



**SOCIEDADE EDUCACIONAL DE SANTA CATARINA
ÂNIMA EDUCAÇÃO
FREDERICO SAMUEL DE OLIVEIRA VAZ JUNIOR**

INTEGRAÇÃO DOS SCANNERS INTRAORAIS NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA

JARAGUÁ DO SUL

FREDERICO SAMUEL DE OLIVEIRA VAZ JUNIOR

INTEGRAÇÃO DOS SCANNERS INTRAORAIS NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em odontologia, da faculdade UNISOCIESC com requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em odontologia.

Orientador: Prof. Eduardo Terumi Blatt Ohira, Me

JARAGUÁ DO SUL

2025

FREDERICO SAMUEL DE OLIVEIRA VAZ JUNIOR

INTEGRAÇÃO DOS SCANNERS INTRAORAIS NA PRÁTICA ODONTOLÓGICA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Odontologia, apresentado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Odontologia, da Faculdade Unisociesc, Instituições de Ensino Superior (IES) da Ânima Educação.

Jaraguá do Sul, 24 de novembro de 2025.

Prof. e orientador Eduardo Terumi Blatt Ohira, Me.
UNISOCIESC – Jaraguá do Sul

Prof. Carlos Renato Valim, Dr.
UNISOCIESC – Jaraguá do Sul

Prof. Thiago Monseff Borela, Me.
UNISOCIESC – Jaraguá do Sul

RESUMO

Este trabalho analisa a aplicação dos *scanners* intraorais na prática odontológica, comparando sua precisão, confiabilidade e as diferenças entre as principais marcas disponíveis. O fluxo digital mostrou-se uma alternativa eficiente para as moldagens convencionais, reduzindo o tempo clínico e a margem de erro. Tecnologias como confocal imaging e multi-direct capture apresentam melhor desempenho em trueness e precisão, especialmente em escaneamentos de arco completo. A curva de aprendizado do operador, a compatibilidade dos softwares e a integração com sistemas CAD/CAM influenciam diretamente a qualidade dos resultados. Conclui-se que nenhum scanner é superior em todos os aspectos, fundamental selecionar o equipamento de acordo com a rotina clínica e as necessidades específicas do profissional.

Palavras-chave: Odontologia digital, Escaneamento intraoral, Precisão, CAD/CAM, Fluxo digital.

ABSTRACT

This study aims to analyze the application of intraoral *scanners* in dental practice, comparing the accuracy, reliability, and differences between the main brands available on the market. It was observed that the digital workflow efficiently replaces conventional impressions, reducing clinical time and the margin of error. Recent studies demonstrate that technologies such as confocal imaging and multi-direct capture offer better performance in trueness and accuracy, especially in full-arch scans. The operator's learning curve, software compatibility, and integration with CAD/CAM systems are determining factors for clinical success. It is concluded that no scanner is superior in all aspects, making it essential to choose the equipment according to the clinical routine and the specific needs of the professional.

Keywords: Digital dentistry, Intraoral scanning, Accuracy, CAD/CAM.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Comparação de precisão e trueness entre diferentes <i>scanners</i> intraorais.....	16
Quadro 2: Comparativo da curva de aprendizado e fatores humanos entre diferentes <i>scanners</i> intraorais.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD/CAM	Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing
CEREC	CEramic REConstruction - sistema CAD/CAM odontológico, criado para produzir restaurações cerâmicas de forma digital
ISO	Organização Internacional de Normalização
IOS	Scanner Intraoral
MDC	Multi-Direct Capture
OBJ	Object File Format
PLY	Polygon File Format
STL	Standard Tessellation Language
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	METODOLOGIA	10
3	REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1	HISTÓRICO DA ODONTOLOGIA DIGITAL	11
3.1.1	Fluxo de trabalho analógico	11
3.1.2	Primeiros sistemas CAD/CAM	11
3.1.3	Progresso nas tecnologias de imagem 3D, scanners e softwares	12
3.2	SCANNERS INTRAORAIS CONCEITO, FUNCIONAMENTO E APLICAÇÕES CLÍNICAS	12
3.2.1	Scanner Intraoral	12
3.2.2	Tipos de scanners	13
3.2.3	Aplicações clínicas	13
3.2.4	Tipos de arquivos gerados pelos scanners	14
3.3	PRECISÃO E CONFIABILIDADE DO ESCANEAMENTO COMPARADO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS.....	14
3.4	COMPARAÇÃO ENTRE SCANNERS INTRAORAIS	15
3.4.1	Critérios para avaliação Scanners Intraorais	15
3.4.2	Comparação de Scanners Intraorais	15
3.5	CURVA DE APRENDIZADO E FATORES HUMANOS	17
3.6	INTEGRAÇÃO COM O FLUXO DIGITAL E IMAGEM 3D	19
4	DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais recursos digitais modificam as rotinas clínicas quanto os processos laboratoriais. A Odontologia 4.0, representa um marco de evolução quando comparada aos fluxos de trabalho analógicos que foram padrão da profissão por mais de um século (Joda; Brägger; Gallucci, 2015).

Os *scanners* intraorais (IOS), dispositivos que capturam imagens tridimensionais da cavidade bucal com precisão e são convertidos em modelos digitais de alta fidelidade. Por décadas, a moldagem com materiais como alginato e silicone foi tida como o padrão-ouro. Quando bem executado, proporciona boa precisão, porém, é uma técnica extremamente sensível, propensa a falhas de manipulação e à instabilidade dimensional. Além disso, podem gerar desconforto ao paciente, com relatos frequentes de náuseas e incômodos; sendo a técnica digital consistentemente preferida quando ambas são comparadas. (Dhull *et al.*, 2024).

O escaneamento abre caminho para a criação de modelos tridimensionais complexos, que se conectam a softwares de planejamento virtual e a sistemas CAD/CAM, permitindo que restaurações, próteses e guias cirúrgicos sejam confeccionados de maneira ágil e precisa. Graças a velocidade a digitalização aprimora a comunicação entre dentistas e laboratórios, permitindo que as correções sejam realizadas quase instantaneamente (Ahmed *et al.*, 2024; Dhull *et al.*, 2024).

Entretanto, a adoção do fluxo digital não é simples, há uma enorme variedade de marcas e sistemas de escaneamento, que variam em preço, velocidade de captura e base tecnológica. Também é necessário verificar a conectividade dos softwares e com impressoras 3D, fresadoras e outros programas de planejamento, já que alguns *scanners* operam com sistemas abertos ou fechados, podendo acabar aprisionando o usuário a um software específico (Suese, 2020).

Outro ponto importante é a ergonomia do aparelho e a simplicidade de sua interface, pois são elas que moldam a curva de aprendizado e a eficácia no dia a dia. Assim, a escolha do scanner exige um equilíbrio cuidadoso entre desempenho técnico, conforto operacional e recursos digitais, garantindo resultados consistentes e plenamente integrados ao fluxo de trabalho clínico (Dhull *et al.*, 2024).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a integração dos *scanners* intraorais na prática odontológica, comparando a precisão, confiabilidade e

diferenças entre as principais marcas disponíveis no mercado. Fornecendo ao profissional da odontologia uma base sólida para navegar com segurança na nova era digital.

2 METODOLOGIA

Neste Trabalho de Conclusão de Curso, propõe-se uma revisão bibliográfica de caráter exploratório e descritivo, embasada em estudos científicos que investigam a integração e o uso de *scanners* intraorais na prática odontológica, bem como suas repercussões clínicas, tecnológicas e ergonômicas.

Entre julho e novembro de 2025, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, nas bases de dados PubMed, SciELO, ScienceDirect e PubMed Central (PMC), abrangendo publicações entre 2012 e 2025. A seleção de trabalhos levou em conta a relevância científica, a atualidade dos achados e a pertinência temática ao objeto de estudo. Foram utilizados como descritores principais – nas versões inglesa e portuguesa – os termos: scanner intraoral, impressão digital, odontologia digital, CAD/CAM em odontologia, precisão de *scanners* intraorais, fluxo digital odontológico e scanner intraoral.

Para compor o conjunto de artigos utilizados foram selecionados aqueles que investigaram o uso clínico e laboratorial dos *scanners* intraorais, que apresentam comparações entre fluxos digitais e casuais e que ainda abordaram questões como precisão, conforto do paciente, tempo de atendimento e aplicabilidade prática. Foram excluídos os estudos que não disponibilizassem dados objetivos sobre o desempenho ou integração clínica desses *scanners*.

Ao término da triagem inicial foram escolhidos 15 artigos para embasar este TCC.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A evolução tecnológica nas últimas décadas transformou a prática odontológica, marcando a transição de métodos analógicos tradicionais para fluxos digitais integrados. Essa transformação, impulsionada pela disseminação de tecnologias de escaneamento, softwares de modelagem e sistemas de fabricação assistida por computador (CAD/CAM), caracteriza a chamada Odontologia Digital ou Odontologia 4.0. Os *scanners* intraorais assumem papel central ao substituir as moldagens convencionais por modelos tridimensionais de alta precisão, permitindo maior previsibilidade clínica, eficiência no fluxo de trabalho e melhor experiência ao paciente (Van Noort, 2012; Joda; Brägger; Gallucci, 2015; Dhull *et al.*, 2024).

3.1 HISTÓRICO DA ODONTOLOGIA DIGITAL

3.1.1 Fluxo de trabalho analógico

No método analógico, o procedimento iniciava-se com a moldagem intraoral, (com a utilização de diferentes materiais) que era utilizada para a confecção do modelo em gesso. Esses métodos, embora amplamente empregados por décadas, envolvem múltiplas etapas manuais independentemente do material ou da técnica empregada, esse caminho pode conter um grau inevitável de erro, decorrente do número de etapas e da manipulação dos materiais (Abduo; Elseyoufi, 2018).

Na prática, era frequente observar deformações, o surgimento de bolhas e alterações dimensionais, o que comprometia tanto a precisão quanto a reprodutibilidade das próteses e ainda provocava desconforto nos pacientes durante o procedimento (Yuzbasioglu *et al.*, 2014).

3.1.2 Primeiros sistemas CAD/CAM

Na década de 1970, surgiram os primeiros sistemas CAD/CAM voltados à odontologia, fruto das investigações de François Duret e Preston, que utilizaram os computadores para projetar e fabricar restaurações com uma precisão ainda inédita. Já na década seguinte, Werner Mörmann introduziu o CEREC, reconhecido como o

primeiro equipamento capaz de confeccionar restaurações cerâmicas diretamente no consultório. Nos primeiros anos, esses sistemas eram fechados, integrando as etapas de digitalização, modelagem e usinagem em um fluxo único. Com os avanços tecnológicos, os sistemas evoluíram para plataformas abertas, trazendo mais flexibilidade no uso de softwares e equipamentos e consolidando o CAD/CAM como recurso indispensável na odontologia contemporânea (Van Noort, 2012).

3.1.3 Progresso nas tecnologias de imagem 3D, *scanners* e softwares

A Odontologia 4.0 já se firmou ao empregar imagens tridimensionais, escaneamento digital e softwares inteligentes. A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) abriu caminho para a fusão precisa de dados ósseos e de tecidos moles, trazendo à tona o conceito de “paciente virtual” (Joda; Brägger; Gallucci, 2015).

Graças aos avanços nos *scanners* intraorais, as capturas passaram a ser feitas quase que instantaneamente e com notável precisão, ao mesmo tempo, softwares alimentados por inteligência artificial assumiram a automação de tarefas como detecção das margens ao traçado das coroas e, assim, conferiram ao fluxo digital um grau de eficiência e precisão antes inatingível (Suese, 2020; Dhull *et al.*, 2024).

3.2 SCANNERS INTRAORAIS CONCEITO, FUNCIONAMENTO E APLICAÇÕES CLÍNICAS

3.2.1 Scanner Intraoral.

O scanner intraoral (IOS) se apresenta como um aparelho óptico que, ao lançar um padrão de luz sobre as estruturas bucais, capta imagens tridimensionais ao analisar a deformação desse padrão em função da geometria da superfície. diferente da moldagem convencional que gera um modelo físico negativo, o escaneamento produz um modelo digital positivo, constituído por uma nuvem de milhões de pontos matematicamente interligados, que formam uma malha poligonal (Leal *et al.*, 2024).

Esse processo de “moldagem digital” não apenas melhora a experiência do paciente, diminuindo o desconforto e o reflexo de vômito associados aos materiais de moldagem, mas também estabelece um ponto de partida mais preciso para o fluxo

digital. A eliminação de etapas críticas e sensíveis a falhas, como a dosagem e manipulação de materiais, o vazamento de gesso e o transporte físico de modelos, reduz drasticamente a cascata de erros (Leal *et al.*, 2024)

3.2.2 Tipos de *scanners*

No âmbito dos *scanners* intraorais, predominam duas modalidades de iluminação:

- Iluminação passiva, que recorre à luz ambiente (mais habitual em modelos antigos);
- A iluminação ativa, que se vale da projeção de luz estruturada, nas cores branca, vermelha ou azul, já se encontra nos *scanners* mais modernos, garantindo maior robustez e reduzindo a influência da cor e da textura da superfície (Richert *et al.*, 2017).

Quanto ao modo de captura, os *scanners* podem gerar imagens ao combinar fotografias estáticas ou ao registrar um fluxo contínuo de vídeo; que posteriormente será compilado para formar o modelo 3D (Richert *et al.*, 2017).

3.2.3 Aplicações clínicas

As aplicações clínicas dos *scanners* intraorais abrangem diversas áreas da odontologia, substituindo moldagens convencionais por impressões digitais mais precisas. Na prótese e na dentística restauradora, permitem a obtenção de modelos digitais para confecção de coroas, pontes e próteses sobre implantes, reduzindo desconforto e falhas de adaptação. Na ortodontia, são utilizados para planejamento e fabricação de alinhadores e outros dispositivos, possibilitando a avaliação detalhada da oclusão. Em periodontia e cirurgia, auxiliam na análise de contornos gengivais e no planejamento de procedimentos como enxertos e guias cirúrgicos. Na odontopediatria, oferecem maior conforto e facilitam o engajamento da criança no tratamento, tornando o atendimento menos invasivo (Dhull *et al.*, 2024).

3.2.4 Tipos de arquivos gerados pelos *scanners*

Na prática clínica, os formatos de arquivos digitais mais comuns são STL, OBJ e PLY, que trazem a descrição geométrica dos objetos tridimensionais obtidos pelo escaneamento intraoral. A principal diferença entre os formatos está na quantidade e no tipo de informação que cada um pode armazenar, esses arquivos servem como base para o desenho e a confecção de desde coroas e facetas até guias cirúrgicos e alinhadores ortodônticos, integrando o fluxo digital desde a captura de imagem até a produção do dispositivo final. (Richert *et al.*, 2017)

O STL (*Standard Tessellation Language*), que ainda ocupa a liderança entre os formatos, captura apenas a geometria superficial da peça, sem incluir informações de cor e textura. Com os dados de cor e mapeamento da superfície incorporados, o OBJ (*Object File Format*) confere ao modelo um aspecto mais realista. O PLY (*Polygon File Format*) eleva a granularidade dos dados, acomodando informações adicionais de textura e profundidade. Esses arquivos servem de ponto de partida para o design e a produção de restaurações, de guias cirúrgicos e de alinhadores, consolidando um fluxo de trabalho totalmente digital (Richert *et al.*, 2017).

3.3 PRECISÃO E CONFIABILIDADE DO ESCANEAMENTO COMPARADO COM OS MÉTODOS CONVENCIONAIS.

A precisão do escaneamento intraoral pode variar dependendo do operador, calibração e até temperatura, no entanto tem uma boa precisão para práticas odontológicas comuns ou trabalhos menores (Richert *et al.*, 2017).

Em trabalhos de arco completo começamos ver mais distorções, isso ocorre principalmente pois o erro dos *scanners* intraorais (IOS) aumenta conforme aumenta a área e isso piora em arcos edêntulos pois há poucos marcos anatômicos estáveis para escaneamento'. (Shujaat *et al.*, 2021)

3.4 COMPARAÇÃO ENTRE SCANNERS INTRAORAIS

3.4.1 Critérios para avaliação *Scanners* Intraorais

Avaliar a acurácia dos *scanners* intraorais depende de critérios definidos pela norma ISO 5725:1994, que estabelece princípios para medir a exatidão e precisão em testes. De acordo com a norma, a exatidão (*accuracy*) é formada por dois componentes, o *trueness* e a *precision*. O termo *trueness* (ou veracidade) descreve a proximidade entre o valor medido e o valor verdadeiro, indicando o quão fiel é a réplica digital em comparação com o objeto físico. A *precision* (ou precisão), por sua vez, demonstra o nível de reprodutibilidade dos resultados, mostrando a capacidade do scanner de produzir medições consistentes quando o processo é repetido nas mesmas condições (Michelinakis *et al.*, 2019).

Na odontologia digital, esses parâmetros são muito usados para avaliar a eficácia dos *scanners* intraorais. A *trueness* indica a fidelidade do modelo digitalizado em relação ao formato real da arcada, e a *precision* verifica se o sistema mantém a consistência ao repetir o processo várias vezes (Michelinakis *et al.*, 2019).

3.4.2 Comparação de *Scanners* Intraorais

Ao comparar diferentes estudos, observa-se que os *scanners* de última geração, como o TRIOS, o iTero e o Medit, apresentam *trueness* e precisão médias situadas entre 0,04 mm e 0,10 mm, valores ainda dentro dos limites clinicamente aceitáveis, conforme pode ser observado no quadro 1 (Michelinakis *et al.*, 2019; Amornvit; Rokaya; Sanohkan, 2021; Baresel; Baresel, 2025).

Quadro 1: Comparação de precisão e trueness entre diferentes *scanners* intraorais

Scanner	Tecnologia de aquisição	Trueness média (%)	Precisão média (%)	Observações principais	Fonte
3Shape TRIOS 3/4/5	Confocal imaging	0,016 – 0,061	0,017 – 0,054	Alta precisão, estabilidade de software	Michelinakis <i>et al.</i> (2019); Amornvit <i>et al.</i> (2021); Baresel e Baresel (2025)
Medit i500/i700	Structured light	0,015 – 0,089	0,017 – 0,071	Leve tendência à subestimação, boa relação custo-benefício	Michelinakis <i>et al.</i> (2019); Baresel e Baresel (2025)
Planmeca Emerald	Structured light	0,056 – 0,86	0,07 – 0,78	Maior erro relativo em arcos completos; desempenho mais estável em pequenos trechos	Michelinakis <i>et al.</i> (2019); Amornvit <i>et al.</i> (2021)
iTero Lumina / Element	Multi-direct capture (MDC)	0,04	0,032	Menor erro global, ideal para arcos longos	Baresel e Baresel (2025)
Dental Wings / Aoralscan	Triangulação óptica	0,30 – 1,10	0,28 – 0,95	Menor performance em grandes extensões	Amornvit <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Adaptado de Michelinakis *et al.* (2019); Amornvit *et al.* (2021); Baresel e Baresel (2025).

A escolha do scanner intraoral deve incluir precisão, tecnologia óptica, compatibilidade do software, preço e tempo de aprendizagem.

- Procedimentos simples ou de menor alcance: todos os *scanners* avaliados foram clinicamente satisfatórios.

- Reabilitações complexas ou arcos completos: as tecnologias MDC e confocal tendem a manter maior estabilidade dimensional (Baresel; Baresel, 2025).

- Em cenários com equipes diversas, aparelhos com interfaces simples e resposta visual imediata tipo TRIOS, iTero minimizam equívocos e aceleram o processo de digitalização.

- Análise custo-vantagem: modelos com tecnologia structured light, tipo Medit i700, demonstram boa performance com investimento mais em conta, ótima escolha para clínicas com planos de digitalização progressiva (Michelinakis *et al.*, 2019).

3.5 CURVA DE APRENDIZADO E FATORES HUMANOS

A precisão do escaneamento intraoral não é apenas uma questão de tecnologia, mas também da perícia do profissional que opera o scanner. A destreza na técnica, junto ao entendimento da distância ideal, da velocidade e do padrão de movimento, impacta diretamente na nitidez da imagem e na minimização de falhas. Aparelhos com design que se adapta bem à mão e com sistemas fáceis de usar ajudam no aprendizado, agilizando e otimizando o processo (Dhull *et al.*, 2024).

De acordo com Róth *et al.* (2023), essa curva pode ser quantificada pelo tempo necessário para completar as digitalizações e tende a estabilizar após um determinado número de repetições.

Em um estudo comparativo entre os *scanners* 3Shape Trios 4 e CEREC Primescan, Róth *et al.* (2023) observaram que estudantes de odontologia sem experiência prévia alcançaram o platô de desempenho após aproximadamente 11 escaneamentos com o Trios 4 e 14 escaneamentos com o Primescan. Os autores relatam que o Trios 4 apresenta uma curva de aprendizado mais curta, atribuída à sua ergonomia superior, menor peso e à tecnologia de imagem confocal a laser, que oferece feedback visual em tempo real e maior fluidez de captura.

Por outro lado, o Primescan, embora possua alta precisão e tecnologia de luz estruturada, requer maior controle manual e estabilidade de movimento, o que amplia o número de repetições necessárias até a estabilização da curva. Mesmo assim, ambos os dispositivos demonstraram redução significativa do tempo de escaneamento entre a primeira e a décima quinta varredura, indicando melhora rápida na eficiência do operador (Róth *et al.*, 2023).

Complementarmente, Dhull *et al.* (2024) destacam que a eficácia da digitalização intraoral está intimamente ligada ao domínio técnico do operador e à familiaridade com os princípios ópticos e algoritmos de processamento dos dispositivos. *Scanners* baseados em luz estruturada e confocal imaging, como os avaliados por Róth *et al.* (2023), dependem de controle de umidade, estabilidade de mão e posicionamento preciso para garantir a fidelidade das imagens. Assim, a curva

de aprendizado é influenciada tanto pela tecnologia empregada quanto por fatores humanos e ergonômicos.

Em contrapartida, *scanners* que utilizam luz estruturada e triangulação óptica demandam mais firmeza nos movimentos e controle manual, o que aumenta o tempo necessário para se acostumar com o equipamento (Richert *et al.*, 2017; Suese, 2020).

Habilidades pessoais, como a coordenação motora e o uso de ferramentas digitais, também afetam o resultado final. Assim, a prática constante e o uso de métodos padronizados são essenciais para assegurar resultados consistentes e reduzir ao máximo os erros causados pelas diferenças entre os profissionais. (Richert *et al.*, 2017; Suese, 2020).

Para melhor visualização e análise das abordagens utilizadas para a avaliação da curva de aprendizado em escaneamento intraoral, o Quadro 2 apresenta um resumo comparativo dos principais aspectos dos estudos desenvolvidos por Borges (2024) e Róth *et al.* (2023).

Quadro 2: Comparativo da curva de aprendizado e fatores humanos entre diferentes *scanners* intraorais

Scanner / Sistema	Tecnologia de Captura	Curva de Aprendizado (aprox.)	Principais Fatores de Facilidade ou Dificuldade	Desempenho após Treinamento	Fonte (Autor Original)
Eagle IOS	Captura contínua de dados, triangulação, LED branco	≈10 repetições	Leve (150g). Baixa percepção de dificuldade (10% relataram dificuldade).	Platô atingido em 245,5 s	BORGES (2024)
Omniam AF	Triangulação óptica e Microscopia Confocal	≈11 repetições	Tempo inicial mais alto (573,2 s). Percepção de dificuldade mais alta (44%). Peso: 313g.	Platô atingido em 260,6s.	BORGES (2024)
IS 3700	Luz estruturada, triangulação	≈11 repetições	Maior taxa de aprendizado (curva mais íngreme). Pesado (325g).	Platô atingido em 167,9 s (menor tempo)	BORGES (2024)
3Shape Trios 4 IOS	Laser confocal imaging	≈11 escaneamentos	Mais leve que o Primescan. Curva de aprendizado mais curta.	Tempo médio de escaneamento reduzido (de 205s para 133,6s).	RÓTH <i>et al.</i> (2023)
CEREC Primescan	Triangulação óptica	≈14 escaneamentos	Mais pesado que o Trios 4. Maior dificuldade de manuseio.	Curva de aprendizado mais longa que o TRIOS.	RÓTH <i>et al.</i> (2023)

Fonte: Adaptado de Borges (2024); Róth *et al.* (2023).

3.6 INTEGRAÇÃO COM O FLUXO DIGITAL E IMAGEM 3D

Para integrar os *scanners* intraorais ao universo digital, é preciso combinar diferentes tipos de imagens, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), escaneamentos faciais em 3D e programas CAD/CAM, criando assim uma representação virtual completa do paciente (Shujaat *et al.*, 2021).

Essa união permite prever melhor os resultados de cirurgias e próteses, além de diminuir erros que podem se acumular no processo digital. Porém, cada fase da sequência de imagens (captura, separação e organização/registo) pode causar pequenos desvios, mostrando como é importante que os sistemas sejam compatíveis e que os aparelhos sejam calibrados regularmente. (Shujaat *et al.*, 2021).

4 DISCUSSÃO

O uso desses aparelhos proporcionou progressos notáveis em acurácia, previsão, e comodidade pro paciente, também diminuindo o tempo clínico e de laboratório em comparação com os métodos tradicionais de moldagem (Hashemi *et al.*, 2022). No entanto, a grande variedade de marcas e tecnologias existentes impõe uma análise cuidadosa do desempenho, exatidão, curva de aprendizado e pertinência clínica antes da seleção do equipamento.

Ao comparar o método digital com o tradicional, percebe-se uma grande vantagem em termos de rapidez, bem-estar do paciente e diálogo com o laboratório, sem afetar a qualidade do trabalho final (Hashemi *et al.*, 2022).

Ao colocar lado a lado o fluxo digital e o convencional, Hashemi *et al.* (2022) mostraram que, em próteses fixas de três elementos sobre implantes, na adaptação marginal, na passividade e na estética não houve diferença significativa. No entanto, o tempo total de confecção e o conforto do paciente foram consideravelmente melhores no fluxo digital. O estudo conclui que o uso de *scanners* intraorais é clinicamente viável, oferecendo resultados equivalentes em qualidade e superiores em eficiência.

Comparando três *scanners* muito utilizados 3Shape TRIOS 3, Medit i500 e Planmeca Emerald, Michelinakis *et al.* (2019) encontraram diferenças relevantes. O Planmeca Emerald exibiu menor trueness, enquanto que o TRIOS 3 foi o mais preciso, e o Medit i500 originou um modelo digital ligeiramente menor do que o modelo físico real.

Em estudo mais recente, Baresel e Baresel (2025) avaliaram cinco *scanners* com tecnologias diferentes (confocal, structured light e multi-direct capture), ressaltando o desempenho do iTero Lumina, que apresentou o menor erro relativo de trueness (0,04%) e maior precisão (0,032%) dentre os analisados.

Essa distinção advém da tecnologia MDC (Multi-Direct Capture), que captura múltiplas direções, que pega vários ângulos ao mesmo tempo, diminuindo erros de superposição de imagens em arcadas completas. Enquanto *scanners* por luz estruturada (Medit i700, AS260) mostraram erros um pouco maiores.

Os resultados convergem com os de Amornvit Rokaya; Sanohkan (2021), que examinaram dez *scanners* (Trios 3 e 4, iTero, Dental Wings, Medit, Planmeca, e outros) e mostraram que a acurácia diminui de acordo com a distância escaneada,

especialmente em digitalizações de arco total. Nesse cenário, a série TRIOS teve a melhor *trueness* em geral, depois os modelos iTero e Medit, com pequenas mas importantes diferenças, em reabilitações grandes.

Em resumo, o progresso nos *scanners* intraorais demonstra a evolução tecnológica da Odontologia Digital e a afirmação de um novo nível de precisão e eficiência nos procedimentos. Mesmo que grande parte dos equipamentos em circulação trabalhem bem em uso regular, a seleção do dispositivo ideal precisa considerar a indicação clínica individual, a infraestrutura tecnológica da clínica e a experiência do profissional. Conforme as tecnologias ópticas e os algoritmos 3D seguem avançando, a expectativa é que as diferenças entre os sistemas diminuam, tornando o fluxo digital mais acessível, integrado e confiável.

Então, esses *scanners* intraorais não somente substituem os métodos tradicionais de moldagem, mas eles, também, remodelam a noção de exatidão e personalização na odontologia moderna.

5 CONCLUSÃO

A literatura analisada demonstra que os *scanners* intraorais apresentam níveis de acurácia clinicamente aceitáveis, comparáveis ou superiores às moldagens convencionais, sobretudo em procedimentos unitários e de pequena extensão (Abduo; Elseyoufi, 2018; Amornvit *et al.*, 2021). Entretanto, em reabilitações extensas e arcos completos, a precisão pode variar conforme a tecnologia óptica utilizada, o algoritmo de reconstrução e a experiência do operador (Baresel; Baresel, 2025; Michelinakis *et al.*, 2019).

Observa-se que nenhum scanner apresenta desempenho superior em todos os parâmetros avaliados, visto que cada tecnologia, confocal, structured light ou multi-direct capture, oferece vantagens e limitações específicas. Dessa forma, a escolha do equipamento ideal deve considerar fatores como tipo de caso clínico, curva de aprendizado, compatibilidade de software, custo-benefício e perfil da equipe profissional (Suese, 2020; Richert *et al.*, 2017).

Conclui-se, portanto, que a adoção do fluxo digital é um caminho inevitável e positivo para a odontologia moderna, uma vez que amplia a precisão diagnóstica e a previsibilidade dos resultados, ao mesmo tempo em que melhora a experiência do paciente. Apesar da ausência de um sistema universalmente superior, os *scanners* intraorais se consolidam como ferramentas indispensáveis para a prática clínica atual e futura, simbolizando a integração plena entre tecnologia, ciência e personalização do tratamento odontológico.

REFERÊNCIAS

- ABDUO, Jaafar; ELSEYOUFI, Mohamed. Accuracy of intraoral scanners: a systematic review of influencing factors. **European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, London, v. 26, p. 101–121, 2018. DOI: 10.1922/EJPRD_01752Abduo21.
- AHMED, Suhael; HAWSAH, Abeer; RUSTOM, Randa; ALAMRI, Abeer; ALTHOMAIRY, Sameer; ALENEZI, Maha; SHAKER, Sarah; ALRAWSAA, Faisal; ALTHUMAIRY, Ahmed; ALTERAIGI, Abdullah. Digital impressions versus conventional impressions in prosthodontics: a systematic review. **Cureus**, v. 16, n. 1, e51537, 2024. DOI: 10.7759/cureus.51537. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10834103/pdf/cureus-0016-00000051537.pdf>. Acesso em: 7 out. 2025.
- AMORNVIT, P.; ROKAYA, D.; SANOHKAN, S. Comparison of accuracy of current ten intraoral scanners. **BioMed Research International**, v. 2021, p. 1–10, 2021. DOI: 10.1155/2021/2673041. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8452395/pdf/BMRI2021-2673040.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.
- BARESEL, I.; BARESEL, J. Full arch accuracy of intraoral scanners with different acquisition technologies: an in vitro study. **Journal of Dentistry**, v. 156, 105703, 2025. DOI: 10.1016/j.jdent.2025.105703. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571225001484>. Acesso em: 15 set. 2025.
- BORGES, Marianna Soares Nogueira. **Scanners intraorais e curva de aprendizado: influência de diferentes equipamentos**. 2024. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2024.
- DHULL, Kanika Singh; NAGAR, Rohit; MATHUR, Pranshu; SHIL, Malabika; JAIN, Shrinidhi; DUREHA, Roli; KAPOOR, Abhay. Intraoral scanners: mechanism, applications, advantages, and limitations. **Cureus**, v. 16, n. 7, e66865, 2024. DOI: 10.7759/cureus.66865. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11426806/>. Acesso em: 20 set. 2025.

HASHEMI, A. M. *et al.* Fully digital versus conventional workflows for fabricating posterior three-unit implant-supported reconstructions. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, p. 11456, 2022. DOI:

10.3390/ijerph191811456. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9517085/>. Acesso em: 20 set. 2025.

JODA, T.; BRÄGGER, U.; GALLUCCI, G. Systematic literature review of digital three-dimensional superimposition techniques to create virtual dental patients. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 30, n. 2, p. 330–337, 2015. DOI: 10.11607/jomi.3852.

LEAL, Gabriel; CREPALDI, Anderson; BETTEGA, Patrícia V. C.; MANFRON, Ana Paula T.; LIMA, Carlos Pereira. Fluxo analógico vs. digital em prótese: uma revisão de literatura. **Revista Gestão & Saúde**, v. 26, n. 1, p. 459–469, 2024. Disponível em: <https://revista.herrero.com.br/index.php/gestaoesaude/article/view/169>. Acesso em: 6 ago. 2025.

MICHELINAKIS, George; APOSTOLAKIS, Dimitrios; TSAGARAKIS, Andreas; KOURAKIS, George; PAVLAKIS, Emmanuil. A comparison of accuracy of 3 intraoral scanners: a single-blinded in vitro study. **Journal of Prosthetic Dentistry**, 2019. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.11.013.

RICHERT, Raphaël; GOUJAT, Alexis; VENET, Laurent; VIGUIE, Gilbert; VIENNOT, Stéphane; ROBINSON, Philip; FARGES, Jean-Christophe; FAGES, Michel; DUCRET, Maxime. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. **Journal of Healthcare Engineering**, 2017. DOI:

10.1155/2017/8427595. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5605789/pdf/JHE2017-8427595.pdf>.

Acesso em: 5 jul. 2025.

RÓTH, Ivett; HERMANN, Péter; VITAI, Viktória; JOÓS-KOVÁCS, Gellért Levente; GÉCZI, Zoltán; BORBÉLY, Judit. Comparison of the learning curve of intraoral scanning with two different intraoral scanners based on scanning time. **BMC Oral Health**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 267, 9 maio 2023. DOI: 10.1186/s12903-023-02963-7.

SHUJAAT, Sohaib; BORNSTEIN, Michael M.; PRICE, Jeffery B.; JACOBS, Reinhilde. Integration of imaging modalities in digital dental workflows: possibilities, limitations, and potential future developments. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 50,

n. 7, cod. 20210268, 2021. DOI: 10.1259/dmfr.20210268. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8474138/pdf/dmfr.20210268.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SUESE, K. Progress in digital dentistry: the practical use of intraoral scanners. **Dental Materials Journal**, v. 39, n. 1, p. 52–56, 2020. DOI: 10.4012/dmj.2019-224. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/39/1/39_2019-224/_pdf/-char/en. Acesso em: 5 jul. 2025.

VAN NOORT, R. The future of dental devices is digital. **Dental Materials**, v. 28, n. 1, p. 3–12, 2012. DOI: 10.1016/j.dental.2011.10.014.

YUZBASIOGLU, Emir; KURT, Hanefi; TURUNC, Rana; BILIR, Halenur. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. **BMC Oral Health**, v. 14, n. 10, p. 1–7, 2014. DOI: 10.1186/1472-6831-14-10. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3913616/pdf/1472-6831-14-10.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2025.