



UNIVERSIDADE  
FERNANDO  
PESSOA

# COMPARAÇÃO DOS SCANNERS DE SUPERFÍCIE 3SHAPE (FOTOGRAMETRIA) VS PIC DENTAL (ESTEREO- FOTOGRAMETRIA) NA CAPTAÇÃO DE IMPLANTES EM ARCADAS COMPLETAS

[Comparison of 3Shape® surface scanners (*photogrammetry*) vs PIC Dental® (*stereo-photogrammetry*) in the capture of implants in complete dental arches]

Dissertação de Mestrado em Medicina Dentária

Abigail Alfredo Rojas Villegas

Orientador: Doutor Pedro Jorge Gonçalves Pereira

ABRIL 2024



Abigail Alfredo Rojas Villegas

**Comparação dos scanners de superfície 3Shape® (Fotogrametria) vs PIC Dental®  
(Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Medicina Dentaria  
Porto, 2024

Abigail Alfredo Rojas Villegas

**Comparação dos scanners de superfície 3Shape® (Fotogrametria) vs PIC Dental®  
(Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.**

*Trabalho apresentado à Universidade Fernando  
Pessoa como parte dos requisitos para a obtenção  
do grau de Mestre em Medicina Dentária.*

*Atesto a originalidade do trabalho,*

---

Abigail Alfredo Rojas Villegas

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho à minha família, a começar pela minha esposa Elizabeth, que sempre confiou em mim estando sempre nas boas e nas más; acompanhando cada passo neste novo percurso que começo com esta mudança de vida a um novo continente e país à procura de uma nova qualidade de vida na Europa. Demonstrando que juntos somos capazes de enfrentar qualquer missão que a vida nos imponha. A minhas filhas Samantha e Valentina por ser esse incentivo, energia e vitamina que desde sua ingenuidade impulsionam a querer um melhor porvir para elas e para todos nós como família.

A minha mãe e ao meu pai que desde a distância sempre aportaram o estímulo e fortaleza suficiente para poder seguir adiante, com foco, paciência e resiliência. A minhas irmãs por também estar sempre presentes.

Não poderia deixar de abrir um parágrafo em homenagem aos professores que tive desde meus começos na minha querida faculdade, se nombrar a todos aqueles que marcaram minha vida no profissional e ao nível pessoal seguramente faltariam nomes, por tanto, por agora basta a lembrança de saber que muitos de vocês estão no me coração e muitos vigentes na minha cabeça pela oportunidade que tive al receber tão valiosos ensinamentos. Desde os da minha primeira faculdade na odontologia em Caracas - Venezuela, na Universidade Santa Maria (USM), onde descobri o que seria ser, um odontólogo, dentista, com ética, com as responsabilidades e missões deste grande ofício.

Aos grandes doutores das minhas pôs - graduações: cirurgia oral e implantologia, reabilitação oral e estética e diferentes cursos de educação continua. E neste momento aos doutores e profissionais que compõem a equipe académica do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa (UFP) em Porto - Portugal, faculdade onde vou obter meu título do MMD ao culminar 18 meses na Mestrado Integrado em Medicina Dentaria (MIMD) para assim poder seguir exercendo meu ofício agora no continente europeu. A qualidade humana além da profissional que tive na UFP e o que mais valorizo durante este ano e meio de ensinamento, sempre foi respeitado e tratado de maneira muito profissional por parte da equipa médica e professores das diferentes cadeiras letivas. A meus colegas da turma

2022 com quem lutei para conseguir este objetivo, com menção especial a Danielle Nava, Igor Tiago Martins, Gabriel Silveira Pinto Brandão e Ceidis Zulema Hernandez Carralero, que foi minha binômia e grande apoio durante este percurso ao nível emocional, energético e espiritual, juntos ultrapassamos todas as provas que colocaram a nossa frente podendo assim concluir com êxito todas as cadeiras e aulas clínicas.

Dedico também este trabalho, A mim, a minha perseverança, foco, energia, horas de leitura até as tantas, a meu grande esforço durante todo este tempo ao ser estudante trabalhador em um país que não é o meu, a minha resiliência fora da zona de conforto que finalmente vai a representar o início de uma nova etapa em minha carreira pessoal e profissional.

Por último e não menos importante, a meus amigos, irmãos e colegas de vida na Venezuela que estiveram sempre presentes, atrás de meu percurso, assim também a todos meus novos amigos e colegas deste grande e querido país que confiaram e apostaram a ganhar a este humilde servidor.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a mim mesmo por ter finalizado este processo que além de complexo, puxo muito de mim e de minhas capacidades para poder lograr tudo o que foi proposto. Ter confiança em mim, ser fiel a mim mesmo ao planejar e executar foram as ações que me permitiram chegar a este ponto. Também aos meus suportes, minha esposa, amiga e companheira Elizabeth e minhas filhas Samantha e Valentina, que deram a energia fundamental e impulso mental que foi necessário para levar isto ao final, acredito que sem elas a opção desistir estava sempre à vista. Sem dúvida nenhuma não é um processo simples, deixar teu país, família, clínica, amigos, colegas e iniciar uma nova vida noutro país, por que para tal coisa é preciso criar um novo caminho em um ambiente que pode ser muitas vezes hostil, desonesto, cruel entre outras coisas. Mais a fé em Deus e aproveitando as oportunidades que vão saindo assim como também aqueles pequenos sinais e decisões no nosso caminho nos guiam para uma melhor qualidade de vida sabendo que nossa profissão será sempre parte fundamental para isto. Emigrar representa uma grande quebra na zona de conforto, é aqui justamente onde surgem as grandes conquistas.

À minha mãe e ao meu pai, por terem me dado as ferramentas necessárias para poder enfrentar toda classe de situações na minha vida, pois tive o privilégio de ter sido criado em um ambiente favorável com boas condições de educação. Foi por eles que pude fazer minha carreira profissional na Venezuela na Universidade Santa Maria, em Caracas, onde morei sozinho por 7 anos. Esse grande esforço por parte deles me deu as ferramentas para brilhar em lo que ao dia de hoje mais adoro fazer na vida, Dentaria. Trabalhar sempre desde a ética e tratar a cada paciente integralmente me deu a oportunidade de ser observado pela minha ordem como líder de opinião o que foi logo o reconhecimento HONOR AL MÉRITO 9 anos após minha graduação, Prêmio que se outorga a um Odontólogo ao ano.

Agradeço também a toda equipa de funcionários da Universidade Fernando Pessoa quem garante com sua presença a execução deste programa de formação para profissionais extracomunitários. Em especial aos professores que compõem o corpo acadêmico do Mestrado Integrado em Medicina Dentária. Gostaria de expressar minha gratidão a Dra. Liliana Daniela Gavinha da Costa, Dr. Tiago Filipe dos Santos Sousa Reis

Faria, Dra. Cláudia Maria Rebelo Barbosa por além de ser excepcionais profissionais também faz com que a UFP seja uma casa mais confortável durante todo este tempo através do respeito, motivação e bom trabalho.

Agradeço também enormemente ao Dr. Pedro Jorge Gonçalves Pereira quem é uma pessoa íntegra, carismática, alegre, que tive a oportunidade de conhecer neste percurso universitário e que tenho o privilégio de ter como meu orientador neste trabalho de conclusão o qual aceitou dedicar-se e assim contribuir nesta orientação acadêmica. Siga um forte abraço.

Por último, registo também, meus agradecimentos ao Dr. Vinicius Fernandes Lino, quem me deu a oportunidade de poder executar minhas cadeiras em horários de trabalho sem dificultar minha vida, uma pessoa que sempre está a puxar por mim e que aposta no meu futuro e da minha família e a quem inclusive poderia olhar como um pai neste país. Sem sua ajuda, orientação, paciência e experiência não seria possível.

A todos meus colegas do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, turma para profissionais extracomunitários. Colegas que atualmente são parte de aquela família que vamos criando na nossa vida, muitos deles amigos ao dia de hoje.

Apenas os que mergulham neste processo, sabem os desafios e as renúncias vividas, contar com uma turma como a que tive para dividir os momentos, apoiar e receber apoio sem dúvidas faz toda a diferença no processo.

## Resumo

O uso do CAD/CAM na área da Medicina Dentária está altamente estabelecido em reabilitações unitárias, e parciais fixas, oferecendo uma alta precisão neste sentido. Não obstante, o uso do scanner intraoral e a tecnologia *stereo-photogrammetry* é cada vez mais usada na realização de impressões digitais em reabilitações totais sobre implantes. O sistema 3Shape® TRIOS é um scanner intraoral utilizado na medicina dentária para obter impressões digitais de superfície como são os tecidos moles e duros bucais. Por outro lado, o PIC Dental® permite a captação da posição dos implantes como scanner extraoral, por meio da tecnologia estéreo-fotogramétrica.

Minha motivação para elaborar esta dissertação tem como objetivo principal realizar uma revisão bibliográfica acerca das vantagens e desvantagens do uso dos sistemas de captação de imagens PIC Dental® e o 3Shape® TRIOS, comparando suas indicações e resultados. Além do mais, será elaborado e recomendado um protocolo prático do uso combinado de ambos os sistemas para a captação de implantes em casos de reabilitações totais.

As bases de dados utilizadas foram a PubMed, ScienceDirect e LILACS, seguindo as normas de PRISMA. Como critérios de inclusão, foram usados apenas artigos na língua inglesa e que tivessem sido publicados num intervalo de tempo de 12 anos, ou seja, 2011 a 2023 inclusive. Foram selecionados artigos que tivessem as seguintes tipologias: pesquisa randomizada, revisão sistemática, estudo de caso, relatos de caso e capítulos de livro. Quanto aos critérios de exclusão, foram excluídos artigos que não estivessem dentro do intervalo de tempo estipulado, além de repetir-se em mais de uma base de dados e não terem relação com o tema desta revisão.

Conclui-se que a integração dos dois sistemas pode superar as limitações do sistema PIC Dental®. Embora o sistema mencionado seja superior ao 3Shape® TRIOS em termos de precisão, deve ser utilizado em combinação com o 3Shape® TRIOS para a colocação dos *scans markers* na malha de superfície, a fim de alcançar uma qualidade superior nas capturas e, conseqüentemente, uma maior precisão na confecção das próteses num ambiente digital como é o CAD CAM.

**Palavras-chave:** “PICDental”; “3Shape”; “*digital impression*”; “*stereo-photogrammetry*”.

## Abstract

The use of CAD/CAM in the field of Dentistry is highly established in single and partial fixed rehabilitations, offering a high precision in this sense. Nevertheless, the use of the intraoral scanner and stereo-photogrammetry technology is increasingly used in the performance of fingerprints in total implant rehabilitations. The 3Shape® TRIOS system is an intraoral scanner used in dentistry to obtain surface fingerprints such as soft and hard oral tissues. On the other hand, the Dental® PIC allows the capture of the position of the implants as an extraoral scanner, by means of stereo-photogrammetric technology.

My motivation for writing this dissertation has as its main objective to carry out a literature review about the advantages and disadvantages of the use of the PIC Dental® and 3Shape® TRIOS image capture systems, comparing their indications and results. In addition, a practical protocol for the combined use of both systems for the capture of implants in cases of total rehabilitation will be developed and recommended.

The databases used were PubMed, ScienceDirect and LILACS, following the PRISMA standards. As inclusion criteria, only articles in English and that had been published within a time interval of 12 years, i.e., 2011 to 2023 inclusive, were used. Articles with the following typologies were selected: randomized research, systematic review, case study, case reports, and book chapters. Regarding the exclusion criteria, articles that were not within the stipulated time interval, in addition to being repeated in more than one database and not being related to the theme of this review, were excluded. It is concluded that the integration of the two systems can overcome the limitations of the Dental® PIC system.

Although the mentioned system is superior to the 3Shape® TRIOS in terms of accuracy, it should be used in combination with the 3Shape® TRIOS for the placement of the scan markers on the surface mesh, in order to achieve a higher quality in the captures and, consequently, a greater precision in the making of the prostheses in a digital environment such as CAD CAM.

**Key-words:** “PIC Dental”; “3Shape”; “*digital impression*”; “*stereo photogrammetry*”.

# Índice geral

<b>Dedicatória .....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>vii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice geral.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de tabelas .....</b>	<b>xv</b>
<b>Lista de abreviaturas, siglas, símbolos ou acrónimos .....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Método Digital com Scanner Intraoral .....	2
1.2 Método Digital com Estereo-fotogrametria.....	3
1.3 Passividade dos implantes dentários .....	3
<b>2. Desenvolvimento .....</b>	<b>7</b>
2.1 - O fluxo digital e a Medicina Dentária.....	7
2.2 - O uso da fotogrametria na Medicina Dentária .....	10
2.3 - PIC Dental® .....	12
2.4 - 3Shape® TRIOS .....	15
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
3.1 - Resultados .....	20
3.2 - Discussão.....	34
3.2.1 - Protocolo de uso do PIC Dental® combinado com o 3Shape® TRIOS .....	38
<b>4. Conclusão .....</b>	<b>41</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>43</b>



## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Escaneamento intraoral usando um IOS.	6
<b>Figura 2:</b> Pic Dental®.	10
<b>Figura 3:</b> PIC Pro?	11
<b>Figura 4:</b> Página de planeamento de casos	14
<b>Figura 5:</b> Modelo ajustado ao sistema	15
<b>Figura 6:</b> Modelo ajustado ao sistema.	16
<b>Figura 7:</b> Fluxograma apresentando resultados da PUBMED.	18
<b>Figura 8:</b> Fluxograma apresentando resultados da ScienceDirect.	19
<b>Figura 9:</b> Fluxograma apresentando resultados da LILACS	19



## **Índice de tabelas**

**Tabela 1: Publicações selecionadas nos resultados**

24



## **Lista de abreviaturas, siglas, símbolos ou acrónimos**

**µm** - *Micra ou micrômetro*

**KN/m<sup>2</sup>** - *Quilonewton por metro quadrado*

**CAD/CAM** - *Computer-aided design/Computer-aided manufacture*

**PIC** - *Precise Implant Capture*

**STL** - *Standard Tessellation Language*

**PLY** - *Polygon File Format*

**OBJ** - *Wavefront file*

**CNC** - *Computer Numeric Control*

**IOS** - *Intraoral Scanner*

**MMD** – *Mestrado em Medicina Dentaria*

**MIMD** – *Mestrado Integrado em Medicina Dentaria*

**3D** - *Tridimensional*

**PICO** - *Participantes, Intervenção, Comparação, Resultados*

**ISO** - *Organização Internacional de Normalização*

**PG** - *Fotogrametria*

**PIC** - *Captura de Implantes Precisos*

**PRISMA** - *Itens de Relato Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises*

**SPG** – *Estereo-fotogrametria*



## 1. Introdução

Com a constante evolução das técnicas em Medicina Dentária, as próteses totais implanto suportadas representam uma significativa melhoria na qualidade de vida comparativamente com as próteses convencionais, tornando-se a opção de tratamento mais viável para pacientes edêntulos. Um dos principais desafios dessa abordagem terapêutica é a transferência precisa da informação sobre a posição dos implantes para garantir a precisão do ajuste das estruturas protéticas. (Mangano F *et al.*, 2017).

A reabilitação oral envolvendo múltiplos implantes dentários é um dos maiores desafios enfrentados na implantologia. A passividade das reabilitações de uma prótese total fixa pode ser definida como o contacto simultâneo e estável de todas as superfícies sem tensão antes da carga funcional (Richi, *et al.*, 2020).

Fatores como o ajuste de passividade são cruciais para uma longevidade no tratamento e a sua falha pode causar complicações mecânicas como soltura dos parafusos, fratura dos componentes, prótese ou do implante. Para além disso, pode também acarretar na reabsorção óssea marginal, peri-implantite e não integração do implante (Lyu, *et al.*, 2021).

O Glossário de Prótese Dentária, na sua nona edição (2017), define a impressão na medicina dentária como "uma semelhança negativa ou cópia invertida da superfície de um objeto; uma impressão dos dentes e estruturas adjacentes". Em ambiente clínico, o objetivo de uma impressão envolve a transferência das dimensões dos tecidos moles e duros da boca do paciente para um modelo tridimensional. A prótese ou reabilitação protética feita a partir do molde ou modelo virtual criado dessa impressão deve ser o mais próximo possível de uma cópia exata da boca do paciente, (Müller P, *et al.*, 2016). Isso significa que um registo preciso e não distorcido da situação clínica é necessário, seja usando uma técnica convencional ou digital.

Por meio dos últimos desenvolvimentos tecnológicos, a digitalização intraoral (IOS) é uma técnica amplamente usada, mas não é suficientemente precisa para arcadas totais implanto-suportadas. Embora a precisão dos *scanners* intraorais seja reconhecida para coroas unitárias e reabilitações parciais, as impressões em arcadas totais implanto-suportadas não são

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

suficientemente precisas para aplicação clínica, uma vez que, as técnicas convencionais apresentam melhores resultados nesses cenários (Drancourt N, *et al.*, 2023).

Com a introdução desses sistemas digitais, novas abordagens surgiram para obter-se impressões mais precisas, superando o método convencional, que apresenta diversas desvantagens como a lentidão de trabalho, dependente do operador, com muitas influências do transporte e armazenamento, além de ser desconfortável para o paciente (Lee e Galucci, 2014).

A tecnologia de estereofotogrametria pode ser considerada uma alternativa mais precisa e menos complexa do que as técnicas convencionais de impressão, especialmente para o tratamento na reabilitação total implanto suportadas (Revilla-León M, *et al.*, 2020).

A estereofotogrametria apresenta algumas vantagens, uma vez que, o procedimento de aquisição não é influenciado por fatores externos, como a angulação interimplantar, o tipo de corpo do implante, a experiência do operador, o grau de mobilidade dos tecidos moles, o ambiente, a saliva, o sangue, o vapor, o número e posição 3D dos corpos do implante ou a presença de áreas desdentadas etc. (Peñarrocha-Diago M, *et al.*, 2017).

### **1.1 Método Digital com Scanner Intraoral**

As técnicas de impressão digital tornaram-se mais populares na medicina dentária com o surgimento da tecnologia CAD/CAM, (Muller P, *et al.*, 2016). Os *scanners* intraorais, equipados com tecnologia de fotografia ou vídeo digital, permitem capturar diretamente dados a partir de imagens produzidas por uma luz laser refletida nos dentes e nos tecidos moles da cavidade oral, (Garcia-Gil I, *et al.*, 2020).

A partir de *scanners* intraorais (IOS) é possível obter um arquivo STL de todas as estruturas intraorais definindo cada novo ponto 3D capturado sem uma referência fixa aos demais pontos do arquivo STL resultante. O processo de *scanner* de implantes depende da colocação dos marcadores óticos sobre os implantes ou pilares para transferir a suas posições tridimensionais ao sistema digital, o que captura dados brutos como nuvens de pontos. Uma nuvem de pontos é um conjunto de pontos de dados no espaço

onde cada ponto é definido pelas coordenadas X, Y e Z, e corresponde a uma posição na superfície duma forma ou objeto 3D, (Garcia-Gil I, *et al.*, 2020).

## **1.2 Método Digital com Estereo-fotogrametria**

A fotogrametria tem sido amplamente usada em áreas como a topografia, a engenharia naval e a fabricação de automóveis. A fotogrametria foi definida pela *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (2022), como a arte, a ciência e a tecnologia de obter informações confiáveis sobre objetos físicos e o ambiente, através do processo de registro, medição e interpretação de imagens e representações digitais de padrões de energia derivados do sistema de sensores sem contato (Willomitzer F., 2019). Foi também designada, como "ciência de fazer medições a partir de fotografias", a fotogrametria usa dados métricos para determinar as características geométricas dos objetos, bem como sua disposição espacial extraída de imagens fotográficas 2D e/ou 3D (Bratos M, *et al.*, 2018).

a estereofotogrametria é uma forma específica de fotogrametria que implica o uso de duas ou mais imagens tiradas de ângulos diferentes para calcular as dimensões e posições dos objetos num espaço tridimensional. Ao tirar várias imagens de um objeto de diferentes perspectivas, é possível calcular com precisão as coordenadas tridimensionais do objeto e do seu ambiente. A principal diferença entre a fotogrametria e a estereofotogrametria reside no número de imagens usadas e na complexidade do processo de cálculo. Enquanto a fotogrametria pode usar uma ou mais imagens para medir objetos, a estereofotogrametria especificamente requer pelo menos duas imagens para calcular as coordenadas 3D. A estereofotogrametria geralmente oferece uma maior precisão na medição tridimensional devido à capacidade de calcular a profundidade e a distância usando a disparidade entre as imagens estereoscópicas (Smith A, *et al.*, 2019).

## **1.3 Passividade dos implantes dentários**

O conceito de passividade em próteses totais fixas suportadas por implantes refere-se ao estado de contacto simultâneo e estável de todas as superfícies sem que haja tensão antes da carga funcional e, conseqüentemente, não havendo falhas depois que a peça está instalada e em atividade. Por outras palavras, significa que não há fricção axial ou pressão

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

após o início da carga funcional, sem que haja complicações a longo prazo para o tratamento (Flanagan, 2017; Mukhopadhyay, 2021; Richi, *et al.*, 2020; Eid, *et al.*, 2024). Inicialmente, Brånemark, *et al.*, (1977) foram os primeiros a quantificar o ajuste passivo das estruturas de implantes e propuseram que o ajuste não excedesse 10 µm (micras). No entanto, estudos subsequentes, como o de Jemt & Lie (1995), introduziram o teste de resistência ao parafuso e relataram que um desajuste de aproximadamente 150 µm é clinicamente inaceitável.

No entanto, já há relatos de que as discrepâncias da estrutura das próteses suportadas por implantes totais de até 10 µm foram consideradas não passivas assim como também encontram-se em artigos científicos diferenças de interface que variam entre 38 a 345 µm entre implantes e as outras estruturas que consideram como aceitáveis, dependendo dos resultados clínicos. Apesar dos estudos usarem o ajuste com todos os parafusos apertados para as suas medições, acredita-se que as discrepâncias verticais seriam eliminadas, mesmo variando de 30 µm a 500 µm (Abduo, 2014; Alikhasi, *et al.*, 2015).

Para a medição deste ajuste passivo nos implantes dentários, um dos testes mais populares feitos atualmente é o “Teste de Sheffield” ou “Teste de um Parafuso”, que é um teste padronizado para avaliação do ajuste passivo de estruturas suportadas por implantes nos seus moldes ou na boca do paciente. O teste consiste em duas etapas principais, em que a primeira envolve a verificação do ajuste da estrutura usando pressão digital e, em seguida, a avaliação do ajuste ao apertar um dos parafusos ao implante mais distal. Com essa única conexão, toda a estrutura deve ter um ajuste horizontal e perpendicular preciso quando visto sob magnificação. A segunda etapa consiste, no facto de se houver suspeita de discrepância pode ser fechada sob pressão com 13 mm de cera modeladora numa temperatura ambiente de 20 °C, representando uma pressão de 20 KN/m<sup>2</sup>, sem que a cera se distorça. Dessa maneira chega-se à conclusão de que o ajuste passivo é clinicamente satisfatório (Johnson, *et al.*, 2017; Mukhopadhyay, 2021).

A passividade é uma das maiores preocupações na implantologia, esta contribui diretamente para o sucesso a longo prazo do tratamento (Bali, *et al.*, (2020). Por isso que, alguns requisitos devem ser respeitados para que seja possível chegar a esta característica, sendo eles reportados em Buzayan e Yunus, 2014:

- Ajustes da peça protética, no sentido de estar adaptada à oclusão do paciente e respeitando as suas características individuais;
- Manutenção da osseointegração, já que o ajuste passivo é suposto ser um dos principais requisitos para que seja atingida a osseointegração ideal;
- Minimização do desajuste e otimização do ajuste passivo para se atingir as características ideais;
- Boas técnicas de impressão e captação de forma a ser o mais preciso possível, podendo ser usadas técnicas convencionais ou digitais, mas sempre no intuito de obter a maior exatidão possível.

Para que essa passividade seja alcançada, devem ser tomadas medidas definitivas nas impressões, para que haja a garantia de que os eixos de inserção de cada implante estejam de acordo com as suas posições. Ao usar técnicas convencionais de impressão, deve-se sempre ter muito cuidado acerca da manipulação dos materiais, pois, por menor que seja o erro, pode afetar completamente a passividade e, conseqüentemente, o sucesso do tratamento (Mukhopadhyay, 2021).

A falha no ajuste passivo das próteses fixas totais pode levar a complicações tanto mecânicas quanto biológicas. Algumas dessas complicações mecânicas podem ser exemplificadas por: afrouxamento de parafusos, fratura de peças protéticas e falha geral no tratamento protético. Enquanto, nas complicações biológicas, é possível citar perda óssea marginal acentuada, retenção de placa bacteriana fora e dentro das conexões com a subsequente infecção da região. Todos esses fatores levam à falha do tratamento geral, justificando a importância de se ter uma boa noção acerca do correto ajuste passivo dos implantes (Mukhopadhyay, 2021).

Para chegar a uma precisão ainda melhor sobre essa passividade, diversas atualizações vêm sendo feitas para chegar a um nível de trabalho cada vez mais elevado. Dentre as mudanças que ocorreram, a mais significativa foi o desenvolvimento do fluxo digital, conceituado como um sistema de trabalho que facilita a captura na Medicina Dentária, desde registros dos pacientes até à criação de diagnóstico após o processamento dos dados por meio de softwares, incluindo a digitalização intra e extraoral, design e criação assistidos por computador (CAD-CAM - Computer-aided design/computer-aided

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

manufacturing) e a impressão e maquinação em 3D têm revolucionado a prática na medicina dentária (Cicciù, *et al.*, 2020; Kihara, *et al.*, 2020).

A captura digital tem-se tornado possível na aplicação de scanners como uma alternativa às impressões convencionais usando alginato ou vinil polisiloxano. As principais vantagens que podem ser encontradas ao usar os sistemas digitais de escaneamento, incluem sobrepor as limitações normais das impressões usando materiais elásticos, além de ser possível a correção de partes isoladas em que a digitalização não foi muito clara, sendo somado a isso, a redução do tempo de consulta (Kihara, *et al.*, 2020).

Algumas das aplicações que mais levam destaque é justamente na área da reabilitação oral, onde pode-se notar um avanço muito grande quando se trata de uma digitalização intra e extraoral, permitindo uma visualização detalhada e precisa da cavidade oral, sendo combinado com softwares de planeamento. Outra área em que há destaque é na aplicação do CAD-CAM, que permite a criação de peças reabilitadoras com uma grande riqueza de detalhes e personalização (Joda, *et al.*, 2020).

Este trabalho tem como objetivo principal realizar um levantamento bibliográfico acerca das vantagens e desvantagens do uso dos sistemas de captação de imagens PIC Dental® e o 3Shape®, comparando as suas indicações e resultados. Além disso, será montado um protocolo prático do uso combinado dos dois sistemas.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1 - O fluxo digital e a Medicina Dentária

As impressões digitais são um método relativamente novo de captar as posições dos implantes dentários, substituindo as técnicas convencionais de impressões (Marghalani, *et al.*, 2018; Papaspyridakos, *et al.*, 2020).

Não obstante, a fotogrametria é conceituada como o método para realizar medições precisas utilizando pontos de referência em fotografias digitais, sendo introduzida na reabilitação oral com implantes desde os anos 1990 para detecção de adaptação marginal entre a prótese e o implante (Sanchez-Monescillo, *et al.*, 2016; Ma, *et al.*, 2021). Com esta tecnologia, é possível calcular a posição tridimensional ao analisar imagens fotográficas desde diferentes ângulos (Gómez-Polo, *et al.*, 2023).

Com o uso dos *scanners* intraorais (*intraoral scanners* - IOS), é possível fazer a captação dessas imagens a partir de uma fonte luminosa, que são processadas por um software de digitalização (figura 1). Isso ao ser processado por um software vai gerar uma imagem no formato 3D que pode ser num formato *.stl* (Standard Tessellation Language), *.ply* (Polygon File Format) ou *.obj* (Wavefront file) que é usada na fabricação das próteses dentárias (Raico Gallardo, *et al.*, 2017).

A característica mais importante da técnica é sua alta precisão na captura de imagens, sendo uma ótima alternativa às impressões convencionais (Sánchez-Monescillo, *et al.*, 2016).

Além disso, é mencionado na literatura que esses exames digitais reduzem o desconforto do paciente ao não ter de fazer moldagens a cavidade bucal, deixando o trabalho mais eficiente e simplificando o procedimento clínico, além de facilitar a comunicação entre médicos, técnicos e pacientes. Ainda no sentido das vantagens do uso do fluxo digital na Medicina Dentária, também a redução do risco de infecção cruzada pelo contato direto da estrutura oral com a saliva (Mangano, *et al.*, 2017; Papaspyridakos, *et al.*, 2020; García-Gil, *et al.*, 2020; Farhan, *et al.*, 2021).

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

## Figura 1

Escaneamento intraoral usando um IOS.



Adaptado de “Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants”. Pradies, G., Ferreiroa, A., Özcan, M., Giménez, B., & Martínez-Rus, F. (2014). *Journal of the American Dental Association*,

O uso da tecnologia para a fabricação de próteses e restaurações dentárias utilizando os scanners tem sido aplicado desde os anos 1980 e foi rapidamente incorporado em diversas clínicas e estudos desde então. Seus benefícios incluem desde uma melhor aceitação do paciente, menor distorção das impressões, visualização tridimensional do preparo, além da redução do tempo e do custo (Lee e Gallucci, 2013).

As impressões dentais, seja convencional ou digital, tem como objetivo principal a obtenção de dados para a confecção de próteses dentárias ou outros trabalhos na área da reabilitação oral. Dessa maneira, o principal aspecto referido a consideração para a escolha dos sistemas para a impressão digital de tratamentos de reabilitação é a precisão com que a informação é obtida. Essa precisão pode ser definida como o quão próximas as medidas obtidas serão da realidade. (Aswani, *et al.*, 2020; Orejas-Perez, *et al.*, 2022). Essas são tecnologias amplamente usadas na indústria para auxiliar no projeto e na fabricação de produtos (Kihara, *et al.*, 2020). O CAD se refere ao uso de software de computador para criar modelos digitais tridimensionais (3D) ou bidimensionais (2D) de objetos ou sistemas. Esses modelos podem ser utilizados para projetar produtos de forma detalhada, permitindo aos engenheiros e designers visualizarem, analisarem e modificarem os designs antes da produção física. Por outro lado, o CAM envolve o uso de software e hardware para controlar máquinas e processos de fabricação, como CNC (Computer Numeric Control), fresadoras (milling machine), cortadoras a laser, impressoras 3D led ou impressoras 3D a laser (sintering) entre outras. O CAM traduz os dados do projeto CAD em instruções precisas para as máquinas através de um arquivo de

construção (construct info), permitindo a produção automatizada de peças e produtos com alta precisão e eficiência (Peñarrocha-Oltra et al., 2014; Pradíes et al., 2014; Sinada, et al., 2021).

Juntos, CAD e CAM formam um sistema integrado que permite aos fabricantes acelerar o processo de desenvolvimento de produtos, reduzir custos e melhorar a qualidade e a precisão dos produtos finais.

Na medicina dentária, o CAD/CAM é uma tecnologia que revolucionou a forma como os dentistas projetam e fabricam as restaurações dentárias, como coroas, pontes, facetas ou reabilitações totais (Sanchez-Monescillo, *et al.*, 2016; Ma, *et al.*, 2021; Sallorenzo, *et al.*, 2022).

CAD (computer-aided design): O processo começa com a digitalização tridimensional dos dentes do paciente usando scanners intraorais diretamente da cavidade oral ou usando scanners de bancada digitalizando modelos de gesso de origem analógica ou convencional. Com base nesses dados digitais, os dentistas utilizam software CAD específico para projetar a restauração dentária desejada. Eles podem ajustar o tamanho, forma e posição da restauração para garantir um ajuste perfeito e uma estética natural (Kihara, *et al.*, 2020; Aswani, *et al.*, 2020).

O CAD/CAM na medicina dentária oferece diversas vantagens (Pinto, *et al.*, 2023):

- Precisão: Os sistemas CAD/CAM produzem restaurações altamente precisas que se encaixam perfeitamente nos dentes do paciente ou nas conexões sobre implantes.
- Rapidez: O processo digital elimina a necessidade de moldagem convencional e permite a fabricação de restaurações em uma única consulta, economizando tempo para o paciente e o dentista. Para isto é preciso ter um scanner IO.
- Previsibilidade: Os dentistas podem visualizar e ajustar o design das restaurações no software CAD para alcançar resultados estéticos superiores.
- Longevidade e Passividade: As restaurações fabricadas com CAD/CAM são geralmente duráveis e oferecem uma excelente adaptação marginal.

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

CAM (computer-aided manufacturing): Uma vez que o projeto CAD está completo, os dados que podem ser exportados em formato STL, PLY, DCM ou OBJ são enviados para um CNC de uma fresadora ou impressora 3D especializada em medicina dentária. Essas máquinas usam materiais dentários como cerâmica, resinas, compósitos, híbridos ou metais para fabricar a restauração com base no projeto digital. Dependendo do material e do método de fabricação escolhido, a restauração pode ser fresada, impressa ou sinterizada. Fresada a partir de um bloco sólido de um material específico, impressa com o uso de resinas muito específicas com certificações para tal uso, isto é feito camada por camada ou sinterizada com materiais únicos para tal fim (Kihara, *et al.*, 2020; Aswani, *et al.*, 2020).

Em resumo, o CAD/CAM revolucionou a medicina dentaria restauradora, oferecendo a os nossos pacientes restaurações dentárias de alta qualidade de forma mais rápida e conveniente.

## **2.2 - O uso da fotogrametria na Medicina Dentária**

A fotogrametria (*photogrammetry*) é considerada como a ciência que faz medidas através de fotografias, baseada em coordenadas 3D que definem a organização espacial de um objeto, identificando os pontos de referência em diferentes ângulos do mesmo objeto (Bratos, *et al.*, 2018; Stuani, *et al.*, 2019). Esta técnica é capaz de criar uma reconstrução tridimensional de objetos reais pela sobreposição de imagens em 2D e as medidas com as fotografias (Bergin, *et al.*, 2013; Fu, *et al.*, 2017; Stuani, *et al.*, 2019). Esta metodologia tem sido largamente aplicada para mapeamento, sendo usada na engenharia civil para realizar medidas precisas usando apenas fotos como referenciais (Brato, *et al.*, 2018).

Na Medicina Dentária, são realizados estudos com a fotogrametria desde 1987, quando Lamb e McGarrah estudaram a qualidade das distorções marginais das superfícies dentais. Na ortodontia, permite a análise tridimensional das variações do palato ao mesmo tempo em que realiza técnicas de expansão rápida do palato e avalia a movimentação dentária alcançada. Recentemente, também foi relatada sua aplicação no planejamento de cirurgias de implantes dentários. Na área de implantodontia, tem sido utilizado para verificar a precisão de outras técnicas de moldagem, analisando as diferenças entre modelos obtidos com diferentes técnicas e materiais (Peñarrocha-Oltra, *et al.*, 2014).

Dessa forma, a técnica oferece uma alta precisão na medida e qualidade das informações coletadas para as aplicações dentárias, principalmente quando se trata de tratamentos restauradores e protéticos (Pradíes, *et al.*, 2014; Molineto-Mourelle, *et al.*, 2020).

Entretanto, Kihara, *et al.*, (2020), em seu estudo que teve como objetivo a avaliação de diversos scanners intraorais com relação à sua precisão, afirma que, com os avanços tecnológicos, muitos sistemas de impressão 3D e CAD/CAM são capazes de alcançar precisões muito maiores, frequentemente na faixa de 20µm a 50µm. Dessa maneira, Sallorenzo, *et al.*, (2022) considera que uma prótese confeccionada digitalmente tem uma boa precisão quando a margem de erro é inferior a 50µm.

Ao falar do sistema 3Shape, Kihara, *et al.*, (2020), Aswani, *et al.*, (2020) e Sallorenzo, *et al.*, (2022) apresentaram uma precisão média de 49,7µm. Kihara, *et al.*, (2020) compararam diversos sistemas utilizando os dados da veracidade parcial e total, e a precisão parcial e total. Ao mencionar o uso do 3Shape, foi registrado 43,6µm para a veracidade total e 69,2µm para a precisão total, não havendo um valor parcial. Em um estudo realizado por Aswani *et al.* (2020) os dados foram obtidos a partir da comparação entre diversos sistemas, tomando como base pesquisas *in vivo* e *in vitro*, analisando a veracidade e a precisão de cada sistema. Para o sistema da 3Shape, o valor encontrado foi de 47,9µm. Corroborando com as informações adquiridas por Kihara *et al.* (2020). Sallorenzo *et al.* (2022) realizaram uma comparação entre sistemas de IOS, tendo o 3Shape como um dos que foi abordado. Como resultado, foi encontrado 32µm de precisão para esse sistema.

Analisando esses dados, pode-se entender que há um consenso entre os autores que pesquisaram acerca da precisão do 3Shape que há uma média entre 30 e 50µm o que pode significar que há uma boa precisão do sistema, sendo mais alto nos resultados de Kihara *et al.* (2020).

A fotogrametria é considerada como uma técnica viável, sendo alternativa para os métodos convencionais de impressão, oferecendo uma maior precisão e qualidade para os trabalhos confeccionados a partir desta. Além disso, esta tecnologia pode ser menos custosa e mais conveniente do que outras modalidades de criação de imagens em 3D,

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

como são os scanners de laser, o que amplia ainda mais a aplicação desta técnica (Lee e Gallucci, 2014).

Apesar de todas essas vantagens listadas no parágrafo anterior, a *photogrammetry* apresenta algumas desvantagens, como (Pradíes, *et al.*, 2014):

- Custo dos instrumentos, em que é necessário um custo relativamente alto nos equipamentos que são usados para realizar a técnica, especialmente, quando se trata do investimento inicial e sua manutenção.
- Desafios técnicos, quando se fala sobre organizar imagens múltiplas e a reflexão natural do esmalte dentário, sendo necessária a melhoria a partir de um mapeamento mais detalhado.

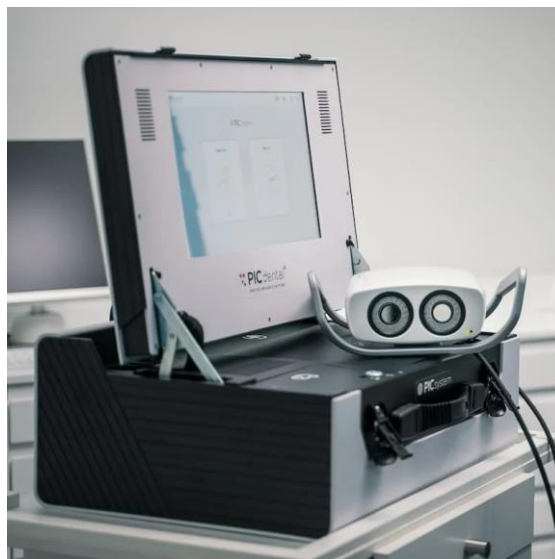
Apesar disso, a técnica é amplamente utilizada e apresenta resultados extremamente favoráveis para o seu uso, principalmente quando se trata na reabilitação oral implanto-suportada (Pradíes, *et al.*, 2014; Lee e Galluci., 2014). Dessa forma, as próximas seções desta tese estão focadas no detalhamento sobre equipamentos que fazem uso desta tecnologia, assim como suas aplicações.

### **2.3 - PIC Dental®**

O *Precise Implant Capture* (PIC) é uma câmera estéreo fotogramétrica que registra as posições dos implantes na boca através da fotogrametria. Esta câmera é composta por dois dispositivos de câmara de carga acoplada (CCD), especificamente projetados e otimizados para uso clínico. Estes dispositivos determinam com precisão a posição dos implantes através da identificação dos pilares aparafusados nos implantes ou na conexão com um código individual único (*PIC Transfers*, PIC Dental®). A câmera está equipada com um LED emissor de infravermelhos que ilumina constantemente o objeto, digitalizando-o e eliminando as sombras que ocorrem com as luzes ambientais. Como se apresenta na figura 2.

## Figura 2

PIC Dental®



Adaptado de PIC system, disponível em: PIC system (picdental.com)

A PIC Dental® captura 50 imagens tridimensionais para cada dois pilares PIC. O sistema é capaz de obter 600 imagens em menos de 60 segundos. Para isso, são tiradas 10 fotos extras por segundo com uma margem de erro inferior a 10  $\mu\text{m}$  (*microns*) (Sallorenzo e Gómez-Polo., 2021). A varredura da câmera PIC Dental® é feita da seguinte forma: o pilar fotogramétrico (*PIC Transfers*) é projetado na forma de uma bandeira com 4 pontos brancos em seu interior em disposição única por bandeira que são projetados para serem reconhecidos por uma câmera estéreo-fotogramétrica. Os pilares PIC (*PIC Transfers*) são posicionados de diferentes formas em cada implante ou conexão para evitar assim a não visualização das características de identificação únicas ao momento da captura. Estes, por sua vez, foram parafusados com um torque máximo de 15N/cm sobre o implante ou sobre a conexão dele.

A câmera PIC® é colocada de 15 a 30 cm de distância da boca dos pacientes com um ângulo máximo de 45° em relação aos pilares PIC com redução da iluminação ambiental se for possível para obter uma melhor varredura (Sallorenzo e Gómez-Polo., 2021). No entanto, os pilares PIC (*PIC Transfers*) não precisam ser usados em uma posição bucal ou lingual específica. Também não é necessário posicionar a câmera estéreo-fotogramétrica alinhada com o pilar e não precisa estar numa posição imóvel, dando alguma liberdade de movimento tanto ao operador quanto ao paciente.

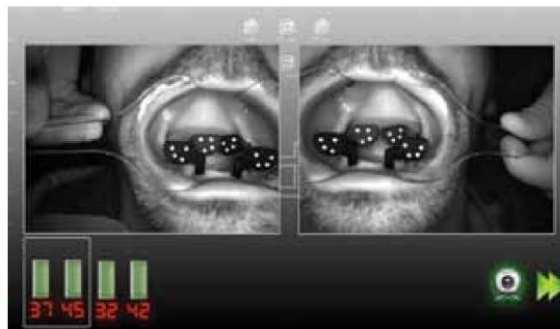
Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

Um computador portátil com software *PIC Pro*® (PIC Dental®, Madrid) gerencia os dados obtidos. O software do sistema calcula o ângulo médio e a distância entre os implantes a partir dessas fotos, obtendo uma posição relativa precisa de cada implante em formato de vetor. Este ficheiro 3D é o *PIC File*® (figura 3) (PIC Dental®, Madrid), que contém todas as informações sobre as posições dos implantes, geometrias, conexões, pilares de cicatrização e parafusos que são então exigidos pelo software CAD/CAM (Agustín-Panadero, *et al.*, 2019).

É importante destacar que o software *PIC Pro*® permite que o paciente mova a cabeça durante o procedimento de impressão sem afetar o processo de digitalização. Se ocorrer algum tipo de movimento na posição dos pilares, o software deteta e alerta o operador. O sistema interrompe o processo para evitar a produção de informações 3D imprecisas; isso garante que apenas arquivos precisos sejam processados (Pradíes, *et al.*, 2014).

### Figura 3

PIC Pro®



Adaptado de “Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants”. Pradíes, G., Ferreiroa, A., Özcan, M., Giménez, B., & Martínez-Rus, F. (2014). *Journal of the American Dental Association*,

Após a obtenção destes primeiros dados, as bandeiras (marcadores digitais) são retiradas e os pilares de cicatrização são colocados para fazer um scan com o IOS. Essa captação também pode ser feita a partir do arco em alginato para obter um modelo de gesso. Logo o modelo de gesso é então digitalizado com um scanner 3D (método *mixed protocol*) e, a partir daí, é obtido um modelo digitalizado em formato *.stl* com topografia e informações sobre os tecidos moles do paciente (Agustín-Panadero, *et al.*, 2019).

Após o registo da posição do implante com uma câmera alinhada e acoplada ao digitalizador e, seguindo as orientações com um software CAD (*DentalCAD*; *Exocad*®) que faz automaticamente um ajuste entre as malhas. Também é possível melhorar o alinhamento através de um registo de três pontos pelo software *Best-fit*, que utiliza um algoritmo que combina o maior número possível de pontos. Todo esse processo é responsável por transferir a posição relativa entre os implantes para o modelo digitalizado que fornece o formato do tecido mole, deixando as interfaces das próteses bem ajustadas com o tecido mole do paciente. O arco antagonista é digitalizado e inserido no software CAD para fornecer referências oclusais (Peñarrocha-Oltra, *et al.*, 2014, 2017; Pradíes, *et al.*, 2014; Gómez-Polo, *et al.*, 2018).

Entre as potenciais vantagens oferecidas pela introdução do CAD no design de estruturas, está a eliminação instantânea de erros, seguida de uma abordagem de fabricação rápida e tempo de fabricação reduzido, repetibilidade inerente e eliminação de variação entre operadores (Romero, *et al.*, 2015).

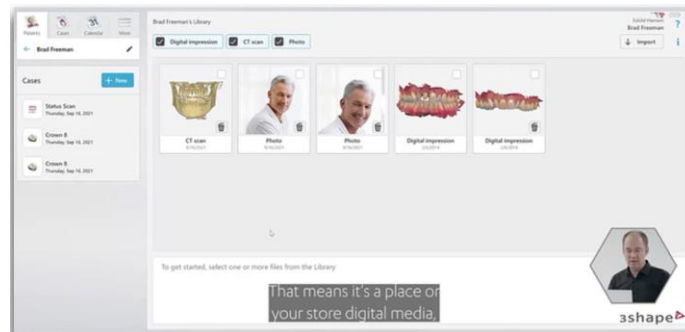
#### **2.4 - 3Shape® TRIOS**

TRIOS é um scanner intraoral que é desenvolvido pela marca 3Shape®, uma empresa especializada em scanners 3D e soluções de software CAD/CAM para consultórios e laboratórios dentários. Os scanners intraorais Trios são conhecidos por sua precisão, facilidade de uso e versatilidade na captura de impressões digitais para diversos procedimentos odontológicos. (Zhang C, *et al.*, 2023) (Hidemichi Kiharaa, *et al.*, 2019) Após a captação da imagem com o IOS, é feito o tratamento do modelo digital no sistema Unite Platform®, que foi lançado em 2021 e tem como objetivo permitir o manejo dos casos com um fluxo fácil de trabalho. Esse sistema apresenta uma interface que é possível reunir todas as informações do paciente, tais como fotos, tomadas radiográficas ou CBCT e as imagens obtidas a partir da captura pelos scanners, em uma única página (figura 4). (Marti AM *et al.*, 2017).

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

## Figura 4

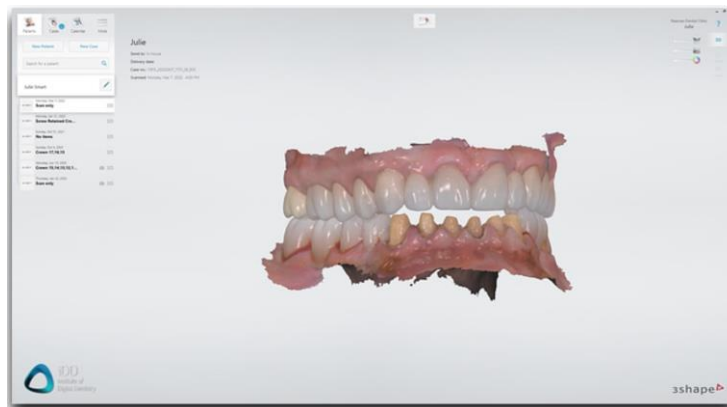
Página de apresentação dos pacientes



Adaptado de TRIOS, disponível em: <https://www.3shape.com/en/software/unite>

Quando se vai começar o caso, o software apresenta um esquema em que o operador irá selecionar qual o trabalho a ser realizado e a região que será trabalhada (figura 5). Dessa maneira, é possível passar para o modo de planejamento, sendo capaz de fazer as alterações desejadas no caso e vendo como será o caso em sua finalização. (Marti AM, *et al.*, 2017). **Figura 5**

Página de planeamento de casos.

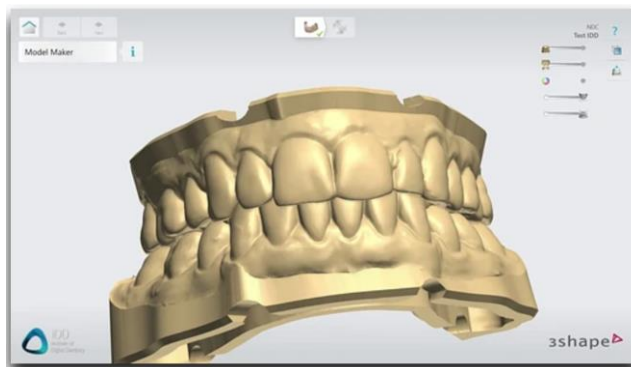


Adaptado de TRIOS, disponível em: <https://www.3shape.com/en/software/unite>

Com o caso planeado e as imagens dos modelos captadas, o software possui um modo de confecção de modelos, onde vai haver a conversão automática dos modelos dentários. Como isso é uma tecnologia automatizada, vai haver a redução da variabilidade que ocorre com diferentes operadores, analisando e montando a imagem em *.stl* (Marti AM *et al.*, 2017). (figura 6).

## Figura 6

Modelo ajustado ao sistema.



Adaptado de TRIOS, disponível em: <https://www.3shape.com/en/software/unite>

O conceito de *scanner* intraoral baseia-se na luz estruturada. Esta técnica de triangulação ativa consiste em projetar uma sequência de faixas alternadas de luz e sombra sobre a superfície de um objeto, seguida pela extração da geometria 3D do corpo através das deformações de cada padrão. A distância entre o *scanner* e a superfície do objeto é então calculada analisando as bordas de cada linha no padrão (Huang R *et al.*, 2020).

o *scanner* intraoral tenha muitas vantagens, a quantidade de junções envolvidas no processo de *scanner* gera um arquivo STL com graus variáveis de imprecisão. Quanto maior o alcance do *scanner*, mais junções são necessárias, o que leva a mais erros, especialmente se o arco estiver edêntulo e não tiver marcos anatômicos distintos ou características distintivas, (Zimmermann C *et al.*, 2022).

Os sistemas IOS têm outras limitações relacionadas ao paciente, ao sistema ótico e ao software de processamento de dados digitais, que podem incluir: a tecnologia de *scanner* e a estratégia de uso, o fluxo salivar e o sangramento do sulco que podem distorcer parte das estruturas dentárias e influenciar negativamente os sistemas de *scanners* intraoral, a acessibilidade da câmara, a luz ambiente, a profundidade do implante, o design e o material dos marcadores óticos (*scanbodies*), (Marti AM *et al.*, 2017).

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

### **3. METODOLOGIA**

Para esta pesquisa, foi elaborada a pergunta de pesquisa: “Quais as principais vantagens e indicações do sistema de captação PIC Dental® e como seria o seu protocolo de uso combinado com o sistema 3Shape®?”.

A partir disso, foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed, ScienceDirect e LILACS, usando as palavras-chave “PIC Dental”, “3shape”, “TRIOS”, “digital impression” e “stereo photogrammetry”, aplicando nos seguintes operadores booleanos: “(PIC Dental) AND (digital impression)”, “(PIC Dental) AND (stereo photogrammetry)”, “(3Shape) AND (digital impression)”, “(3Shape) AND (stereo photogrammetry)”, “(PIC Dental) OR (digital impression)”, “(PIC Dental) OR (stereo photogrammetry)”, “(3Shape) OR (digital impression)”, “(3Shape) OR (stereo photogrammetry)”.

Como critérios de inclusão, foram usados apenas artigos na língua inglesa e que tivessem sido publicados num intervalo de tempo de 12 anos, ou seja, 2011 a 2023. Além disso, foram selecionados artigos que tivessem as seguintes tipologias: pesquisa randomizada, revisão sistemática, estudo de caso, relatos de caso e capítulos de livro.

Quanto aos critérios de exclusão, foram excluídos artigos escritos em idioma não inglês, foram excluídos artigos que não estivessem dentro do intervalo de tempo estipulado, além de se repetirem em mais de uma base de dados e não terem relação com o tema deste trabalho.

O método de PRISMA foi escolhido como metodologia para a orientação e a organização da pesquisa. Esta metodologia é caracterizada como uma ferramenta para apresentar os dados da pesquisa a partir de um fluxograma em que são apresentados os dados de acordo com os critérios de inclusão selecionados.

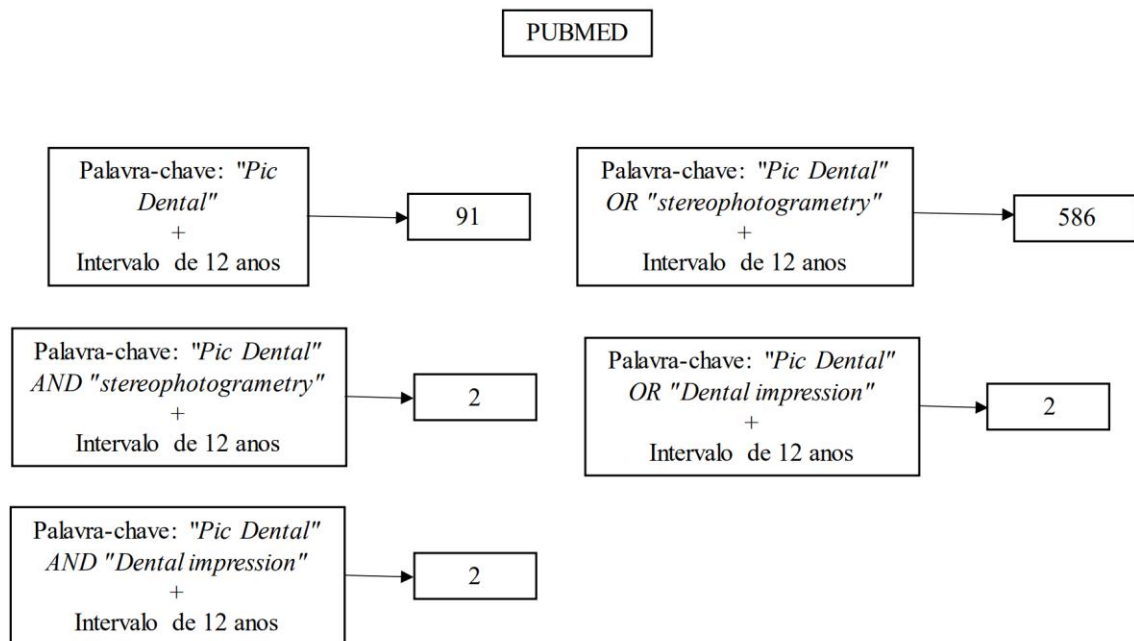
Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

### 3.1 - Resultados

Para a apresentação dos resultados da pesquisa, foram montados os fluxogramas das figuras 7, 8 e 9. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa utilizando os operadores Booleanos e o intervalo de tempo de 12 anos, que corresponde ao período que o PIC Dental® está no mercado. Fez-se essa escolha de tempo porque foi considerado importante que houvesse uma análise da evolução do uso desse equipamento, mostrando-se que, quanto mais recente, mais pesquisas são realizadas no que se refere ao uso da tecnologia para fins de impressão digital e localização de implantes.

**Figura 7**

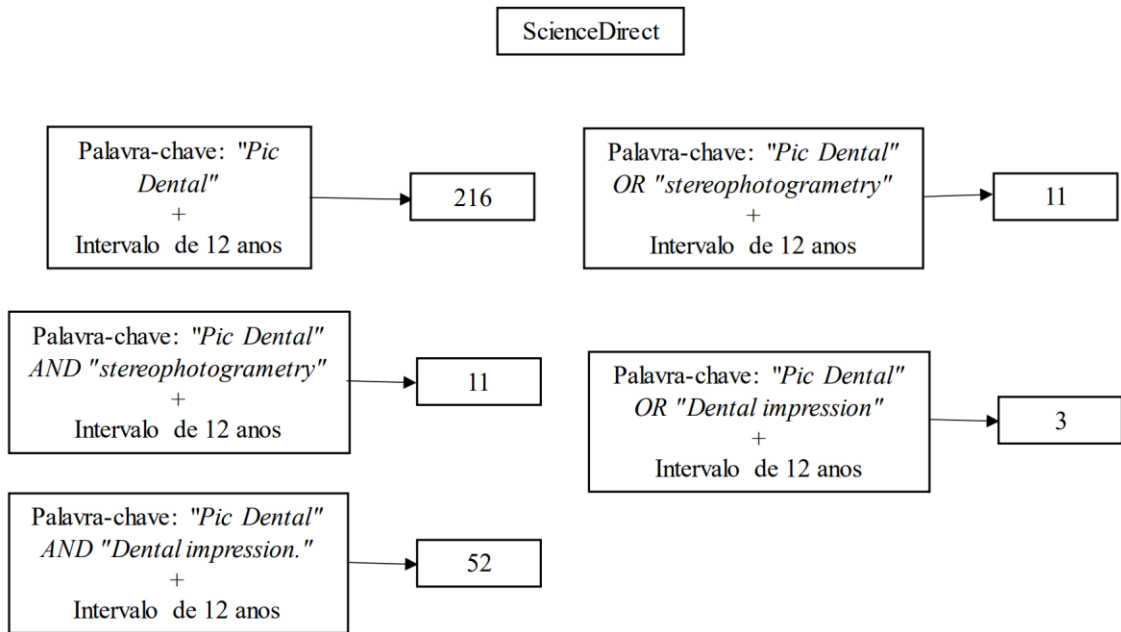
Fluxograma apresentando resultados da PUBMED.



Nota: Fonte própria, 2024.

**Figura 8**

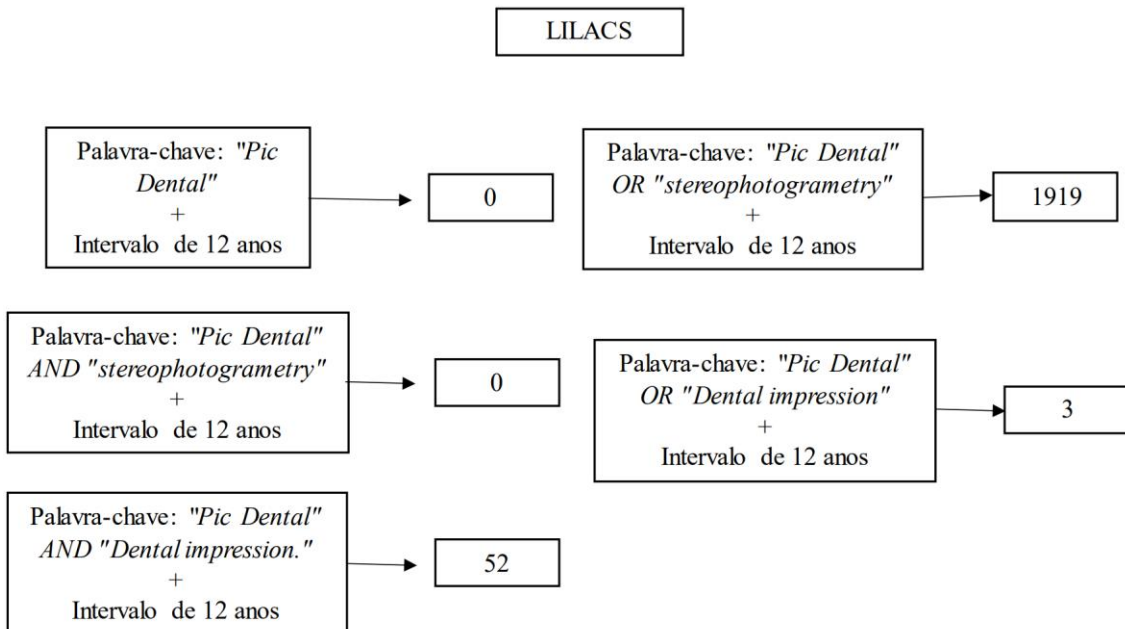
Fluxograma apresentando resultados da ScienceDirect.



Nota: Fonte própria, 2024.

**Figura 9**

Fluxograma apresentando resultados da LILACS (fonte própria, 2024).



Nota: Fonte própria, 2024.

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

Ao aplicar apenas a palavra-chave “PIC Dental” foi notada a presença de 91 artigos, tendo um aumento muito significativo ao usar o modificador “OR” com “*stereo-photogrammetry*”, em que foram encontrados 586 artigos. Isso pode demonstrar uma quantidade significativa de artigos que fazem menção ao método de captura de imagens. Porém, quando aplica-se o modificador “AND” com as duas palavras-chave já é percebido que cai drasticamente para apenas 2 publicações. Pode-se interpretar que há muito pouco publicado acerca da teoria por trás do PIC Dental®. Ao usar a combinação de “PIC Dental” com “*dental impression*”, além de não haver diferença entre a quantidade encontrada ao aplicar “AND” ou “OR”, nota-se que é muito escassa a quantidade de artigos publicados ao usar essas palavras-chave.

A mesma situação da PubMed repete-se ao fazer a pesquisa na ScienceDirect, em que há uma quantidade de 216 artigos ao usar apenas a palavra-chave “PIC Dental” e 11 publicações quando se combina com “*stereo-photogrammetry*”. Entretanto, não houve diferença entre os resultados com os modificadores “AND” e “OR”. Porém, ao usar a combinação com “*dental impression.*”, principalmente ao aplicar o modificador Booleano “AND”, mostrou-se um aumento para 52 artigos, existindo apenas 3 ao aplicar o “OR”.

Não foram encontrados resultados ao aplicar a palavra-chave “PIC Dental” na base de dados LILACS, surgindo resultados (1919 publicações) quando combinada com “*stereo-photogrammetry*”, em ambos os modificadores Booleanos. Tal dado indica uma grande escassez de estudos dentro desta base de dados, havendo apenas dados acerca da técnica usada para a captação de imagens. Da mesma maneira, podemos encontrar uma boa quantidade de dados (5071 artigos) ao aplicar a combinação das palavras-chave “PIC Dental” e “*digital impression.*” - com ambos os modificadores Booleanos.

Para que fosse possível fazer uma seleção mais minuciosa desses artigos, foram aplicados os filtros pré-definidos das bases de dados, sendo selecionados de acordo com os critérios de inclusão em relação à sua tipologia. Foram mantidos artigos que se enquadram em revisões sistemáticas, metanálises, relatos de casos e livros. Em seguida, foram analisados os artigos que se apresentavam mais relevantes com o tema, baseando-se na leitura de seus títulos e resumos, havendo uma leitura mais específica dos artigos que mais se encaixavam com os objetivos da pesquisa.

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

Dessa forma, a seleção final de artigos foi de 6, somando todas as bases de dados. Os anos de publicação, autores, títulos e resumos foram inseridos na tabela a seguir para que pudessem ilustrar a sua importância nesta pesquisa e, logo em seguida, serem discutidos na próxima sessão.

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

**Tabela 1: Publicações selecionadas nos resultados (fonte própria, 2024)**

<b>Base de dados</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>de Autor(es)</b>	<b>Título</b>	<b>Resumo</b>
PubMed	2019	Moline-Mourelle, <i>et al.</i>	Photogrammetric and intraoral digital impression technique for the rehabilitation of multiple unfavorably positioned dental implants – a clinical report	<p><b>Objective:</b> The aim of this clinical report is to describe the use of the photogrammetric system and intraoral scanning as a reliable technique to record the three-dimensional implant positions of a full-arch maxillary implant-supported fixed rehabilitation in which the implants were unfavorably positioned. <b>Method:</b> The stereo camera of the photogrammetric system was used to capture the three-dimensional panoramic position of the implants.</p> <p><b>Conclusion:</b> The information on soft tissues was obtained with an intraoral scanner. Then, the two digital files (STL files) were subsequently superimposed using a best-fit alignment function to generate the definitive digital model with information on teeth, soft tissues, and implants.</p>
PubMed	2021	Diker e Tak	Accuracy of six intraoral	<b>Statement of problem:</b> The digital scan accuracy of different

scanners for scanning intraoral scanners (IOSs) for long-span complete-arch and 4-unit fixed prosthesis and the effect of the starting quadrant on accuracy is fixed partial dentures: An in vitro study unclear.

**Purpose:** The purpose of this in vitro study was to evaluate the accuracy of 6 IOSs for complete-arch and prepared teeth digitally isolated from the complete-arch and to determine the effect of the starting quadrant on accuracy.

**Material and methods.** A maxillary model containing bilaterally prepared canines, first molar teeth, and edentulous spans between the prepared teeth was used. The model was scanned by using a highly accurate industrial scanner to create a digital reference data set. Six IOSs were evaluated: TRIOS, iTero, Planmeca Emerald, Cerec Omnicam, Primescan, and Virtuo Vivo. The model was scanned 10 times with each IOS by 1 operator according to the protocols described by the manufacturers. Five scans were made starting from the right quadrant (ScanR), followed by 5 scans starting from the left quadrant (ScanL). All data sets were obtained in standard tessellation language (STL) file format and were used to evaluate accuracy

---

(trueness and precision) with a 3D analyzing software program (Geomagic Studio 12; 3D Systems) by using a best-fit alignment. The prepared teeth were digitally isolated from the complete-arch and evaluated with the analyzing software program. The Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U statistical tests were used to detect differences for trueness and precision ( $\alpha=0.05$ ).

**Results.** Statistically significant differences were found regarding IOSs ( $P<0.003$ ) and scanning sequence ( $P<0.05$ ). The TRIOS showed the best trueness for the complete-arch, but not statistically different from Primescan, Virtuo Vivo, and iTero ( $P>0.003$ ). The lowest median values for precision of the complete-arch were also found using TRIOS, but no significant difference was found among the scanners ( $P>0.003$ ). In terms of trueness and precision, Primescan had the best accuracy for preparations. Emerald showed significant differences depending on the scanning sequence for complete-arch accuracy. ScanR for trueness ( $P=0.021$ ) and ScanL for precision ( $P=0.004$ ) showed improved results. However, Emerald,

---

TRIOS, and Virtuo Vivo showed statistically significant differences in precision of preparations depending on scanning sequence. ScanL deviated less than ScanR when scanned with TRIOS (P=.025) and Emerald (P=.004), and the opposite with Virtuo Vivo (P=.008). In terms of preparations trueness, no significant difference was found between the ScanR and ScanL of any IOS (P>.05).

**Conclusions.** Based on this in vitro study, the accuracy of the complete-arch and prepared teeth differed according to the IOS and scanning sequence.

PubMed	2019	Rech-Ortega, <i>et al.</i>	Comparative in vitro study of the accuracy of impression techniques for dental implants: Direct technique with an elastomeric impression material versus intraoral scanner	<p><b>Background:</b> The aim of this study was to compare a conventional technique (elastomeric impression material - EIM) and a digital technique (scanner digital model - SDM) on a six-analog master model (MM) to determine which was the most exact. Material and</p> <p><b>Methods:</b> Twenty impressions were taken of a master model (EIM) and twenty scanned impressions (SDM) (True Definition). A coordinate measuring machine (CMM) was used to measure the distances between adjacent analogues (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6), intermittently positioned analogues (1-4, 3-6) and the most distal (1-6). Reference values were established from the master model, which were compared with the two impression techniques. The significance</p>
--------	------	----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

level was established as 5% ( $p < 0.05$ ). **Results:** The precision of each technique was compared with MM. For adjacent analogues (1-2), no significant differences were found between EIM-MM ( $p = 0,146$ ). For intermittently positioned analogues (1-4), SDM did not show significant differences with MM ( $p = 0,255$ ). For the distance between distal analogues (1-6), significant differences were found between both techniques and MM ( $p = 0,001$ ). **Conclusions:** In a clinical situation with < three implants, EIM is more exact than SDM, but in cases of four implants SDM is more exact. For rehabilitations (> four implants), neither technique can be considered accurate although error falls within the tolerance limits established in the literature (30-150 $\mu$ m).

PubMed	2022	Salloreno e Gómez-Polo	Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses	<p><b>Statement of problem:</b> Most of the available digital systems are designed to image teeth and soft tissue rather than dental implants. However, although some are marketed specifically to record implant position, whether these products are better for implant scanning is unclear. <b>Purpose:</b> The purpose of this in vitro study was to compare the accuracy of an implant intraoral scanner (PiC camera) with that of an intraoral scanner (TRIOS 3) for 6 implants placed in completely edentulous arches. <b>Material and methods:</b> Two maxillary master models with 6 external hexagonal Ø5.1-mm implants were used, one with parallel and the other with angled implants. The reference values were obtained with a coordinate measuring machine. Ten</p>
--------	------	------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

scans were made per model (parallel and angled) and system (intraoral and implant) (n=10), after which the 3-dimensional coordinates for each implant were determined with a computer-aided design software program and compared with the linear and angular reference values. Statistical significance was determined with the Student t test ( $\alpha=.05$ ). **Results:** Statistically significant differences ( $P<.001$ ) were found in both precision and trueness. The overall errors relative to the reference in the parallel implant-supported casts based on the implant scanner were 20  $\mu\text{m}$  ( $P=.031$ ) and 0.354 degrees ( $P=.087$ ) compared with 100  $\mu\text{m}$  ( $P<.001$ ) and 1.177 degrees ( $P<.001$ ) in the cast based on conventional digital scans. The global errors in the angled implant casts were 10  $\mu\text{m}$  ( $P=.055$ ) and 0.084 degrees ( $P=.045$ ) for the implant digital scans and 23  $\mu\text{m}$  ( $P=.179$ ) and 0.529 degrees ( $P<.001$ ) for the conventional digital scans. **Conclusions:** The implant intraoral scanner delivered greater precision and trueness than the conventional instrument for imaging complete-arch implant-supported prostheses.

PubMed	2023	Tohme, <i>et al.</i>	Comparison between stereophotogrammetric, digital, and conventional impression techniques in implant-supported fixed complete arch prostheses: An	<b>Statement of problem:</b> Conventional impressions and digital intraoral scanning for implant-supported fixed complete arch prostheses still have many problems that influence accuracy. Although stereophotogrammetry may offer a reliable alternative to other techniques, it has seldom been investigated. <b>Purpose:</b> The purpose of this in vitro study was to measure and compare the
--------	------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

in vitro study

intraoral scan body deviations of the reference cast with the intraoral scan body distortions obtained by conventional, digital, and stereophotogrammetric techniques. **Materials and methods:** An edentulous maxillary “all-on-four” cast was prepared with 2 straight and two 17-degree angled screw-retained abutments screwed on the implant. Three capture techniques were compared: the conventional impression technique (CI group) using impression plaster (IP), the digital intraoral scanning (DIS group) technique, and the stereophotogrammetry (SPG group) technique. A calibrated extraoral scanner was used to digitize the definitive cast to compare its intraoral scan body positions with those of the other techniques in terms of global angular distortion and 3D deviations of the whole scan body and flat angled surface alone by using an inspection and metrology software program and the best fit alignment technique. The Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests showed normal distribution of the quantitative variables. Thus, the repeated measures analyses of variance followed by univariate analysis and Bonferroni multiple comparison tests were performed to analyze the data ( $\alpha=.05$ ). **Results:** Significant global angular discrepancies and 3D deviations of the whole scan body and flat angled surface were found among the CI, DI, and SPG groups for both trueness ( $P<.001$ ) and precision ( $P<.001$ ). **Conclusions:** The stereophotogrammetry capture technique reported the highest accuracy in terms of trueness

---

and precision for the intraoral scan bodies of all the techniques evaluated. However, at the flat angled surface region of the scan body, higher trueness was detected with the digital technique. Conventional impressions showed better trueness results than the digital ones, but the opposite was true of precision.

PubMed	2020	Aswani, <i>et al.</i>	Accuracy of an intraoral digital impression: A review	<p><b>Statement of problem:</b> Intraoral scanners (IOSs) are used for capturing the direct optical impressions in dentistry. The development of three-dimensional technology and the trend of increasing the use of IOSs in dental office routine lead to the need to assess the accuracy of intraoral digital impressions.</p> <p><b>Objective:</b> The aim of this review was to assess the accuracy of the different IOS and the effect of different variables on the accuracy outcome. An electronic search using PubMed with specific keywords to obtain potential references for review. <b>Materials and methods:</b> A search of MEDLINE (PubMed) identified 507 articles. After title and abstract screening, 412 articles were excluded for not meeting the inclusion criteria and discarding duplicate references. <b>Results:</b> Ninety-five articles were followed for full screening; only 24 articles were included in the final analysis. The studies indicated a variable outcome of the different IOS systems. <b>Conclusions:</b> While the accuracy of IOS systems</p>
--------	------	-----------------------	-------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

---

appears to be promising and comparable to conventional methods, they are still vulnerable to inaccuracies.

---

PubMed	2014	Pradíes, <i>et al.</i>	Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants	<p><b>Background.</b> The procedure for making impressions of multiple implants continues to be a challenge, despite the various techniques proposed to date. <b>Objective:</b> The authors' objective in this case report is to describe a novel digital impression method for multiple implants involving the use of stereophotogrammetric technology.</p> <p><b>Case Descriptions.</b> The authors present three cases of patients who had multiple implants in which the impressions were obtained with this technology. Initially, a stereo camera with an infrared flash detects the position of special flag abutments screwed into the implants. This process is based on registering the x, y and z coordinates of each implant and the distances between them. This information is converted into a stereolithographic (STL) file. To add the soft-tissue information, the user must obtain another STL file by using an intraoral or extraoral scanner. In the first case presented, this information was acquired from the plaster model with an extraoral scanner; in the second case, from a Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) file of the plaster model obtained with cone-beam computed tomography; and in the third case, through an intraoral digital impression with a confocal scanner.</p> <p><b>Results.</b> In the three cases, the frameworks manufactured from this technique showed a correct clinical passive fit. At follow-up</p>
--------	------	------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

appointments held six, 12 and 24 months after insertion of the prosthesis, no complications were reported. **Conclusions.** Stereophotogrammetric technology is a viable, accurate and easy technique for making multiple implant impressions. Practical Implications. Clinicians can use stereophotogrammetric technology to acquire reliable digital master models as a first step in producing frameworks with a correct passive fit. Copyright © 2014 American Dental Association. All Rights Reserved.

### 3.2 - Discussão

A Medicina Dentária está em constante evolução, incorporando vários recursos para aumentar a qualidade e a velocidade com que os trabalhos laboratoriais são realizados. O método convencional para a confecção de próteses totais envolve várias etapas manuais e laboratoriais, começando com a moldagem usando materiais elásticos, seguido pela criação de um modelo de gesso no qual a prótese será feita. Apesar de funcionar muito bem, este método apresenta limitações, como por exemplo, a influência humana, como é apresentado por Rech-Ortega, *et al.* (2019), que afirmam que esta influência pode gerar irregularidades nas peças protéticas e culminar na imprecisão e falha do tratamento. No entanto, Tohme, *et al.* (2023), ao comparar as técnicas de confecção de peças protéticas totais fixadas por implantes, mostraram que a técnica convencional apresenta uma veracidade que as técnicas digitais, que geralmente apresentam uma maior precisão.

Segundo Diker e Tak, (2021), a veracidade e a precisão são conceitos muito importantes no processo de confecção de próteses dentárias, visto que as próteses devem ser verídicas em termos de forma, tamanho e cor para que sejam estruturalmente próximas aos dentes naturais, de forma a ser estética e funcionalmente agradável ao paciente. Quando se fala sobre precisão, Rech-Ortega, *et al.* (2019) conceitua esta característica como quando uma prótese dentária se encaixa perfeitamente nos conectores, proporcionando conforto e funcionalidade.

Quando se fala sobre próteses confeccionadas a partir do método digital, entende-se que a precisão é o fator que é mais levado em consideração, pois, segundo Diker e Tak, (2021), este está diretamente relacionado com as medidas tomadas no processo de captura de imagens para a confecção das peças protéticas. Rech-Ortega, *et al.*, (2019) afirmam que os equipamentos mais recentes estão cada vez mais precisos, no sentido de ultrapassar os erros que podem vir a acontecer na técnica convencional.

A precisão definida por Orejas-Perez, *et al.*, (2022) como o quão próximas as medidas obtidas são da realidade, sendo corroborados por Aswani, *et al.*, (2020), que menciona a precisão como a habilidade em repetir as medidas clínicas obtidas a partir da captura em diferentes posições do mesmo objeto, sendo esta muito importante para que haja a correta adaptação e funcionalidade da peça protética ao ser instalada.

Essa precisão pode ser medida a partir do micrômetro ou micra ( $\mu\text{m}$ ). Orejas-Peres, *et al.* (2022) informam que a precisão possui um paralelo que é a veracidade que é referida como a habilidade de chegar o mais aproximadamente ao valor real do que está a ser medido. Com relação a estes conceitos, Sallorenzo, *et al.* (2022), define a precisão como uma variação sob condições específicas entre diferentes dispositivos do mesmo objeto, se bem que a veracidade corresponde ao grau de concordância entre o valor medido e as medições reais do objeto.

Considerando os dois conceitos fundamentais necessários para reproduzir com precisão o que está sendo capturado pela câmara ou pelo scanner a laser, o processo geralmente envolve a irradiação do objeto com um laser e uma iluminação LED. Esta luz é então captada por uma câmara para adquirir a imagem. Esta imagem é processada tridimensionalmente através de um software especializado, convertendo a informação captada em imagens poligonais (Hirata, *et al.*, 2020). Adicionalmente, Pradíes, *et al.*, (2014) destacam que as imagens formadas são obtidas a partir de fotografias digitais, utilizando a ferramenta de vídeo para auxiliar o operador na identificação do local exato onde o scanner está sendo aplicado. Este processo garante uma maior precisão e eficiência na captura de imagens para posterior processamento e análise.

Para essas captações digitais, são usadas as tecnologias da *photogrammetry* e da *stereo-photogrammetry*. Ambas possuem o mesmo objetivo, que é a captura das imagens que serão usadas na confecção das peças protéticas e fazem isso por meio da medição tridimensional. Peñarrocha-Oltra, *et al.*, (2014) apresentou um caso clínico em que teve como principal objetivo descrever a técnica para registrar o posicionamento de múltiplos implantes dentários usando o sistema da fotogrametria, concluindo que a fase protética daquela reabilitação foi muito mais precisa, rápida, simples e mais confortável para o paciente.

A partir desta informação, corrobora-se o que é dito por Pinto, *et al.*, (2023) acerca das vantagens em usar os sistemas digitais para a captação de impressões. Dentro das descritas, o fato de apresentar uma precisão maior do que as impressões convencionais se apresentou como um ponto determinante na escolha entre as duas técnicas. Essas mesmas vantagens são apresentadas por Kihara, *et al.*, (2020) e Aswani, *et al.*, (2020), sendo um consenso entre todos os autores que foram pesquisados nesta revisão.

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

O uso da fotogrametria também foi documentado por Molineto-Mourelle, *et al.*, (2020) em um estudo com objetivo de descrever um caso clínico sobre a utilização do sistema da fotogrametria e scanners intraorais com uma técnica confiável para registo tridimensional da posição de implantes dentários em uma reabilitação total. Como o uso dos scanners intraorais possuem uma capacidade questionável quanto ao uso nos casos de implantes múltiplos, a melhor alternativa seria a fotogrametria, que coleta as medidas em 3D através de um recetor extra oral. Dessa maneira, entende-se que a técnica da fotogrametria apresenta um conforto maior para os pacientes, além de ser realizada de forma prática e simples, o que corrobora com o estudo de Peñarrocha-Oltra, *et al.*, (2014). Não obstante havendo 6 anos entre cada um desses estudos, a técnica da *photogrammetry* e da digitalização para as reabilitações parciais e totais continua sendo uma técnica muito confiável em alternativa aos métodos convencionais.

Por outro lado, quando se trata do uso da *stereo-photogrammetry*, Pradíes, *et al.*, (2014) fez um estudo que teve como objetivo apresentar um caso clínico em que foi realizada a impressão digital com scanner IO em captação de implantes múltiplos. Durante o caso clínico, foram analisados três casos de pacientes que realizaram impressões tanto com IOS e também usando a técnica da estéreo-fotogrametria, descrevendo como a técnica é feita. Colocaram os *PIC Transfers* nos implantes dentários, obtendo a partir daí, uma imagem STL que foi usada para a montagem do caso no CAD e assim poder fazer as peças protéticas. Como resultado, foi mostrado que, em todos os casos, as próteses apresentavam uma correta passividade, concluindo que a técnica apresenta uma boa confiabilidade para a produção de modelos.

Em um estudo realizado por Tohme, *et al.*, (2023), foi realizada uma comparação entre as impressões digitais e as convencionais para próteses fixas totais com o objetivo de mensurar e comparar os desvios e distorções com as técnicas convencionais com fotogrametria ou com a *stereo-photogrammetry*. Desse estudo foi concluído que a *stereo-photogrammetry* apresenta uma veracidade e precisão mais alta que as outras técnicas, havendo valores muito baixos de distorção.

Entretanto, sobre superfícies anguladas e lisas, a *photogrammetry* revelou ser mais precisa e a convencional melhor veracidade, mas pior precisão. Pode-se entender deste estudo que, a *stereo-photogrammetry* continua sendo o método que melhor reproduz as

impressões. Além disso, mantém o que já foi mencionado que, mesmo havendo uma diferença de quase 10 anos entre as publicações encontradas, a qualidade dessas técnicas se manteve.

Tendo isto em mente a técnica da *photogrammetry* com IOS e a *stereo-photogrammetry* com o PIC Dental®, precisam de ser combinadas para lograr maior precisão.

Na confecção de próteses dentárias por meio digital, a precisão é um fator crucial para garantir um ajuste perfeito na boca do paciente. Em termos numéricos, uma boa precisão é geralmente considerada quando a margem de erro é mínima, ou seja, quanto menor a quantidade de micras, mais preciso é o trabalho. Tohme, *et al.*, (2023) afirma que uma precisão de cerca de 100 micrômetros (0,1mm) é considerada aceitável para a Medicina Dentária.

Estudos conduzidos por Pradiés, *et al.*, (2014) e Molineto-Mourelle, *et al.*, (2020) indicam que o sistema de captação usando a *stereo-photogrammetry* apresenta níveis de precisão ainda maiores. Pradiés, *et al.*, (2014) realizaram um estudo com três casos clínicos e compararam o nível de precisão foi testado em diferentes angulações, levando a um resultado menor que 0,01 $\mu$ m de diferença. Esses resultados também podem ser encontrados na análise realizada por Molineto-Mourelle, *et al.*, (2020).

Apesar das evidências sugerirem um alto nível de precisão ao realizar o escaneamento de um único implante e nos casos mais complicados, com grandes ângulos e profundidades, alguns estudos indicam uma inconsistência nos resultados em pacientes com implantes em grandes dimensões de quadrantes ou em pacientes edêntulos totais (Lee e Gallichi, 2013; Giménez, *et al.*, 2015). Segundo Farhan, *et al.*, (2021), há uma queda na precisão à medida que o tamanho da área escaneada aumenta, o que indicou que os *scanners* intraorais não eram recomendados para múltiplos implantes.

A qualidade da imagem dos scanners intraorais pode ter sua precisão afetada no sentido linear e angular quando a distância entre os marcadores digitais aumenta, o que reforça o fato de que é necessária a combinação de sistemas para uma captação de imagens nos casos de pacientes que são edêntulos totais (Giménez, *et al.*, 2015; Katsoulis, *et al.*, 2015; Huang, *et al.*, 2020; Rutkunas, *et al.*, 2020).

### 3.2.1 - Protocolo de uso do PIC Dental® combinado com o 3Shape® TRIOS

O protocolo que será apresentado nesta sessão tem como principal objetivo demonstrar o uso combinado dos sistemas PIC Dental® e 3Shape® TRIOS, baseado na bibliografia discutida anteriormente, de forma a se conseguir um resultado mais preciso quando se trata da reabilitação por meio de próteses totais fixadas por implantes.

Numa primeira consulta, deve-se realizar o escaneamento inicial do paciente, levando em consideração diversos problemas que podem vir a aparecer durante a colocação da prótese definitiva, tal como uma previsão de como será a perda de dimensão vertical, que é um dos fatores mais críticos neste tipo de reabilitação oral. Esse passo demonstra a importância de um bom planejamento que, segundo Boitelle, *et al.*, (2014) e Lanis, *et al.*, (2019), isto vai a aumentar a previsibilidade de procedimentos como cargas imediatas, o que são benefícios tanto para o médico dentista quanto para o paciente.

Para proceder com a captação digital postquirúrgico, sempre será preciso um scanner intraoral que fornecerá uma leitura geral com o IOS de toda a superfície mucosa, sendo isso feito junto com os *scanbodies* sob os implantes e que são comumente usados com o PIC Pro®. ao exportar os ficheiros. Como já foi afirmado no último parágrafo, o uso da tecnologia na MD ajuda na incorporação de uma maior qualidade e precisão do trabalho final. Para este sistema em específico, podemos contar com um conforto e rapidez, havendo um registo mais rigoroso das imagens que serão usadas para montar a peça protética, além de facilitar a comunicação entre a equipa dentária e a técnica (Buzayan e Yunus, 2014).

Como foi afirmado por autores como Gímenez, *et al.*, (2015), Katsoulis, *et al.*, (2015), Huang, *et al.*, (2020) e Rutkunas, *et al.*, (2020), esses estudos demonstraram que quanto mais alto o alcance do scanner IO, maior a margem de erro. Na maioria dos artigos analisados, alguns IOS confirmaram uma veracidade menor que 50mm. Dessa forma, se a passividade de uma prótese fixa por implantes é mantida em menos de 50mm, o IOS é capaz de produzir uma prótese para casos parciais em reabilitações de dois dentes. Entretanto, nos casos mais complexos, como em próteses totais, uma correção é necessária, visto que os IOS apresentam uma veracidade de 50 a 250mm. (Kihara, *et al.*,

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

2020), por isso a combinação dos dois sistemas garante a traves do *best fit matching* no software CAD a maior precisão para desenvolver a reabilitação, Pradiés, *et al.*, (2014)

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

#### 4. Conclusão

A partir da recolha de dados para o levantamento bibliográfico acerca das vantagens e desvantagens dos sistemas PIC Dental® e o 3Shape®, se pode concluir:

Ambos os sistemas garantem vantagens como a precisão, praticidade e agilidade, ao serem comparados com os métodos convencionais de impressões, assim como um maior conforto para o paciente.

As principais limitações encontradas nos sistemas foram: a queda da precisão nos escaneamento muito longos em arcadas completas com o 3Shape® e a incapacidade de captar as superfícies intraorais como os tecidos duros e moles com o sistema PIC Dental®.

O protocolo que se quer propor passa por fazer escaneamento na primeira consulta para assim poder registar e estabelecer uma dimensão vertical oclusal final para a reabilitação. Logo após o ato cirúrgico se realiza a captação dos dados da maxila e mandíbula envolvida na cirurgia. Para isto se usam os dois sistemas sem uma ordem específica para capturar tanto as superfícies intraorais moles e duras junto com os *scanbodies*, assim como também os marcadores com o posicionamento dos implantes através do PIC Dental® e *PIC Transfers*, logo ao exportar toda esta informação e enviada ao laboratório dental. Este tem de juntar as malhas resultantes dos escaneamento para poder fazer um *workflow* digital num software CAD tal como foi sugerido por Pradíes, *et al.*, (2014).

Ao dia de hoje, 10 anos depois, podemos incluir o uso do scan de face que oferece numa única malha muitas referências, sendo as mais importantes a linha meia e plano oclusal. Para isto se tem de fazer duas capturas, uma com afastadores bilaterais e outra em sorriso máximo. Também o uso de CBCT (*Cone Beam computer Tomography*) nos permite o planeamento cirúrgico ao juntar esta informação digital junto com o escaneamento do IOS num software de planeamento cirúrgico.

Todo isto nos oferece previsibilidade, praticidade e rapidez na entrega de uma reabilitação total totalmente passiva.

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

## Referências bibliográficas

1. Abduo, J. (2014). *Fit of CAD/CAM implant frameworks: a comprehensive review*. Journal of Oral Implantology, 40(6), 758-766.
2. Agustín-Panadero R, Peñarrocha-Oltra D, Gomar-Vercher S, Peñarrocha-Diago M. *Stereophotogrammetry for Recording the Position of Multiple Implants: Technical Description*. Int J Prosthodont. 2015 Nov-Dec;28(6):631-6. doi: 10.11607/ijp.4146. PMID: 26523726.
3. Alikhasi, M. et al. (2015). *Accuracy of Implant Position Transfer and Surface Detail Reproduction with Different Impression Materials and Techniques*. Journal of dentistry (Tehran, Iran), 12(10), 774–83.
4. Assunção WG, Gomes EA, Rocha EP, Delben JA. *Three-dimensional finite element analysis of vertical and angular misfit in implant-supported fixed prostheses*. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011 Jul-Aug;26(4):788-96. PMID: 21841989.
5. Aswani, K. et al. (2020). *Accuracy of an intraoral digital impression: A review*. Journal of Indian Prosthodontic Society. Wolters Kluwer Medknow Publications, 27–37. [https://doi.org/10.4103/jips.jips\\_327\\_19](https://doi.org/10.4103/jips.jips_327_19).
6. Bergin JM, Rubenstein JE, Mancl L, Brudvik JS, Raigrodski AJ. *An in vitro comparison of photogrammetric and conventional complete-arch implant impression techniques*. J Prosthet Dent. 2013;110(4):243-251. doi:10.1016/S0022-3913(13)60370-4
7. Boitelle, P. et al. (2014). *A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations*. Journal of Oral Rehabilitation, 41(11), 853–874. doi.org/10.1111/joor.12205
8. Bratos M, Bergin JM, Rubenstein JE, Sorensen JA. *Effect of simulated intraoral variables on the accuracy of a photogrammetric imaging technique for complete-arch implant prostheses*. Journal of Prosthetic Dentistry. 2018;120(2):232-241. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.11.002
9. Buzayan, M. M. & Yunus, N. B. (2014). *Passive fit in screw retained multi-unit implant prosthesis understanding and achieving: A review of the literature*. Journal of Indian Prosthodontic Society, 14(1), 16–23.
10. Branemark PI. *Osseointegration and its experimental background*. J Prosthet Dent. 1983;50(3):399-410. doi:10.1016/S0022-3913(83)80101-2
11. Ciccì, M. et al. (2020). *3D Digital Impression Systems Compared with Traditional Techniques in Dentistry: A Recent Data Systematic Review*. Materials, 13(8), 1982.
12. Farhan, F.A. et al. (2021). *Comparison of the accuracy of intraoral digital impression system and conventional impressions techniques for multiple implants in the full-arch edentulous mandible*. Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 13(5), 487-492.
13. Flanagan D. (2017). *Zinc phosphate as a definitive cement for implant-supported crowns and fixed dentures*. Clin Cosmet Investig Dent. 9, 93-97. doi: 10.2147/CCIDE.S146544.
14. Flügge, T. et al. (2018). *The accuracy of different dental impression techniques for implant-supported dental prosthesis: A systematic review and meta-analysis*. Clin. Oral Implants Res. 16, 374-392. DOI: 10.1111/clr.13273.
15. Gómez-Polo, M. et al. (2023). *Accuracy, scanning time, and patient satisfaction of stereophotogrammetry systems for acquiring 3D dental implant positions: A systematic review*. Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists, 32(S2), 208–224. <https://doi.org/10.1111/jopr.13751>.
16. Jemt T, Bäck T, Petersson A. *Photogrammetry--an alternative to conventional impressions in implant dentistry? A clinical pilot study*. Int J Prosthodont. 1999 Jul-Aug;12(4):363-8. PMID: 10635208.
17. Joda, T. et al. (2020). *Recent Trends and Future Direction of Dental Research in the Digital Era*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(6), 1987.
18. Johnson, A., Miller, C. & White, G. (2017). *The Sheffield Fit Test-Revisited*.
19. Jorquera GJ, Sampaio CS, Bozzalla A, Hirata R, Sánchez JP. *Evaluation of trueness and precision of two intraoral scanners and a conventional impression: an in vivo clinical study*. Quintessence Int. 2021;52(10):904-910. doi:10.3290/J.QI. B1901329
20. Kihara, H. et al. (2020). *Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review*. Journal of Prosthodontic Research. Elsevier Ltd, 109–113.
21. Lee, S. J. & Gallucci, G. O. (2013). *Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes*. Clinical Oral Implants Research, 24(1), 111–115.
22. Lyu, M. et al. (2022). *Accuracy of impressions for multiple implants: A comparative study of digital and conventional techniques*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 128(5), 1017–1023.

23. Ma, B. et al. (2021). *Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study*. BMC Oral Health. 21(1).
24. 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. doi:10.1186/S12903-017-0442-X
25. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C. *Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study*. PLoS One. 2016;11(9):e0163107. doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0163107
26. Marghalani, A et al. (2018). *Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy*. Journal of Prosthetic Dentistry, 119(4), 574-579.
27. Mukhopadhyay, P. (2021). *The Passive Fit Concept- A Review of Methods to Achieve and Evaluate in Multiple Unit Implant Supported Screw Retained Prosthesis*. Journal of Dentistry and Oral Sciences. [https://doi.org/10.37191/Mapsci-2582-3736-3\(2\)-083](https://doi.org/10.37191/Mapsci-2582-3736-3(2)-083).
28. Mühlemann S, Kraus R, Katsoulis J. *Impact of Digital Intraoral Scan Strategies on the Imprecision and Accuracy of Complete-Arch Digital Impressions for Completely Edentulous Maxillae: An In Vitro Study*. Int J Prosthodont. 2018;31(6):589-593. doi:10.11607/ijp.5797
29. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. *Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner*. Quintessence Int. 2016 Apr;47(4):343-9. doi: 10.3290/j.qi.a35524. PMID: 26824085.
30. Mutwalli H, Braian M, Mahmood D, Larsson C. *Trueness and Precision of Three-Dimensional Digitizing Intraoral Devices*. Int J Dent. 2018 Nov 26;2018:5189761. doi: 10.1155/2018/5189761. PMID: 30598665; PMCID: PMC6287154.
31. Orejas-Perez, J. et al. (2022). *In Vivo Complete-Arch Implant Digital Impressions: Comparison of the Precision of Three Optical Impression Systems*. International journal of environmental research and public health, 19(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph19074300>.
32. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP, Gallucci G. *A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients*. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012;27(1):102-110.
33. Peñarrocha-Diago M, Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez JF, Agustín-Panadero R. *A combined digital and stereophotogrammetric technique for rehabilitation with immediate loading of complete-arch, implant-supported prostheses: a randomized controlled pilot clinical trial*. J Prosthet Dent. 2017; 118:596–03.
34. Pradies G, Ferreira A, Özcan M, Giménez B, Martínez-Rus F. *Using stereophotogrammetric technology for obtaining intraoral digital impressions of implants*. J Am Dent Assoc. 2014 Apr;145(4):338-44. doi: 10.14219/jada.2013.45. PMID: 24686966.
35. Revilla-León M, Meyers MJ, Zandinejad A, Özcan M. *Intraoral scanning to fabricate complete-arch implant-supported zirconia prostheses: A systematic review and meta-analysis*. J Prosthet Dent. 2020;124(4):413-420.e3. doi:10.1016/J.PROSDENT.2019.03.008
36. Revilla-León M, Rubenstein J, Methani MM, Piedra-Cascón W, Özcan M, Att W. *Trueness and precision of complete-arch photogrammetry implant scanning assessed with a coordinate-measuring machine*. J Prosthet Dent. 2023 Jan;129(1):160-165. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.05.019. Epub 2021 Jun 18. PMID: 34154820.
37. Revilla-León, M., Att, W., Özcan, M. and Rubenstein, J. *Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine*. J Prosthet Dent. 2021; 125:470–478.
38. Sánchez-Monescillo A, Hernanz-Martín J, González-Serrano C, González-Serrano J, Duarte S Jr. *All-on-four rehabilitation using photogrammetric impression technique*. Quintessence Int 2019; 50:288–93.
39. Sánchez-Monescillo A, Sánchez-Turrión A, Vellon-Domarco E, Salinas-Goodier C, Prados-Frutos J. *Photogrammetry Impression Technique: A Case History Report*. Int J Prosthodont. 2016;29(1):71-73. doi:10.11607/IJP.4287
40. Su TS, Sun J. *Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study*. J Prosthodont Res. 2015;59(4):236-242. doi:10.1016/J.JPOR.2015.02.004
41. Tohme H, Lawand G, Eid R, Ahmed KE, Salameh Z, Makzoume J. *Accuracy of implant level intraoral scanning and photogrammetry impression techniques in a complete arch with angled and parallel implants: An in vitro study*. Applied Sciences (Switzerland). 2021;11(21). doi:10.3390/APP11219859

Comparação dos scanners de superfície 3Shape® TRIOS (Fotogrametria) vs PIC Dental® (Estéreo Fotogrametria), na captação de implantes em arcadas completas.

42. Willomitzer, F. (2019). State of the Art: *The Basic Principles of Optical 3D Metrology*. In: *Single-Shot 3D Sensing Close to Physical Limits and Information Limits*. Springer Theses. Springer, Cham. [https://doi-org.ezproxy.bu.edu/10.1007/978-3-030-10904-2\\_3](https://doi-org.ezproxy.bu.edu/10.1007/978-3-030-10904-2_3).
43. Zhang C, Zhan X, Wang F, Wu Y, Yi Y, Meng J, Wu G. Influence of intraoral scanning duration on data accuracy. *J Prosthet Dent*. 2023 Dec 6: S0022-3913(23)00704-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.10.022. Epub ahead of print. PMID: 38061938.
44. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. *Intraoral scanning systems – a current overview*. *Int J Comput Dent*. 2015;18(2):101-129. Accessed October 20, 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26154730>