

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

MARINA AMARANTE FRANCO

***Status* e precisão atual dos *scanners* intraorais: uma revisão da
literatura**

BAURU
2019

MARINA AMARANTE FRANCO

***Status* e precisão atual dos *scanners* intraorais: uma revisão da literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Odontologia de Bauru
da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Especialista em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Araújo

DEDICATÓRIA

*Ao meu guia, para aquele que se foi mas deixou seus ensinamentos, seu valores, seus princípios, meu Avô **Iluir do Amarante (in memoriam)**, que me protege e que se hoje eu pudesse realizar um desejo eu lhe traria de volta para um último abraço.*

*Aos meus Irmãos **Eduardo, Matheus** e minha Mãe **Tatiana** vocês serão para sempre a luz do meu sorriso, se por alguém luto, esse alguém são vocês.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela minha saúde, pela energia que tenho todos os dias ao acordar para correr em busca dos meus sonhos com meus próprios pés, que me deu forças para não desistir, para ter coragem de enfrentar meus medos, mostrar que não vale a pena desistir dos sonhos e lutar por eles sempre de cabeça erguida e que quando eu estava sozinha, nunca me abandonou.

A minha mãe, Tatiana, pela vida, pelo amor incondicional e por sempre dar o melhor de si em busca do sonho dos seus filhos, ao Luciano por estar sempre por perto nos protegendo.

A minha tia Fernanda e Eliana que onde puderam me auxiliar, estiveram presentes e dispostas a ajudar, obrigada, sem vocês não seria possível a conclusão desta etapa.

A minha Vó Marilza, pela dedicação desses anos todos, pelo carinho e preocupação, pelo incentivo e amor aos seus filhos.

As minhas colegas, Bruna Alencastro, Lorraine Tinoco, Mariana Queiroz, Nathalia Schiavon e Brisa Camargo meu profundo agradecimento, vocês foram as melhores colegas que Deus poderia ter colocado no meu caminho, agradeço todos os dias por nossa amizade, por compartilhar conhecimento e tanto carinho, carregarei vocês eternamente em meu coração.

A Claudia Albert, pela ajuda quando precisei e pela compreensão, obrigada!

Em especial ao meu orientador Dr. Carlos Araújo e ao coordenador e professor Dr. Paulo Conti, muito obrigada pela dedicação como educadores e por terem nos passado tanto conhecimento e pela doação durante todo o curso, meu muito obrigada!!

RESUMO

A Odontologia é uma das áreas da saúde que possui uma alta demanda em investimento de recursos tecnológicos, sendo assim investir na praticidade e agilidade para obter melhor resultado dos trabalhos realizados estão sendo prioridade no mercado digital odontológico desde os anos 80. Considerando as tecnologias disponíveis hoje em dia, o objetivo deste trabalho está em revisar e discutir a literatura pertinente aos fluxos de trabalhos digitais dos *Scanners* Intraorais (IOS), que são dispositivos para capturar impressões ópticas de arcadas, bem como realizar uma comparação entre esses *Scanners* e dos estudos existentes e as diferenças entre os IOS disponíveis comercialmente, vantagens e desvantagens, analisar se essas impressões são tão precisas quanto às impressões convencionais, as suas aplicações clínicas e limitações.

Palavras-chave: Scanners Intraorais, Scanners Extraorais, Precisão dos Scanners, Modelos Digitais

ABSTRACT

Dentistry is one of the health areas that possess a high demand of investment in technological resources, so investing in practicality and agility to get better results of the jobs that are being done are a priority in the dental digital market since the 80s. Considering the technology available today, the objective of this study is to review and discuss the relevant literature of the digital workflows of intraoral scanners (IOS), which are devices for capturing optical impressions of arcades, make a comparison between these Scanners and existing studies, the differences between IOS commercially available, advantages and disadvantages, consider whether these impressions are as accurate as conventional prints, the differences between IOS and its clinical applications and limitations.

Keywords: Intraoral Scanners, Extraoral Scanners, Scanners Precision, Digital models.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IOS- *Scanners* Intraorais;
3D- Tridimensional;
CAD- Design assistido por computador (*Computer-Aided Design*);
CAM- Fabricação assistida por computador (*Computer-Aided Manufacturing*);
CLSM- Microscopia de Varredura a Laser Confocal (*Confocal Laser Scanner Microscopy*);
OCT- Tomografia de Coerência Ótica (*Optical Coherence Tomography*);
AFI- Interferometria de Borda de Acordeão (*Accordion Fringe Interferometry*);
AWS- Amostragem de frente de onda ativa (*Active Wavefront Sampling*);
SLT- Arquivo Estereolitográfico (*Standart Tessellation Language*);

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. METODOLOGIA.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO.....	12
3.1. Fluxo de trabalho dos <i>Scanners</i>	15
3.2. <i>Scanners</i> Intraorais.....	18
3.3. Comparação entre as técnicas de Escaneamento.....	21
3.4. Vantagens e Desvantagens.....	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

A Odontologia é uma das áreas da saúde que possui uma alta demanda em investimento de recursos tecnológicos, desde materiais para consumo, equipamentos e pesquisa científica, para que assim possamos aplicar na prática do dia a dia esses novos recursos e técnicas em nossos pacientes com necessidades variadas de tratamento.

Tratamentos esses que geralmente necessitam da aplicação integral do conhecimento do cirurgião-dentista para que se obtenha sucesso final. Atualmente a demanda dos casos envolve uma série de especialidades da Odontologia, podemos usar como exemplo casos de reabilitações orais que necessitam de tratamentos prévios como Ortodontia, Periodontia, Implantodontia e Endodontia. Com base nisso, começamos a observar a grande necessidade de a Odontologia investir na praticidade, agilidade para obter melhor resultado dos trabalhos realizados. Devido à toda essa necessidade, investidores em equipamentos odontológicos tiveram de lançar mão de tecnologias que colaborassem para que isso pudesse virar uma realidade nos consultórios odontológicos.

A indústria odontológica melhorou os materiais de impressão ao longo dos anos, porque trabalhar com uma impressão precisa é obrigatório para a produção de qualquer prótese dentária (MANDELLI et al., 2017, p.366). Considerando as tecnologias disponíveis no mercado hoje em dia, o objetivo deste trabalho está em revisar e discutir a literatura pertinente aos fluxos de trabalhos digitais dos *Scanners* Intraorais disponíveis para impressão de arcadas, bem como realizar uma comparação entre esses *Scanners* e dos estudos existentes. O mercado digital odontológico vêm crescendo e os fabricantes buscam aprimorar esses recursos para existir uma maior qualidade das impressões durante o escaneamento, podendo assim oferecer aos cirurgiões-dentistas uma viabilidade na comunicação com técnicos em próteses que terceirizam a produção dos trabalhos e vai em busca de 100% de adaptação das peças em Prótese Dentária, para obtermos maior longevidade, qualidade dos tratamentos realizados. Uma maneira de otimizar o fluxo de trabalho, evitar desconforto, melhorar a comunicação entre colegas e com os laboratórios de prótese, reduzindo os espaços físicos necessários para o arquivamento desses modelos são algumas das vantagens alegadas dessa tecnologia (POLIDO, 2010,

p.18). Esta ferramenta começou a ser muito utilizada em tratamentos ortodônticos digitais, a análise métrica de modelos de estudo ortodôntico das arcadas dentárias superior e inferior, tiveram um papel central no processo de diagnóstico e diferencial-terapêutico na especialidade de Ortodontia, que foram introduzidos no final da década de 1990 (KIRSCHNECK et al., 2018, p. 114).

Portanto esta revisão de literatura também tem como objetivo constatar as vantagens e desvantagens da utilização das impressões óticas em comparação com impressões convencionais, quanto à sua precisão, diferença dos IOS comercializados no mercado atualmente e suas aplicações clínicas.

Os sistemas digitais de moldagem e escaneamento em Odontologia foram introduzidos na metade dos anos 80, porém referindo-se à diferentes casos de tratamentos odontológicos, muitos dentistas relutam em se envolver com novas tecnologias de moldagens porque simplesmente acreditam que os materiais e técnicas com elastômeros estão em uso há tanto tempo, e funcionam tão bem, que são insubstituíveis ou que as tecnologias 3D de *scanners* digitais são tão novas que ainda não estão prontas para o uso clínico (POLIDO, 2010, p.18-19).

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido à partir de uma busca nas bases de dados disponíveis para pesquisa de artigos e publicados entre Setembro de 2010 e Janeiro de 2019, bem como Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) e Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt-BR>), durante o período entre os meses Setembro do ano de 2018 à Março do ano de 2019 os artigos e estudos foram revisados e discutidos e às buscas foram realizadas através das palavras chave, Scanners Intraorais, Scanners Extraorais, Precisão dos Scanners, Modelos Digitais nos idiomas Inglês e Português.

3. REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

Novas tecnologias utilizadas na Odontologia, como a digitalização de imagens, levaram a mudanças significativas na obtenção de próteses e infraestruturas protéticas, assim o trabalho realizado por dentistas é habitualmente mais otimizado, tem maior agilidade em produzir, assim como tudo que vem sendo substituído por meio digital que antigamente era produzido de maneira física, por exemplo os modelos digitais são desenhados por um software e impressos por impressoras específicas. No caso da prótese dentária, o modelo de gesso ou até mesmo a arcada dentária dos pacientes podem ser digitalizados, se transformando em arquivos por processos de escaneamento.

O escaneamento é uma técnica de digitalização de objetos reais à partir de imagens geradas por luz ou, originalmente, por contato. Assim, podemos ter *scanners* intraorais ou de bancada (extraorais), à partir da captação do reflexo da luz ou por contato físico (BERNARDES et al., 2012, p.08).

Os escaneamentos digitais podem ser indefinidamente armazenados em discos rígidos, enquanto modelos convencionais, que podem quebrar ou lascar, devem ser armazenados fisicamente, o que requer um espaço adicional nos consultórios. Há muitos anos um molde de um paciente é obtido através do processo de moldagem, conhecido como um procedimento clínico de impressão, sendo assim a cópia negativa dos preparos dentais, componentes ou estruturas adjacentes, que à partir do molde será vazado em gesso específico para obtenção da cópia positiva (ZAVANELLI et al., 2016, p.121), porém tanto o material de impressão como os modelos de gesso estão sujeitos a influências físicas, químicas e desgastes (KIRSCHNECK et al., 2018, p. 114). As técnicas convencionais de moldagem em prótese fixa mais utilizadas são por técnica de moldagem com casquetes individuais e técnica de moldagem com fios retratores (ZAVANELLI et al., 2016, p.120). As especialidade que mais têm se beneficiado dessa tecnologia digital são a Ortodontia, a Prótese, a Implantologia e a Cirurgia Ortognática (BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017, p.356).

Métodos de fazer impressões dentárias evoluíram muito nas ultimas décadas, nos últimos anos os moldes odontológicos têm sido feitos convencionalmente usando

impressões de alginato e modelos de gesso, no entanto, o interesse atual em tecnologia tridimensional e digital nos campos médico e odontológico levou ao desenvolvimento de escaneamento e varredura 3D (BURZYNSKI et al., 2018, p. 534).

Os trabalhos realizados por técnicos em prótese foi e ainda é realizado através do escaneamento do modelo de gesso, porém isso vem sofrendo alteração devido a acessibilidade e ao custo do IOS, esses auxiliam diminuindo o tempo de trabalho, menos tentativas do que com moldagens físicas, conforto sem moldagem com materiais elásticos, obtenção de uma imagem 3D dos dentes em alta resolução em busca de melhor adaptação das peças, estética e qualidade na função.

Desde o final dos anos 2000, houve um rápido aumento no número de *scanners* capazes de capturar arcos dentários completos. No entanto, com uma plataforma aberta que permite a fabricação de CAD/CAM de terceiros e o rápido crescimento do número de *scanners* intraorais, há dados limitados para validar se esses podem substituir as impressões convencionais (NEDELCU et al., 2018, p.110). *Scanners* com a tecnologia CAD/CAM foram originalmente criados para uso dental à partir de uma tese intitulada “Empire Optique” (Impressão Óptica) e apresentados na Université Claude Bernard, Faculté d’Odontologie, in Lyon, France in 1973 pelo Dr. Francois Duret, esse pesquisador desenvolveu e patenteou um aparelho CAD/CAM em 1984, chamado CEREC (Siemens, Munich, Germany, 1984) e apresentou no Congresso de Inverno de Chicago em 1989 (BÓRIO; DEL SANTO; JACOB, 2017, p.356). Contudo, o CEREC inicial estava limitado a restaurações de dente único e era parte integrante de um fluxo de trabalho próprio, acompanhado por uma fresadora interna (NEDELCU et al., 2018, p.110).

Desde então, vários dispositivos digitais de impressão intraoral foram desenvolvidos. Além do CEREC, o Lava™ COS, o iTero, o E4D e o TRIOS são alguns dos sistemas de impressão digital intraoral disponíveis no campo odontológico atual (SU; SUN, 2015, p.237).

Com um *Scanner* Intraoral é possível desenvolver e fabricar peças imediatamente após o escaneamento, através de equipamentos que foram lançados no mercado chamados de CAD, sigla inglesa que significa Computer-Aided Design que por sua vez ganhou esse nome e têm a função de reproduzir um projeto do modelo final da infraestrutura adquirido pelo escaneamento, junto com ele o CAM (Computer-Aided Manufacturing) por sua manufatura a peça é projetada pelo CAD,

essas ferramentas acabaram automatizando com agilidade, gerando a possibilidade de controlar de perto os processos de fabricação (BERNARDES et al., 2012, p.09).

Segundo o sistema Dentsply Sirona, conhecido como CEREC, o sistema CAD/CAM mostra como a evolução tecnológica auxilia e beneficia profissionais da área em todo o mundo, assim como torna o tratamento mais eficaz e rápido. No entanto, quem busca acompanhar esse desenvolvimento, em especial com a capacidade de realizar o desenho de uma prótese no computador e criá-la dentro do consultório, tornou-se uma necessidade. Disponível em : <<https://cerecvocepode.com.br/scanner-odontologico/>>. Acesso em: 29 dez. 2018. Porém é necessário uma avaliação mais criteriosa, a necessidade de examinar a qualidade dessas peças e como elas estão sendo desenvolvidas é uma cobrança que cabe a nós mesmos cirurgiões-dentistas, será que os profissionais envolvidos na manufatura dessas peças estão capacitados assim como os técnicos em Prótese Dentária para concluir o trabalho com mesma qualidade afim de devolver as funções cabíveis e necessárias ao paciente com sistema CAD/CAM, é uma discussão cabível quando se trata de opções *Chairside*.

Outro requisito a ser avaliado é a curva de experiência, o sistema baseado em imagem única requer sessões repetidas de aprendizado para aplicação clínica efetiva. O sistemas mais novos oferecerem melhor exatidão e precisão e é menos provável de ser influenciado pelo tempo de carreira clínica do operador ou pela região que está sendo escaneada (LIM et al., 2018, p.225), com base nos achados clínicos no estudo de Lim et al. (2018, p. 231), a experiência repetida, a experiência clínica e a região varrida afetaram a exatidão das imagens digitalizadas do sistema baseado em imagem única, conseqüentemente, os usuários precisam de oportunidades repetidas de experiência para aplicação clínica efetiva e o sistema baseado em vídeo (Trios-3Shape) oferecia melhor exatidão e precisão e foi menos influenciado pelo tempo da carreira clínica e pela região que estava sendo escaneada.

3.1. Fluxo de trabalho dos *Scanners*

O *Scanner* TRIOS (3SHAPE) é um *scanner* capaz de escanear modelos de estudos em poucos minutos, as imagens geradas são coloridas e o sistema tem facilidade de escanear regiões edêntulas, a unidade intraoral é pequena e bem tolerada pelos pacientes, além de ser intercambiável para ambas as arcadas. O aparelho transmite a imagem em um arquivo próprio, mas permite que os laboratórios obtenham apenas o arquivo [.STL]. O *scanner* pode ser vendido como unidade de laptop ou como em kart. O laptop apesar de maior portabilidade, é acompanhado de softwares de seu próprio fabricante, o que diminui a velocidade de processamento das imagens, aumentando o tempo de aquisição, o modelo com kart possui bateria recarregável própria e comporta todo o programa instalado, tornando-o mais rápido (BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017, p.358).

O *Scanner* iTero (Align Technology) entrou no mercado em 2007. Ele usa um sistema de imagem confocal paralela para realizar rapidamente a moldagem digital, capturando 100 mil pontos de luz laser e produzindo imagens com foco perfeito de mais de 300 profundidades focais das estruturas dentárias. Todas essas profundidades focais são espaçadas entre si por no máximo 50 micrômetros (50µm). O escaneamento confocal digital paralelo captura todos os elementos e materiais presentes na boca sem a necessidade de uso de produtos que recubram os dentes e sua precisão permite capturar preparos em nível supra e subgengivais (POLIDO, 2010, p.19-20), segundo Bósio, Del Santo e Jacob (2017, p.360), o *scanner* usa a tecnologia de microscopia de varredura a laser confocal sem a necessidade de utilizar um agente de contraste, porém o *scanner* necessita de uma câmera filmadora na unidade de aquisição das imagens, o que torna volumosa e desconfortável para os pacientes, o modelo mais novo apresenta uma unidade captadora de imagens menor e menos volumosa e para completar o processo de escaneamento dos dentes e do registro de mordida são necessários entre 10 e 15 minutos.

Já o *Scanner* TRUE DEFINITION (3M-ESPE) foi lançado em 2013, como uma versão atualizada do Lava Chairside Oral Scanner (COS), usado em grande escala em odontologia geral e prótese. O sistema é relativamente fácil de ser usado, mas tem o inconveniente de usar agente de contraste (pó de dióxido de alumínio), as imagens de

toda a boca podem ser capturadas em um intervalo de 5 a 8 minutos, os arquivos também estão em formato [.STL] (BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017, P.359).

Segundo Polido (2010, p.20) o sistema Lava® Chairside Oral Scanner (C.O.S.), da 3M ESPE é outra possibilidade de moldagem digital e consiste em um sistema de um kart móvel contendo uma CPU, um monitor do tipo “touch screen” e um aparelho escaneador que tem uma extremidade de aproximadamente 13mm de largura. A câmera na ponta do aparelho contém 192 leds e 22 sistemas de lentes. O método usado para a captura das moldagens em 3D envolve uma tecnologia chamada *Active Wavefront Sampling*. O conceito Lava® de “3D em movimento” incorpora um design ótico revolucionário, algoritmos de processamento de imagem e uma reconstrução de modelo que captura os dados 3D em uma sequência de vídeo e modela os dados em tempo real. A ponta escaneadora contém um complexo sistema óptico que compreende múltiplas lentes e células em led azul. Assim, o sistema Lava C.O.S. pode capturar aproximadamente 20 dados 3D por segundo, ou próximo de 2.400 dados por arcada, para um escaneamento preciso e em alta velocidade.

Segundo Mangano et al. (2017, p.5) a necessidade de pó e opacificação é típica dos IOS de primeira geração; os dispositivos introduzidos mais recentemente podem detectar impressões óticas sem usar pó. Tecnicamente um *scanner* que permita ao operador trabalhar sem o uso de pó deve ser preferido, pois esta técnica quando não executada corretamente reduz a qualidade geral do exame.

No entanto, conforme Kim et al., (2018, p.902) um *scanner* de referência que possa reproduzir com precisão um objeto real sem qualquer revestimento, se disponível, parece ideal para comparação direta entre sistemas com e sem revestimento em pó. Mais estudos sobre aplicação de pó para outros *scanners* ajudaria a validar se o revestimento com pó aumenta a precisão da varredura e se o benefício é maior que o inconveniente, incluindo tempo de operação e possíveis efeitos prejudiciais da inalação do pó.

Os *Scanners* disponíveis no mercado apresentam componentes óticos que podem ser classificados conforme tabela abaixo:

Tabela 1- Componentes óticos dos Scanners

COMPONENTES ÓTICOS DOS SCANNERS	
CLSM	Obtenção de imagem de alta definição nos três planos do espaço "X", "Y", "Z" e seletiva de profundidade, as imagens são projetadas em sequência e todos os pontos e linhas são capturados e construídas por um <i>software</i> .
TRIANGULAÇÃO ÓTICA	Esse sistema usa luz (laser) que atinge o objeto escaneado e mede a distância do comprimento de onda em toda a superfície escaneada criando um objeto em 3D, útil no escaneamento de materiais moles, delicados ou úmidos.
OCT	Técnica que mede a morfologia interna de materiais biológicos, usa a luz para medir a profundidade dos tecidos, as imagens são produzidas a partir das imagens microscópicas refletidas do objeto escaneado. Devido ao comprimento de onda longo, essa técnica consegue penetrar aproximadamente 2-3 mm na maioria dos tecidos sem causar nenhum dano.
AFI	Técnica utilizada para aquisição de imagem em tempo real usando raios laser oriundos de dois pontos diferentes, uma tela de CCD (charge couple device) para capturar a curvatura o objeto e criar uma imagem precisa em 3D. É menos sensível à luz ambiente, capaz de escanear objetos de diferentes texturas e acabamentos.
AWS	Técnica que usa apenas um caminho ótico de AWS e uma única câmera para capturar as informações de profundidade, não utiliza unidades de laser e várias câmeras para obtenção de imagem.

Fonte 1: *Contemporary Digital Dentistry - intraoral Digital Scanners- Systemic review, ORTHO SCIENCE, Bósio et al., January 2017.*

Além dos IOSs, outros métodos de escaneamentos são realizados pelos *scanners* extraorais (ou de bancada) mais utilizados por laboratórios de prótese dentária. Para a impressão digital é necessário realizar uma impressão convencional da arcada do paciente, um modelo de gesso e posteriormente os dados dessa impressão podem ser capturados por tecnologia laser confocal ou triangulação conforme o fabricante.

Um *scanner* extraoral captura dados tridimensionais digitalizando o gesso, seguido dos procedimentos de projeto e manufatura auxiliados por computador. Nos últimos vinte anos de desenvolvimento no campo da técnica de CAD/CAM baseada em varredura extraoral, as restaurações geradas por esta técnica exibem um alto desempenho de serem eminentemente funcionais e estéticos. (SU; SUN, 2015, p. 236-237).

Vários estudos mostraram que os *scanners* extraorais alcançaram um nível aceitável de precisão, sendo um dos tópicos atuais da literatura de odontologia 3D, medir a precisão dos *scanners* intraorais e dos *scanners* de laboratório (MANDELLI et al., 2017, p.364).

Os *scanners* intraorais e extraorais tiveram um desempenho semelhante na fabricação de coroas cerâmicas. No entanto, a confiabilidade dos *scanners* CAD/CAM podem ser afetados pelo princípio de funcionamento usado para aquisição de imagens (BOHNER et al., 2017, p.618).

Um estudo realizado e publicado por Mandelli et al. (2017, p.363-370) tinha como objetivo comparar a precisão de diferentes *scanners* de laboratório. Este estudo selecionou um modelo de referência de titânio jateado com areia (RM) e foi escaneado com um *scanner* 3D industrial para obter um modelo digital de referência sendo salvo em formato de mosaico padrão (STL), em seguida foi digitalizado dez vezes com cada um dos *scanners* testados, sendo que dois *scanners* de laboratório respectivamente, Aadv (tecnologia de luz estruturada) e o Zfx Evolution (tecnologia de luz estruturada) foram significativamente melhores que os outros *scanners* testados que também utilizavam tecnologia de luz estruturada e laser. Dentro da limitação deste estudo concluiu-se que o uso de um procedimento de escaneamento padronizado pela fabricação de um modelo de referência é útil para comparar a veracidade e a precisão de diferentes escâneres de laboratório apresentaram resultados significativamente melhores que outros.

3.2. *Scanners* Intraorais

Os *scanners* intraorais (IOS) são dispositivos para capturar impressões óticas diretas em odontologia (MANGANO, et al.,2017,p.1), a principal característica que ele deve apresentar é ter precisão, esta é definida como a 'proximidade da concordância entre indicações ou valores medidos obtidos por medições repetidas nos mesmos objetos sob condições especificadas' (MANGANO, et al.,2017,p.4). Assim, os IOSs devem ser capazes de reproduzir detalhes minuciosos da superfície de um dente em um elenco digital. Além disso, para fabricação de uma prótese dentária precisa e bem ajustada, as informações de aquisição de imagens como forma e dimensão, não devem ser distorcidas durante a conversão para dados tridimensionais (3D) (KIM et al., 2018, p.896).

A principal vantagem dos sistemas intraorais é que eles permitem a aquisição direta de dados de dentes preparados, o que elimina a necessidade de uma impressão convencional. Embora os modelos digitais obtidos a partir de um *scanner* intraoral mostrem alta precisão e exatidão, impressões digitais intraorais podem ser

restringidas sob condições clínicas, resultando em menor precisão dos moldes do arco completo do que aqueles obtidos a partir de um *scanner* extraoral (BOHNER et al., 2017, p.618).

As técnicas de escaneamento intraoral têm sido aperfeiçoadas e apresentam algumas vantagens sobre as técnicas de moldagem e modelo convencionais, na revisão sistemática de Bósio; Del Santo e Jacob (2017, p.361) os *scanners* foram organizados conforme a marca, componente ótico e necessidade de agente de contraste, conforme tabela abaixo:

Tabela 2- Resumo das características dos Scanners intraorais segundo BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017.

Características/Marcas	TRIOS	True Definition	I-TERO	Lythos
Empresa	3 Shape Copenhagen, Denmark	3M ESPE Monrovia, CA	Align Technology San Jose, CA	Ormco Corporation Glendora, CA
Ótica	Confocal Laser Microscopy	Active Wave Front Sampling	Confocal Laser Microscopy	Accordeon Fringe Interferometry
Ano de Lançamento	2010	2014	2006	2013
Tempo de aquisição (em minutos)	5	5-6	10-15	10-15
Uso de Contraste	Não	Sim	Não	Não
Arquivo Exportado	STL	STL	STL	STL

Fonte 2: Contemporary Digital Dentistry - intraoral Digital Scanners- Systemic review, ORTHO SCIENCE.

Conforme Mangano et al. (2017, p.4) um dos problemas mais frequentes encontrados com os IOSs e com impressões óticas é a dificuldade em detectar linhas marginais profundas em dentes preparados ou em caso de sangramento. Em alguns casos e especialmente em áreas estéticas onde é importante para o clínico colocar as margens da prótese subgingivalmente pode ser mais difícil para a luz detectar corretamente toda a linha de chegada.

As propriedades do material durante o escaneamento e a tecnologia do *scanner* podem afetar ainda mais a precisão. Essas propriedades do material diferem muito dos dentes naturalmente translúcidos e podem simplificar demais a realidade clínica dos *scanners* sem revestimento ou, ao contrário, colocar os *scanners* sem revestimento em grande desvantagem ao escanear o metal, por exemplo. No entanto, existem outras propriedades além da translucidez, como opacidade, iridescência, brilho superficial e fluorescência, que variam individualmente entre dentes humanos,

assim como o efeito da idade, espessura e cor do esmalte dentário e da dentina subjacente (NEDELCO et al., 2018, p.111).

Diferentes *scanners* intraorais (IOS) estão disponíveis para a odontologia digital. No entanto, as informações sobre precisão de vários IOSs para digitalização de arco completo são limitadas (KIM et al., 2018, p.895).

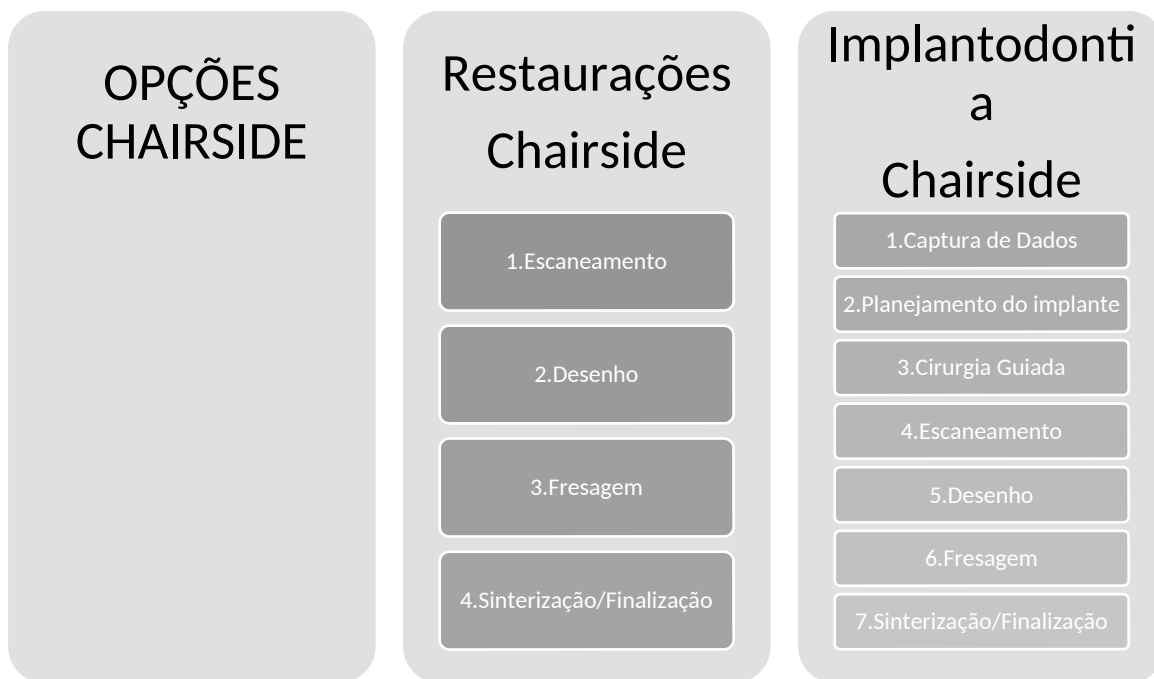
As três etapas fundamentais de um fluxo de trabalho digital para aplicações odontológicas são aquisição de dados ou digitalização, processamento de dados com projeto auxiliado por computador e manufatura assistida por computador CAD/CAM. (LEON et al., 2018, p.1).

Figura 1- Trabalho com Fluxo Digital



Fonte 3: Dentsplysirona/Indications

Figura 2- Trabalho com Fluxo Digital



Fonte 4: Dentsplysirona/Indications

3.3. Comparação entre as técnicas de Escaneamento

Embora *scanners* tenham apresentado resultados precisos na obtenção de moldagens intraorais, diferenças em acurácia de tamanho das arcadas e problemas de reprodutibilidade entre as tecnologias utilizadas são encontradas. Arcadas dentárias virtuais completas são ligeiramente menores (aproximadamente 1,5mm) do que as arcadas físicas e essa limitação deve ser considerada nos casos de reabilitações totais de arcada (BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017, p.357).

Um estudo *in vitro* realizado, com publicação em Novembro de 2017, com o objetivo de avaliar e comparar a exatidão dos *scanners* intraorais e extraorais na varredura de dentes preparados, com a hipótese nula de que não seriam encontradas diferenças nos resultados dos *scanners*, avaliou os conjuntos de dados experimentais que foram adquiridos por 4 sistemas de varredura: o *scanner* intraoral Trios (TIS) do fabricante 3Shape, o *scanner* extraoral D250 (DES) do mesmo fabricante, o *scanner* intraoral Cerec Bluecam (CBIS) do fabricante Dentsply Sirona e o *scanner* extraoral Cerec InEos X5 (CIES) do mesmo fabricante (BOHNER et al., 2017, p. 618).

Tabela 3- Características dos scanners usados

Scanner	Modo de Digitalização	Modo de captura de dados	Princípio de Captura de Dados	Fabricante
Trios	Intraoral	Vídeo	Tecnologia laser confocal	3Shape A / S
D250	Extraoral	Vídeo	Tecnologia laser confocal	3Shape A / S
Cerec Bluecam	Intraoral	Imagens individuais	Triangulação	Dentsply Sirona
Cerec Ineos	Extraoral	Vídeo	Triangulação	Dentsply Sirona

Fonte 5: Computer- aided analysis of digital dental impressions obtained from intraoral and extraoral scanners, THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY, Bohner et al., November 2017.

O conjunto de dados de referência foi determinado usando imagens digitais de alta precisão obtidas através de uma tomografia computadorizada (Zeiss Metrotom; Zeiss). Foi realizada uma inspeção por desenho auxiliado por computador (CAD), na qual se analisaram os desvios geométricos e dimensionais entre o conjunto experimental e o conjunto de dados de referência. A veracidade (erro sistemático) é definida como a proximidade da concordância entre o conjunto de dados experimental e o objeto real, enquanto a precisão (erro aleatório) se refere à proximidade da concordância entre diferentes varreduras realizadas pelo mesmo *scanner*. Ambos os valores juntos determinam a precisão do dispositivo. Neste estudo, o erro sistemático foi avaliado, e todos os grupos apresentaram valores semelhantes ao valor verdadeiro. No entanto, quando as superfícies dentárias foram analisadas separadamente, o CBIS (Cerec Intraoral) e o CIES (Cerec Extraoral) apresentaram um desvio estatisticamente maior para a região cervical e a superfície oclusal do que para a superfície axial. Estes resultados estão de acordo com o desempenho clínico do sistema CAD-CAM. A esse respeito, o espaçamento oclusal e a discrepância marginal foram previamente observados, enquanto o ajuste interno foi melhor. Além disso, o CBIS (Cerec Intraoral) apresentou a maior diferença de volume, embora não tenha sido encontrada diferença estatística entre os *scanners*. O sistema Cerec aplica o princípio de trabalho da triangulação da luz, em que três feixes de luz estão focados no mesmo ponto. Se a superfície apresentar uma dispersão de luz irregular, poderá diminuir a precisão da digitalização. Por outro lado, o sistema Trios trabalha com o conceito de corte óptico ultra-rápido e microscopia confocal, em que as variações no

plano de foco são reconhecidas pelo sistema. Com essa técnica, a superfície de objetos opacos pode ser reconstruída. Como diferentes materiais detectam a luz de maneira diferente, as discrepâncias podem estar relacionadas à dificuldade do CBIS (Cerec Intraoral) em escanear um dente de resina acrílica. (BOHNER et al., 2017, p. 617-622).

Um fator importante que pode ter causado tal discrepância nos valores de desvio é a aplicação de pó. Por causa da reflexão causada pelos dentes de resina acrílica, o pó foi aplicado antes de cada varredura, mesmo quando o uso de pó não era obrigatório. Bohner et al. (2017) concluíram que Com base nos achados deste estudo in vitro, as seguintes conclusões foram tiradas: Os *scanners* intraorais e extraorais mostraram uma exatidão similar na varredura dos dentes preparados. Maiores discrepâncias devem ocorrer na região cervical e na superfície oclusal .

Outro estudo realizado com publicação em Janeiro de 2018 com objetivo de avaliar a confiabilidade, validade e conformidade de um procedimento de varredura intraoral (Lythos © , Ormco) e de dois fluxos de digitalização extraoral via impressão de alginato e varredura de modelo de gesso com o D810 © (3shape) ou o Atos II Triple Scan © (GOM) em condições clínicas para criar modelos digitais, utilizados em Ortodontia para diagnóstico e planejamento terapêutico, entre jovens com idade de 18 e 30 anos e pelos menos 28 dentes naturais, dentição permanente completa até os segundos molares, sem atividade de cárie atual, gengivite, doença periodontal ou outra patologia, demonstraram que o fluxo de trabalho de verificação intraoral direto com o Lythos ©(Ormco) mostrou uma menor confiabilidade e validade estatisticamente significativas e um desvio maior do padrão de referência e, portanto, da situação intraoral real presumida, do que os dois métodos indiretos de alginato baseados na varredura de modelos de gesso com os *scanners* modelo D810 © (3Shape) e Triple Scan © da Atos II (GOM). Todos os três fluxos de trabalho digitais investigados, no entanto, provaram ser clinicamente equivalentes para fins de diagnóstico e mostraram confiabilidade e validade suficientes para uso clínico. Os dois métodos de digitalização indireta com os *scanners* extraorais D810 © (3Shape) e Atos II Triple Scan © (GOM) foram quase equivalentes em relação à confiabilidade e validade do resultado final dos modelos digitais , porém este estudo se mostra incoerente, pois foram utilizados equipamentos de fabricantes diferentes, o que leva a uma discussão perante a avaliação da confiabilidade e validade já que o método de obtenção de imagem intraoral não foi realizado pelo mesmo fabricante do

escaneamento extraoral. O método de obtenção dessas informações foram criados à partir da Criação de fluxo de trabalho de 20 modelos virtuais digitais (10 maxilares / 10 mandibulares), criados para cada um dos 20 pacientes através de três fluxos de trabalho de digitalização I (varrimento intraoral - Lythos ©), II (varrimento do modelo de gesso - D810 ©) e III (modelo de gesso - Atos II Triple Scan ©). U = arcada dentária superior; L = arcada dentária inferior (KIRSCHNECK et al., 2018, p.114-123).

Poucos estudos compararam os vários IOSs usando o princípio de captura de dados (triangulação ativa, microscopia confocal, tomografia de coerência ótica e amostragem de frente de onda ativa), modo de captura de dados (imagem individual e sequência de vídeo) e necessidade de revestimento em pó (revestidos e não revestidos) (KIM et al., 2018, p.896). Em um estudo (in vitro) realizado por Kim et al., (2018) foram avaliados 9 IOSs, embora o campo de varredura digital esteja se expandindo rapidamente, os usuários devem estar atentos as limitações dos IOSs atuais e que nem todos tem a mesma performance. Dentro das limitações deste estudo, os modelos E4D e Zfx IntraScan não apresentaram desempenho tão preciso quanto os outros IOSs para um varredura digital do arco completo. O principio de captura SS-OCT e modo de aquisição de imagens individuais exibiram veracidade inferior. O FastScan e o True Definition, que exigem revestimento em pó, exibiram melhor exatidão.

O estudo realizado por Lee (2018, p. 1) 32 participantes foram submetidos a exames com *scanners* TRIOS e iTero bom como impressões convencionais de alginato foram comparadas entre si correspondente por meio de análises de superfície tridimensional. As diferenças medias entre os dois *scanners* intraorais foram de 0,057 mm na maxila e 0,069 mm na mandíbula, sendo que não houve diferença estaticamente significativa entre os dois *scanners*, embora houvesse alguns desvios na inspeção visível. As condições intraorais como saliva, respiração, movimentação da língua e espaço oral limitado podem contribuir para uma inexatidão no escaneamento e a dificuldade da ponta dos *Scanners* alcançarem a parte posterior da mandíbula, são fatores que não foram destacados nos estudos relatados anteriormente. Flugge et al., (2013) concluiu que o escaneamento intraoral é menos preciso que a varredura do modelo extraoral, indicando que as condições intraorais podem contribuir para a inexatidão do mesmo. A precisão também pode ser afetada pela capacidade técnica do operador.

3.4. Vantagens e Desvantagens

Talvez a maior vantagem, para o técnico de laboratório dentário e para o dentista, em adotar a tecnologia digital seja a eliminação de muitos processos com base química (POLIDO, 2010, p.20), além disso as moldagens digitais tendem a diminuir retornos, retratamentos e aumentar a eficiência do tratamento. Assim, simulações de resultados tornam-se rotina e outras vantagens logísticas e operacionais são apresentadas, como por exemplo: prevenção de quebra dos modelos de gesso, facilidade na reprodução das moldagens das arcadas para confecção de aparelhos ortodônticos e próteses dentárias e aumento de espaço físico do consultório (BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017, p.357).

Segundo Mangano et al. (2017, p.2) a capacidade de capturar diretamente todas as informações do arco dentário do paciente e, conseqüentemente, seus modelos 3D, sem usar impressões físicas convencionais, diminuindo significativamente o desconforto do paciente quando comparado a impressão tradicional, eliminando a necessidade de seleção de moldeiras é levado em consideração, porém uma das limitações encontradas pelos operados é o tamanho da câmera intraoral e a capacidade de operá-la sem causar desconforto aos pacientes, já que o uso dos IOSs é eliminar moldagens convencionais realizada por materiais convencionais.

A comunicação com os pacientes é uma vantagem a ser avaliada, o uso do dispositivo digital também pode servir como marketing e atribuir um atendimento diferenciado e inovador, porém como a literatura demonstrou a curva de experiência pode ser um item limitante quanto às aplicações clínicas.

Outra limitação dos *scanners* é o alto custo para aquisição e gerenciamento, ainda no mercado segundo relato de Mangano et al., (2017, p.4) este fator pode ser considerado uma desvantagem em que dependendo do modelo, o custo de aquisição de um IOS pode ser entre 15.000 e 35.000 Euros.

Mais um fator a ser observado durante o uso dos IOSs na prótese dentária são em reabilitações de grande extensão, arcos completos e implantes múltiplos suportados por mais de quatro elementos, conforme dados das revisões e estudos in vitro que demonstraram que as impressões convencionais são a melhor solução, além da dificuldade de detectar linhas marginais profundas em dentes preparados.

Segundo Su e Sun (2015, p.241) a precisão do escaneamento dos IOSs diminuí com o aumento do escopo de varredura. A precisão é clinicamente aceitável quando o escopo de varredura for menor do que metade do arco. A precisão do *Scanner* extraoral foi aceitável ao escanear qualquer escopo da região do arco.

As vantagens dos modelos digitais incluem armazenamento e recuperação mais eficientes, maior versatilidade de diagnóstico, facilidade de transferência, durabilidade superior e menor tempo de processamento (BURZINSKI et al., 2018, p. 535).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão literária realizada conclui-se que ainda não é possível termos um *Scanner* como referência, cada estudo publicado possui seu próprio método de realizar e padronizar as amostras, gerando um desvio das análises e os resultados acabam sendo influenciados pelo método ou pelo material e *software* utilizado. Nos dias de hoje é complexo realizar uma revisão sistemática dos *Scanners* Intraorais, julgo, pelo número reduzido de ensaios clínicos à disposição referente ao uso clínico dessa tecnologia e a grande variedade de equipamentos disponíveis no mercado.

Devemos levar em consideração antes de avaliarmos a diferença entre precisão e exatidão dos *Scanners*, que diversos fatores podem influenciar na avaliação dos equipamentos, como o uso de contraste, método como o pó é aplicado pelo operador, o design da ponta do *scanner*, as curvas de experiência e as taxas de aprendizado durante o uso clínico, o modo de captura, técnica adequada de afastamento dos tecidos gengivais realizadas pelo operador e que ainda em casos extensos os *Scanners* não possuem a capacidade de operar, podendo assim a qualidade do trabalho ser afetada.

Contudo, podemos concluir que os *Scanner* Intraorais possuem qualidade no escaneamento compatível com as técnicas convencionais, levando ao avanço do uso rotineiro pelos Cirurgiões-Dentistas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BERNARDES, S. R. et al. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações: uma revisão crítica da literatura. *Jornal ILAPEO*, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 8-13, Jan/Fev/Mar. 2012.

ZAVANELLI, R. A. et al. Técnicas convencionais e atuais de moldagem em próteses fixas. *PRO-ODONTO PROTÉSE E DENTÍSTICA Programa de Atualização em Prótese Odontológica e Dentística*, Porto Alegre, v. 2, n. 7, p. 119-176, Mai. 2016.

POLIDO, W. D. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da Odontologia. *Dental Press J Orthod*, Porto Alegre, v. 15, n. 5, p. 18-22, Set/Out. 2010.

KIRSCHNECK, C. et al. Conformity, reliability and validity of digital dental models created by T clinical intraoral scanning and extraoral plaster model digitization workflows, *Computers in Biology and Medicine*, Witten, v. 100, p. 114-122, Sep. 2018.

BOHNER, L. O. L. et al. Computer-aided analysis of digital dental impressions obtained from intraoral and extraoral scanners. *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY*, São Paulo, v. 118, n. 5, p. 617-623, Nov. 2017.

NEDELCO, R. et al. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method, *Journal of dentistry*, Uppsala, v. 69, p. 110-118, Feb. 2018.

BÓSIO, J. A., DEL SANTO, M., JACOB, H. B. Odontologia digital contemporânea – scanners intraorais digitais, *Ortho Sci. Pract.*, v. 10, n. 39, p. 355-362, Jan. 2017.

LIM, J. H. et al. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY*, Seoul, v. 119, n. 2, p. 225-232, Feb. 2018.

MANGANO, et al. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature, *BMC Oral Health*, Varese, v. 17, n. 149, p. 1-11, Dec. 2017.

KIM, R. J. Y. et al. Accuracy of 9 intraoral scanners for complete-arch image acquisition: A qualitative and quantitative evaluation. *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY*, Seoul, v. 120, n. 6, p. 895-903, Dec. 2018.

MANDELLI, F. Evaluation of the accuracy of extraoral laboratory scanners with a single-tooth abutment model: A 3D analysis. *Journal of Prosthodontic Research*, Milan, v. 61, n.4, p. 363-370, Oct. 2017.

SU, T. S., SUN, J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *Journal of Prosthodontic Research*, Shanghai, v. 59, p. 236-242, Jul. 2015.

KIM, J. et al. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY, Seoul, v. 116, n. 2, p. 221-230, Aug. 2016.

LEON, M. R. et al. Digital tools and 3D printing technologies integrated into the workflow of restorative treatment: A clinical report. THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY, Madri, v. 121, n. 1, p. 3-8, Jan. 2019.

BURZYNSKI, J. A. et al, Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Columbus, v. 153, n. 4, p. 534-541, Apr. 2018.

LEE, K. M., Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. Progress in Orthodontics, v. 9, n. 6, p. 1-7, Feb. 2018.

FLUGGE, T. TV et al, Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitalization with the iTero and a model scanner. AM J ORTHOD DENTOFAC ORTOP, v. 144, n. 3, p. 471-478, Sep. 2013.

DENTSPLY SIRONA. Disponível em: <<https://www.dentsplysirona.com/en/>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

iTero Align Technology. Disponível em: < <http://www.itero.com/en/>>. Acesso em: 15 dec. 2018.

3M™ Mobile True Definition Scanner. Disponível em: <https://www.3m.com/3M/en_US/dental-us/expertise/digital-dental-impressions/>. Acesso em: 20 fev. 2019.

3SHAPE. Disponível em: < <https://www.3shape.com/pt-br/products/trios/intraoral-scanners/>>. Acesso em: 25 jan. 2019.