica na confecção de uma prótese dentária é a realização de uma impressão. A técnica convencional de impressão consiste em obter uma cópia negativa da situação intraoral que será despejada no gesso, obtendo uma cópia positiva, sobre a qual o trabalho será realizado.¹⁸

Os sistemas de digitalização digital não foram superiores às impressões dentárias convencionais quando se comparam fidelidade, precisão e reprodução detalhada; pelo contrário, foram superiores às impressões convencionais quando se considera o tempo da cadeira clínica, a preferência do paciente e do operador e o conforto do paciente.¹⁸

Flügge et al. (2018) no seu estudo: "The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis". Foi realizada uma pesquisa sistemática na literatura de acordo com as diretrizes do prisma para identificar estudos sobre impressões de implantes publicados entre 2012 e 2017. Setenta e nove estudos foram incluídos para revisão sistemática.¹⁹

As medidas relatadas para precisão são as seguintes: (a) desvios lineares e angulares entre modelos de referência e modelos de teste feitos com cada técnica de impressão; (b) desvios tridimensionais entre os postos de impressão e os corpos de varredura, respectivamente; (c)

adaptação das estruturas suportadas por implantes, avaliadas através da medição da discrepância marginal ao longo dos pilares dos implantes.¹⁹

A meta-análise foi realizada em 62 estudos. Os resultados das impressões convencionais de implantes e impressões digitais mostraram altos valores de heterogeneidade. Há algumas evidências de que, independentemente das várias técnicas de impressão, as impressões convencionais de implantes angulados são significativamente menos precisas do que as de implantes paralelos.¹⁹

As impressões digitais dos implantes angulados, no entanto, não mostram uma precisão de impressão significativamente diferente da dos implantes paralelos. Há evidências de que o protocolo de digitalização tem um impacto na precisão e veracidade das impressões digitais. Com base nos dados atuais, este efeito não pode ser atribuído à experiência do operador.¹⁹

“Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study” de Lo Russo publicado em 2019. Onde foram examinados dez arcos desdentados maxilares e dez arcos desdentados mandibulares.²⁰

Para cada uma delas foram realizadas digitalizações intraorais e, com base nestas digitalizações, foi desenhada e impressa uma moldeira digital personalizada. As moldeiras foram usadas para fazer uma impressão convencional com um material de impressão polissulfureto. A impressão convencional foi scaneada imediatamente usando o mesmo scanner intraoral e pelo mesmo dentista. Arquivos de linguagem intraoral padrão de scanner e scannerização das impressões convencionais correspondentes foram sobrepostos com um alinhamento de dois passos de melhor ajuste em um programa de software de engenharia reversa.²⁰

A distância média de digitalização completa entre a scannerização intraoral e as impressões convencionais ($-0,19 \pm 0,18\text{mm}$) foi significativamente diferente da distância média de varredura aparada ($-0,02 \pm 0,05\text{mm}$), sem diferenças significativas para os arcos maxilar e mandibular. As diferenças entre as digitalizações intraorais e as impressões convencionais foram estatisticamente significativas para digitalizações completas; elas não foram significativas para digitalizações aparadas, exceto para o subgrupo maxilar.²⁰

Portanto, as diferenças 3D entre a digitalização intraoral e as impressões convencionais podem ser atribuídas à física diferente por trás dos 2 métodos de impressão e não aos

defeitos de precisão de um método em comparação com o outro. O tamanho da diferença medida entre os 2 métodos de impressão não foi estatisticamente significativo e não foi clinicamente significativo para a fabricação de próteses removíveis.²⁰

Kyoung Rok Kim et al. em seu artigo, "Conventional open-tray impression versus intraoral digital scan for implant level complete arch impression". Foi feito um modelo mestre com resina epóxi pela duplicação de um modelo desdentado maxilar que tinha 6 réplicas de implante no primeiro molar direito, primeiro pré-molar direito, incisivo lateral direito, incisivo lateral esquerdo, primeiro pré-molar esquerdo e primeiras posições molares esquerdas.²¹

O grupo de impressão convencional forneceu valores mais precisos do que o grupo de scanners intraorais para Dx ($P < .001$), Dy ($P = .029$), Dz ($P < .001$) e DD ($P < .001$). Além disso, o grupo de impressão convencional tinha valores de precisão mais precisos para Dx, Dy e Dz. O grupo de scans mostrou um deslocamento angular estatisticamente maior no plano ZX ($P = .002$), mas a diferença foi de apenas 0,24 graus. Não foram encontradas diferenças entre os 2 grupos para o deslocamento angular no plano XY ($P = .529$).²¹

As impressões abertas convencionais produziram deslocamentos lineares significativamente menores do que a varredura digital obtida com um scanner intraoral de nível de implante em um modelo de arco completo.²¹

Cappare et al., em seu estudo clínico randomizado publicado em 2019 compara impressões convencionais versus digitais para reabilitação maxilar do arco parafusado completo. Os pacientes selecionados para este estudo foram tratados com reabilitação aparafusada com arcada completa, suportada por seis implantes dentários imediatamente carregados. Os pacientes foram agendados aleatoriamente em grupos de controle e teste para um fluxo de trabalho totalmente convencional e totalmente digital, respectivamente.²²

Quatro meses após a colocação do implante, os dois grupos estiveram envolvidos no fabrico das restaurações finais: a impressão convencional foi realizada no grupo controle e as impressões digitais finais foram feitas no grupo teste. Os pacientes foram submetidos a radiografias digitais intraorais para avaliar a precisão da conexão pilar-implante, verificar a existência de vazios na conexão pilar-implante e medir o nível ósseo. Um total de 50 pacientes receberam próteses de carga imediata suportadas por seis implantes (total de 300 implantes).²²

Foi observada uma taxa de sobrevivência protética de 100%. Todos os exames radiográficos digitais revelaram uma precisão de conexão pilar-implante e nenhum vácuo. Foram encontradas diferenças estatisticamente insignificantes ($p > 0,05$) na perda óssea marginal entre os grupos controle e teste. Muito menos tempo foi necessário para realizar o procedimento de impressão digital ($p < 0,05$).²²

Os resultados clínicos e radiológicos do grupo experimental suportam a precisão e previsibilidade satisfatória do scanner intraoral para ser uma alternativa confiável na prática clínica para a reabilitação completa do implante do arco e sugerem o fabrico de restaurações definitivas com precisão de ajuste marginal bem-sucedida.²²

4.1.2: Comparação de scanners

No que diz respeito à comparação de vários scanners, a literatura que analisámos diz que num estudo, in vitro, baseado em comparações tridimensionais de Walter Renne em 2016, ele avalia a precisão e a fidelidade de 6 tipos de scanner intraoral e um scanner de laboratório tanto em cenários sextantes quanto em arco pleno.²³

Dos scanners intraorais, o Planscan teve a melhor precisão e precisão, enquanto o 3Shape Trios foi considerado o mais pobre para varredura sextante ($P < .001$). A ordem de acurácia para a varredura completa do arco foi a seguinte: 3Shape D800 > iTero > 3Shape TRIOS 3 > Carestream 3500 > Planscan > CEREC Omnicam > CEREC Bluecam. A ordem de precisão para a varredura completa do arco foi a seguinte: CS3500 > iTero > 3Shape D800 > 3Shape TRIOS 3 > CEREC Omnicam > Planscan > CEREC Bluecam.²³

Para o resultado secundário que avalia o tempo de efeito sobre a precisão e a fidelidade, o tempo de varredura do arco completo foi altamente correlacionado tanto com a precisão ($r=0,771$) como com a fidelidade ($r=0,771$). Portanto, para o scanner sextante, o Planscan foi o scanner mais preciso e verdadeiro. Para a varredura completa do arco, os 3Shape Trios foram considerados como tendo o melhor equilíbrio entre velocidade e precisão.²³

O estudo "Development of Three-Dimensional Dental Scanning Apparatus Using Structured Illumination" foi publicado pela Jae Sung Ahn em 2017, que realizou a gravação 3D (costura do modelo 3D) para reconstruir um modelo 3D do modelo dentário, cujas dimensões estavam para além do campo de visão do dispositivo de digitalização.²⁴

Para reconstruir um modelo 3D do modelo dentário a partir de uma sequência de nuvens de pontos 3D, os pontos de digitalização adjacentes do gabinete interativo foram atribuídos

com base nas características distintivas das nuvens de pontos 3D. Utilizaram uma luminária de digitalização 3D baseada em iluminação estruturada e sugeriram um algoritmo simples para a reconstrução 3D. ²⁴

Além disso, realizaram a gravação 3D dos modelos de nuvens de pontos 3D de cada ponto de digitalização para construir um modelo 3D do modelo de gesso dentário. Com este dispositivo de digitalização 3D, eles reconstruíram modelos de nuvens de pontos 3D de um modelo de gesso dentário. A resolução axial dos modelos de nuvem de pontos 3D foi de 100 µm, o que coincide com o passo axial da distância de trabalho do dispositivo de digitalização 3D. ²⁴

Em 2017 Mangano revendo a literatura analisou 132 estudos e concluiu que as impressões ópticas reduzem o desconforto do paciente; os scanners intraorais são eficientes em termos de tempo e simplificam os procedimentos clínicos para o dentista, eliminando modelos de gesso e permitindo melhor comunicação com o técnico dentário e os pacientes; entretanto, com os scanners intraorais, pode ser difícil detectar linhas de margem profundas em dentes preparados e/ou em caso de sangramento, há uma curva de aprendizagem, e há custos de aquisição e manutenção. ²⁵

Os scanners intraorais atuais são precisos o suficiente para a obtenção de impressões para a fabricação de uma variedade de próteses (incrustações/onlays, estruturas, coroas simples e próteses parciais fixas) tanto em dentes naturais como em implantes; além disso, podem ser usados para o desenho de sorrisos e para a fabricação de pinos e núcleos, próteses parciais removíveis. ²⁵

A literatura até agora não apoia o uso de scanners intraorais em restaurações de longo prazo com dentes naturais ou implantes. Enfim, o scanner intraoral pode ser integrado em implantologia para cirurgia guiada e em ortodontia para o fabrico de alinhadores e dispositivos feitos sob medida. ²⁵

Yasuo Ueda e Taihiko Yamaguchi publicaram um estudo intitulado "History of and current situation regarding dental CAD/ CAM systems and future perspectives". Onde concluíram que o efeito positivo da inovação tecnológica resultante da digitalização deve ser considerado, ou seja, que a carga de trabalho manual será reduzida e as pessoas serão capazes de se concentrar em coisas mais essenciais. ²⁶

No campo da medicina dentária, a transição para a tecnologia digital reduzirá o fardo de ter que melhorar procedimentos como a preparação de pilares, a moldagem e o registro maxilo-mandibular. Espera-se que a transição para a tecnologia digital na medicina dentária permita determinar o estado de oclusão que cada paciente deve ter. ²⁶

Mennito et al. publicaram um estudo em 2018: "The evaluation of the effect of the scanning path on the truthfulness and accuracy of six intraoral fingerprint systems". As impressões foram obtidas utilizando cinco modelos de digitalização diferentes e os modelos digitais resultantes foram sobrepostos a um modelo digital mestre para determinar a precisão de cada scanner a executar cada modelo de digitalização. ²⁷

Além disso, independentemente do modelo de digitalização, cada sistema de impressões digitais foi avaliado quanto à precisão para os outros sistemas da mesma forma. Não foram encontradas diferenças significativas na precisão dos modelos 3D criados com seis modelos de varredura separados, com uma exceção relativa ao CEREC Omnicam. O Planmeca Planscan foi determinado como o scanner mais verdadeiro, enquanto o 3Shape Trios foi determinado como o mais preciso para a tomada de impressões sextantes. ²⁷

Edher et al. estudou a precisão do registro virtual intermaxilar durante a varredura intraoral. Em cada sextante de modelos mestre de zircônio montados, foram identificados três locais de proximidade e três locais de desobstrução. Os contatos no software do scanner intraoral apresentaram uma sensibilidade 92,86% maior e um valor preditivo negativo de 84,21% em comparação com os contatos detectados pelo software independente que mostrou uma sensibilidade de 69,05% e um valor preditivo negativo de 70,45%. ²⁸

Entretanto, o software de varredura intraoral teve uma especificidade 41,03% menor e um valor preditivo positivo de 62,90% comparado ao software independente, que mostrou uma especificidade de 79,49% e um valor preditivo positivo de 78,38%. ²⁸

Em conclusão, os exames de registro intermaxilar resultaram em diferentes contatos oclusais em diferentes segmentos da arcada dentária. A diferença é mais evidente nas varreduras de arco completo, onde foi observado um efeito de inclinação para o local da varredura de registro intermaxilar. Os contatos oclusais obtidos nas varreduras de registro intermaxilar para varreduras de quadrantes foram mais sensíveis do que nas varreduras de mandíbula completa. ²⁸

“Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors” é o título do estudo publicado pela Abduo em 2018, onde ele diz que as impressões digitais por scanners intraorais se tornaram uma alternativa cada vez mais popular às impressões digitais convencionais. Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar a precisão dos sistemas de digitalização intrabucal disponíveis para impressões dentárias e identificar os fatores que influenciam na precisão. ²⁹

A pesquisa bibliográfica foi concluída para recuperar todos os estudos que estudaram a precisão do scanner intrabucal quando usado para scanear dentes. Os seguintes sistemas foram incluídos na revisão: Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, Cadent iTero, Lava C.O.S., Lava True Definition, TRIOS, TRIOS Color, E4D, Planscan, MHT, Carestream 3500 e Zfx IntraScan. Em comparação com as impressões convencionais, os sistemas de digitalização intraoral podem ser utilizados de forma confiável para fins de diagnóstico e digitalização de curta distância. ²⁹

No entanto, para a scannerização de todo o arco, o exame intraoral é suscetível a maiores desvios. Estudos têm mostrado resultados variáveis de diferentes sistemas de scan intra-orais. Embora a precisão dos sistemas de scan intraoral pareça ser promissora e comparável aos métodos convencionais, eles ainda são vulneráveis a imprecisões. Para a fabricação de próteses, a precisão da scannerização intraoral é melhorada reduzindo o intervalo de scannerização e garantindo que as superfícies scaneadas apresentem o mínimo de irregularidades. ²⁹

Ji-Man Park et al. no estudo, “Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronal preparations” em 2019. Foram obtidas digitalizações de um tyodont bi-maxilar com preparações cavitárias para restaurações inlay no primeiro pré-molar superior, primeiro e segundo molar, segundo pré-molar mandibular e primeiro molar, utilizando 6 scanners intraorais (CEREC Omnicam, E4D, FastScan, iTero, TRIOS e Zfx IntraScan). ³⁰

Os valores de precisão foram menores com FastScan (22,1 µm), seguido por TRIOS (22,7 µm), CEREC Omnicam (23,2 µm), iTero (26,8 µm), Zfx IntraScan (36,4 µm) e E4D (46,2 µm). Em geral, as varreduras digitais do desenho mais complicado da cavidade mostraram um maior desvio. Os mapas codificados por cores mostraram uma discrepância vertical positiva com o E4D e uma discrepância vertical negativa com o Zfx IntraScan, especialmente no piso da

cavidade. Quanto à precisão, o maior valor foi observado com E4D (37,7 μm), enquanto o menor valor foi observado com TRIOS (7,0 μm).³⁰

No entanto, não foi encontrada uma diferença significativa entre dentes com diferentes preparações de inlay. Erros de varredura foram observados com mais frequência na área cervical. Diferentes scanners intraorais e designs de cavidades influenciaram a precisão dos scanners digitais. As varreduras de geometrias de cavidades mais complexas geralmente mostraram um maior desvio. O E4D mostrou o maior desvio tanto em veracidade como em precisão, seguido pelo Zfx IntraScan. O E4D e o Zfx IntraScan pareciam ter uma profundidade de campo mais baixa do que os outros para obter digitalizações para a preparação de incrustações em diferentes alturas.³⁰

Di Fiore et al. na sua publicação de 2019 intitulada: "Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners" ele usa como modelo mestre um modelo de polimetil metacrilato acrílico de um maxilar desdentado com seis pilares de scannerização e suas dimensões foram medidas com uma máquina de medição de coordenadas. Foram utilizados oito diferentes scanners intra-orais para gerar a impressão digital: True Definition, Trios, Cerec Omnicam, 3D progress, CS3500, CS3600, Planmeca Emelard e Dental Wings. Foram realizadas análises tridimensionais (3D) de posição e distância.³¹

O valor médio da análise da posição 3D mostrou que a True Definition (31 μm 8 μm) e os Trios (32 μm 5 μm) têm o melhor desempenho do grupo. O Cerec Omnicam (71 μm 55 μm), o CS3600 (61 μm 14 μm) tem um desempenho médio. O CS3500 (107 μm 28 μm) e o Planmeca Emelard (101 μm 38 μm) têm um desempenho médio-baixo, enquanto o progresso 3D (344 μm 121 μm) e o Dental Wings (148 μm 64 μm) mostram o baixo desempenho.³¹

A análise de distância 3D mostrou uma boa relação linear entre erros e distância de digitalização e offset apenas com True Definition e CS3600. Nem todos os scanners são adequados para impressões digitais em próteses dentárias de arcada completa fixas suportadas por implantes e o peso dos arquivos de saída é independente da precisão dos scanners intraorais.³¹

"Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression systems using human maxilla model" é o estudo publicado em 2019 por Bocklet et al. Sete sistemas de impressões

digitais intraorais foram utilizados para digitalizar uma mandíbula humana. A maxila teve vários dentes restaurados com amálgama e compósito, assim como dentes não restaurados caracterizados pelo esmalte.³²

Além disso, três dentes foram preparados para restaurações de cobertura total para expor a dentina natural. Os substratos foram significativamente diferentes ao considerar os dados de varredura como um todo, bem como ao comparar os dispositivos de varredura intraoral individualmente. Apenas o PlanScan não revelou diferenças de precisão entre os diferentes substratos, enquanto que apenas o Emerald revelou diferenças de precisão entre os substratos.³²

O tipo de substrato afeta a precisão geral das varreduras intraorais, sendo a dentina a mais precisa e o esmalte a menos precisa. Os quatro substratos digitalizados tiveram um impacto sobre a veracidade de todos os dispositivos de digitalização intraoral.³²

4.2 DISCUSSÃO

4.2.1: Materiais de impressões convencionais

No que diz respeito aos materiais de impressão convencionais, o primeiro material de impressão foi desenvolvido em 1937 sob o nome Agar, que é um hidrocolóide reversível com baixa precisão e técnica de manuseio muito complexa. Após a criação desse alginato, que é um hidrocolóide irreversível, que tinha uma desvantagem como a baixa estabilidade dimensional.³³

Em 1950, os polissulfuretos ou mercaptanos foram desenvolvidos para resolver alguns problemas de hidrocolóides. Contudo, estas substâncias tinham um sabor e cheiro desagradáveis que não eram bem aceites pelos pacientes.³³

Em 1965, foi desenvolvido o poliéter, o primeiro material elastomérico desenvolvido especificamente para a medicina dentária. Este material tinha características excelentes, tais como: tempo de fixação relativamente rápido, excelente fluidez e reprodução de detalhes, hidrofílico e alto módulo de elasticidade.³⁴

Então, foram criados silicones de adição e condensação, os silicones de adição têm um alto módulo de elasticidade, excelente resistência ao rasgo e alta estabilidade. Independentemente da precisão dos materiais de impressão, outros fatores podem causar

distorções nos modelos, tais como: a técnica de impressão, as variações de temperatura que os modelos sofrem durante a transferência do consultório para o laboratório.³⁵

As deficiências dos materiais de impressão elastoméricos (impressão convencionais) foram documentadas para apoiar a necessidade de novas e melhoradas técnicas de impressão e assim implementar impressões digitais.³⁶ Os pontos fracos comumente relatados para materiais de impressão elastoméricos incluem sensibilidade técnica, desconforto do paciente, alterações dimensionais após a polimerização, distorção de colher, distorção de gesso e distorção por agentes desinfetantes.³⁷

4.2.2: Scanner intraoral

Tipos de scanner intraoral: Os scanners intraorais digitais se encaixam num de dois sistemas, "sistema fechado" e "sistema aberto", baseados no arquivo digital criado. No sistema fechado o arquivo digital criado pelos scanners intraorais está num formato que funciona apenas com software e com fresadoras ou impressoras do mesmo formato ou empresa. Estes sistemas oferecem apenas uma aplicação clínica específica. No sistema aberto os arquivos podem ser importados para qualquer software CAD, fresadora e impressora. Os arquivos criados são salvos em um formato comumente usado chamado "STL" (Standard Triangulation Language).¹⁵

4.2.3: Métodos de aquisição:

- Triangulação: Nesta técnica são medidas as distâncias e ângulos desde a luz laser até pontos conhecidos. A distância entre a fonte laser e o sensor é conhecida, assim como o ângulo entre o laser e o sensor. Como a luz é refletida pelo objeto, o sistema determina o ângulo de reflexão e portanto a distância da fonte laser à superfície do objeto de acordo com o teorema de Pitágoras. Um fino revestimento opaco em "pó" deve ser aplicado nos tecidos alvo para proporcionar uma dispersão de luz uniforme e previsível.¹⁵
- Imagens confocais paralelas: Projeta luz laser nos tecidos alvo através de um orifício filtrado. Esta pequena abertura na frente do sensor bloqueia qualquer luz de cima ou de baixo do plano de queima. Apenas a luz focada refletida do tecido alvo voltará a entrar no filtro e alcançará o sensor, maximizando a precisão de varredura. Este sistema corta tomograficamente o objeto e reúne milhares de fatias de dados para criar uma imagem completa chamada "Point and stich reconstruction".^{15,38}

- Interferometria do Acordeão (Afi): Ele usa duas fontes de luz para projetar três padrões de luz, chamados "Fringe pattern", sobre dentes e tecidos. Quando um padrão de franja atinge a superfície, ele distorce e assume um novo padrão com base na curvatura única do objeto. A distorção neste padrão de franja é conhecida como "Fringe curvature". Uma câmara de alta definição registra os pontos de dados da superfície da curvatura da franja. Estes scanners têm uma gama dinâmica de brilho superior, permitindo que as superfícies refletoras sejam digitalizadas sem revestimento em pó.^{15,38}
- Vídeo tridimensional em movimento: A imagem trilocular é realizada com uma câmara de vídeo HD. As três pequenas câmaras na lente gravam três vistas precisas do dente. É necessário um leve despoeiramento. Tanto o AFI como o 3D em movimento usam câmaras HD em vez de um sensor para capturar imagens rapidamente em tempo real.
15,38

4.2.4 Sistemas de varredura intraoral:

- Scanner Itero: É o precursor da tecnologia de varredura digital intraoral. Produz imagens digitais sem pó por meio de imagens confocais paralelas. Ele produz um tipo de arquivo de código aberto chamado Land lord. A varredura é feita segurando a sonda num ângulo de 45° com a margem gengival, partindo do mais distal dos molares do quadrante inferior esquerdo e movendo-se mesialmente para capturar tanto a paisagem bucal quanto a oclusal. Este procedimento é repetido no lado lingual. Assim, a varredura é feita a partir dos quadrantes.^{15,38}
- Scanners de definição real: Utiliza a tecnologia de imagem de vídeo 3D em movimento. O operador simplesmente capta a anatomia com a peça de mão e observa-a como uma malha de vídeo 3D acumulada. Durante a varredura, a sonda é mantida a aproximadamente 10 mm da superfície do dente. A varredura é feita em sextantes. A digitalização pode ser feita em qualquer caminho, mas o mais preferível é começar na superfície oclusal posterior do primeiro pré-molar passando de lingual para vestibular e de volta para oclusal. O processo é repetido no sextante anterior, começando com o primeiro pré-molar para garantir que pelo menos um dente se sobreponha.¹⁵
- O Lythos Scanner: Projetado especificamente para a Ortodontia. As superfícies oclusais de todo o arco são primeiro digitalizadas, permitindo que o sistema localize as posições

das imagens capturadas. A vantagem deste método de aquisição é que se a varredura for interrompida, o sistema Lythos "sabe" onde parou uma vez que a sonda foi colocada de volta na boca. Após o exame oclusal, o exame é dividido em quadrantes, começando com o lado vestibular do molar inferior direito. A sonda é movida mesialmente, capturando rapidamente mais dentes em tempo real. ¹⁵

- 3 Shape Trios : Utiliza tecnologia avançada de imagem paralela Confocal. A sonda está equipada com pontas e aquecedor descartável para evitar o embaciamento das lentes. O aspecto mais interessante do software é uma funcionalidade de "preenchimento automático" que pode corrigir automaticamente as áreas de dados em falta. A digitalização a cores também está disponível com estes sistemas. ^{15,38}
- Dental Care Stream Cs 3500: Esta unidade está equipada com tecnologia de varredura "Parallax", uma derivada da imagem confocal paralela. O sistema de orientação de luz ajuda a adquirir dados intraorais completos. Sua característica única é uma conexão USB direta que pode ser conectada a qualquer computador. As pontas de digitalização podem ser esterilizadas e reutilizadas até 20 vezes e existem dois tamanhos de pontas para acomodar crianças e adultos. ³⁸
- Sistema de varredura de cama plana: Ele usa um método sofisticado de triangulação. Não necessita de pó. As pontas são esterilizáveis. A scannerização sem nevoeiro com um espelho aquecido. Software com campo de visão ajustável. Um centro de design baseado em laptop para portabilidade. ¹⁵
- Lava cos: O método utilizado para a aquisição de impressões 3D envolve "Active Wave Front Sampling (AWS)", o que permite a técnica 3D em movimento. A atomização é necessária. ^{15,38}
- Sistemas Sironascerec e Apollo há três sistemas envolvidos:
 - CEREC Omnicam: Produz imagens a cores 2D e 3D e captura impressões em meio e arco completo. A câmara tem uma função anti vibração. Durante a digitalização, a câmara deve ser movida entre 0-15mm na superfície do dente. Não é necessário pulverizar. ³⁸

- CEREC Bluecam: Contém um díodo emissor de luz azul com um comprimento de onda específico, concebido para capturar melhor os detalhes. O pó é necessário para a digitalização.³⁸
- Apollo Di: O sistema está equipado com software APOLLO Di, câmara intraoral APOLLO Di e uma unidade de imagem. A sonda da câmara é movida de 2 a 20 mm na superfície do dente durante a digitalização.³⁸

4.2.5 Discussão final:

Estudos mostraram que uma brecha marginal clinicamente aceitável deve se estabelecer abaixo de 120 μm .^{6,7} Entretanto, não há consenso sobre a discrepância marginal máxima clinicamente aceitável in vivo. Uma ampla gama de valores tem sido relatada na literatura. Esta diferença de valores pode ser atribuída a uma falta de padronização na metodologia de medição. Embora não estatisticamente significativo, o aumento do tamanho da fenda marginal do grupo de impressão convencional pode ser o resultado de uma série de fatores que afetam a precisão da impressão e o trabalho subsequente.^{6,7}

O tipo de moldeira de impressão utilizada pode influenciar a qualidade resultante. As moldeiras de impressão universais, de plástico ou metal, demonstraram aumentar as imprecisões dimensionais em comparação com as moldeiras de impressão individuais. Uma moldeira de impressão personalizada oferece uma vantagem ao proporcionar uma espessura uniforme do material, o que melhora a precisão da impressão resultante. Outros fatores que podem afetar a precisão dimensional de uma impressão estão relacionados com o facto de esta ser suscetível a alterações dimensionais tardias devido a possíveis instabilidades na própria moldeira de impressão e relacionados com o material utilizado.⁴⁰

Para as impressões digitais, os factores que afectam a precisão podem estar relacionados com a tecnologia que cada dispositivo utiliza para capturar os dados. Por exemplo, o scanner iTero utiliza paralelos confocais em um sistema de apontar-e-clicar. O scanner Lava recolhe continuamente dados da frente de onda de amostragem ativa em um sistema de vídeo. Tanto a precisão dos dados capturados como a precisão dos algoritmos utilizados em cada sistema de varredura afetam a precisão geral e, conseqüentemente, a qualidade da impressão.^{23,26}

Outro fator que nem sempre é representado em estudos in vitro é a diferença entre a temperatura ambiente e a cavidade oral (32°C) e como essa diferença pode afetar a precisão

da impressão com a técnica convencional. Outros parâmetros a considerar in vivo são, por exemplo, o fluxo de saliva, possível presença de sangramento gengival, umidade e adesão do paciente.²⁵

Os estudos que foram realizados exames e impressões in vitro em condições laboratoriais ideais e não foram consideradas dificuldades clínicas, como varredura das margens de separação infragengival, contaminação com sangue e saliva ou reações dos pacientes aos procedimentos de varredura (náuseas, vômitos, má adesão).^{14,15}

Os benefícios potenciais do uso da tecnologia CAD/CAM para a fabricação de modelos podem ser resumidos como: 1) aplicação de novos materiais; 2) carga de trabalho reduzida e tempo de entrega mais rápido; 3) redução de custos; 4) maior controle de qualidade; 5) maior reprodutibilidade; 6) criação de bancos de dados atualizados; 7) maior conforto para o paciente.^{14,15}

Isto deve encorajar tanto o técnico dentário quanto o dentista a continuar a pesquisa neste campo promissor, implementando a colheita de dados clínicos, padronizando procedimentos e técnicas e avaliando um acompanhamento sistemático e confiável dos pacientes ao longo do tempo.³¹

5: CONCLUSÕES

A partir deste estudo pode-se concluir que os sistemas de digitalização não são estatisticamente superiores à impressão convencional quando se compara fidelidade, precisão e reprodução de detalhes; no entanto, eles provaram ser superiores às técnicas convencionais em termos de tempo de cadeira, preferência e conforto quer do paciente e também do operador. No entanto, o elevado custo destes sistemas ainda dificulta a sua introdução na realidade clínica.

Não foi possível eleger um scanner melhor do nosso estudo, pois a maioria dos estudos avaliou a precisão e a veracidade em diferentes aplicações clínicas e elegeu vários tipos de scanners como os melhores. Para encontrar o melhor scanner, seria necessário testar diferentes tipos de scanners em diferentes aplicações clínicas (implantes, dentes naturais, amálgamas, pacientes desdentados, preparações de inlay, etc.) no mesmo desenho de estudo.

6: BIBLIOGRAFIA

01: Duret F, Termoz C. Method of and Apparatus for Making a Prosthesis, Especially a Dental Prosthesis. U.S. Patent 4, 5 May 1987; 663,720.

02: Logozzo S, Zanetti E M, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkynen A. Recent advances in dental optics—Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt. Lasers Eng.* 2014; 54(3):203-21.

03: Abduo J, Bennamoun M, Tennant M, McGeachie J. Impact of digital prosthodontics planning on dental esthetics: biometric analysis of esthetic parameters. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):57-64.

04: Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber HP, Zandparsa R. An In Vitro Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. *J Prosthodont.* (2017 Oct); 26(7):581-6.

05: Gallardo Y R, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo M N, Lagana D C, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2018; 119(2), 214-219.

06: Luthardt R G, Kühmsted P, Walter M H. A new method for the computer-aided evaluation of three-dimensional changes in gypsum materials. *Dent Mater.* 2003; 19(1): 19-24.

07: Iwai T, Komine F, Kobayashi K, et al. Influence of convergence angle and cement space on adaptation of zirconium dioxide ceramic copings. *Acta Odontol Scand.* 2008; 66(1): 214-8.

08: McLean J W, Von Fraunhofer J A. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 1971;131(1):107-11.

09: Reich S, Wichmann M, Nkenke E, et al. Clinical fit of all-ceramic three-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems. *Eur J Oral Sci.* 2005; 113(2):174-9.

10: International Organization for Standardization. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 1: General principles and definitions (ISO 5725-1:1994). Berlin: Beuth Ver- lag GmbH; 1997.

- 11: Rhee Y K, Huh Y H, Cho L R, Park C J. Comparison of intraoral scanning and conventional impression techniques using 3-dimensional superimposition. *J Adv Prosthodont.* 2015; 7(6):460-7.
- 12: Guth J-F, Edelhoff D, Schweiger J, Keul C. A new method for the evaluation of the accuracy of full-arch digital impressions in vitro. *Clinical Oral Investig.* 2016;20(7):1487-94.
- 13: Jeong ID, Lee JJ, Jeon JH, Kim JH, Kim HY, Kim WC. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(6):755-9.
- 14: Aragón M L C, Pontes L F, Bichara L M, Flores Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016; 38(4):429-34.
- 15: Pulluru M, Karre D, Swarna Swathi S, Penmetcha S, Sampath R, Sai Prannoy N. Intraoral Digital Scanners - An Overview. *J D S.* 2018; 6(1):38-43.
- 16: Lee K M. Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. *Prog Orthod.* 2018; 19(12):1-6.
- 17: Alikhasi M, Siadat H, Nasirpour A, Hasanzade M. Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. *Int J Dent.* 2018; 2018:3761750.
- 18: Carvalho T F, Lima J F M, Jefferson D, Scalzer L, Vasconcelos G, Zogheib J, Castro L. Evaluation of the Accuracy of Conventional and Digital Methods of Obtaining Dental Impressions. *Int. J. Odontostomat.* 2019; 12(4):368-75.
- 19: Flügge T, van der Meer W J, Gonzalez B G, Vach K, Wismeijer D, Wang P. The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prostheses: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Oct; 29(16):374-92.
- 20: Lo Russo L, Caradonna G, Troiano G, Salamini A, Guida L, Ciavarella D. Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study. *J Prosthet Dent.* 2019; 123(2):264-8.
- 21: Kim K R, Seo KY, Kim S. Conventional open-tray impression versus intraoral digital scan for implant level complete arch impression. *J Prosthet Dent.* 2019; 122(6):543-9.

- 22: Cappare P, Sannino G, Minoli M, Montemezzi P, Ferrini F. Conventional versus Digital Impressions for Full Arch Screw-Retained Maxillary Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(5):1-15.
- 23: Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent*. 2017; 118(1):36-42.
- 24: Ahn JS, Park A, Kim JW, Lee BH, Eom JB. Development of Three-Dimensional Dental Scanning Apparatus Using Structured Illumination. *Sensors* 2017; 17(7):11-20.
- 25: Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017; 17(1):149-73.
- 26: Ueda Y, Yamaguchi T. History of and current situation regarding dental CAD/ CAM systems and future perspectives. *Hokkaido J. Dent. Sci*. 2017; 38 (Special issue):104-10.
- 27: Mennito A S, Evans Z P, Lauer A W, Patel R B, Ludlow M E, Renne W G. Evaluation of the effect scan pattern has on the trueness and precision of six intraoral digital impression systems. *J Esthet Restor Dent*. 2018; 30(2):113-8.
- 28: Edher F, Hannam A G, Tobias D L, Wyatt C C L. The accuracy of virtual interocclusal registration during intraoral scanning. *J Prosthet Dent*. 2018; 120(6):904-12.
- 29: Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2018; 26(3):101-21.
- 30: Park J M, Kim R J Y, Lee K W. Comparative reproducibility analysis of 6 intraoral scanners used on complex intracoronal preparations. *J Prosthet Dent*. 2019; 123(1):113-20.
- 31: Di Fiore A, Meneghello R, Graiff L, Savio G, Vigolo P, Monaco C, Stellini E. Full arch digital scanning systems performances for implant-supported fixed dental prostheses: a comparative study of 8 intraoral scanners. *J Prosthodont Res*. 2019 Oct; 63(4):396-403.
- 32: Bocklet C, Renne W, Mennito A, Bacro T, Latham J, Evans Z, Nash J. Effect of scan substrates on accuracy of 7 intraoral digital impression systems using human maxilla model. *Orthod Craniofac Res*. 2019; 22(1):168-74.
- 33: Baba N Z, Goodacre C J, Jekki R, Won J (2014). Gingival displacement for impression making in fixed prosthodontics: contemporary principles, materials, and techniques. *Dent Clin North Am*. 2014; 58(1):45-68.

- 34: Bauman R, Scarfe W, Clark S, Morelli J, Scheetz J, Farman A. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *Int. Endod. J* 2011; 44(8):752-8.
- 35: Birnbaum N S, Aaronson H B. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend. Contin. Educ. Dent* 2008; 29(8):494-505.
- 36: Winstanley R, Carrotte P, Johnson A. The quality of impressions for crowns and bridges received at commercial dental laboratories. *Br Dent J*. 1997; 183(6): 209-13.
- 37: Schaefer O, Schmidt M, Goebel R, Kuepper H. Qualitative and quantitative three-dimensional accuracy of a single tooth captured by elastomeric impression materials: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2012; 108(3):165-72.
- 38: Fang JH, et al. Development of complete dentures based on digital intraoral impressions case report. *J Prosthodont Res*. 2018; 62(1):116-120.
- 39: Burton JF, Hood JA, Plunkett DJ, Johnson SS. The effects of disposable and custom-made impression trays on the accuracy of impressions. *J Dent* 1989; 17:121-3.

