

Faculdade Sete Lagoas – FACSETE

Thamyres Rodovalho Soares

**PAPEL DA RADIOLOGIA NO PLANEJAMENTO VIRTUAL - REVISÃO DA  
LITERATURA**

UBERLÂNDIA - MG  
2020

Thamyres Rodovalho Soares

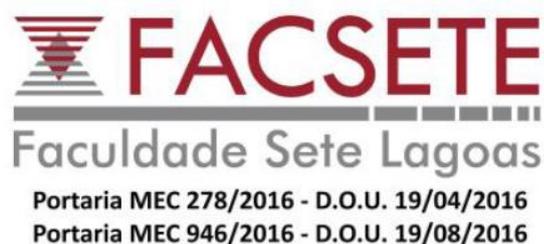
**PAPEL DA RADIOLOGIA NO PLANEJAMENTO VIRTUAL - REVISÃO DA  
LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de Pós Graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial a obtenção do título de Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientadora: Profa. Dra. Mirna Scalon Cordeiro

UBERLÂNDIA - MG  
2020





Monografia intitulada “**Papel da Radiologia no planejamento virtual - revisão da literatura**” de autoria da aluna **Thamyres Rodovalho Soares**.

Aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ pela banca constituída pelos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Antônio Francisco Durighetto Júnior

---

Profa. Dra. Mirna Scalon Cordeiro

---

Profa. Msd. Juliana Rodrigues Machado

Uberlândia, 22 de outubro de 2020.

Faculdade Seta Lagoas - FACSETE  
Rua Ítalo Pontelo 50 – 35.700-170 \_ Set Lagoas, MG  
Telefone (31) 3773 3268 - [www.facsete.edu.br](http://www.facsete.edu.br)

Aos meus familiares, que sempre acreditaram em mim,

De modo especial, aos meus pais exemplo de coragem e garra para toda uma  
vida.

Aos professores, mestres, amigos e incentivadores.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela presença constante em minha vida e por me proporcionar realização dessa conquista.

Aos professores do curso de graduação em Odontologia, pela dedicação, estímulo, apoio, ensinamentos e experiências transmitidos durante todo o curso.

Ao meu namorado Guilherme Franqueiro, que me apoiou incentivou e motivou em todos os momentos.

Aos meus pais, que compartilharam comigo, momentos de alegrias e dificuldades dessa nossa conquista.

A todos os meus amigos, pacientes e aqueles que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

“...A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso.” (Jhon Ruskin)

## RESUMO

Os avanços tecnológicos no campo das imagens têm permitido a adoção de protocolos de imagens tridimensionais (3D) na área maxilofacial com ampla utilização no diagnóstico e no plano de tratamento. A fusão de imagens fotográficas, e imagens obtidas por meio de *scanners* intraorais, associadas à Tomografia Computadorizada (TC), ressonância magnética e radiografias favorecem a geração de documentação 3D do paciente, de forma que cria-se um paciente virtual, extremamente fiel e realista. Todos esses sistemas e recursos utilizados é parte muito importante da Radiologia, estando diretamente ligado ao avanço da tecnologia e ao aprimoramento dos equipamentos e exames de imagem, de forma que cada dia mais a Radiologia Odontológica e Imaginologia fazem parte do cotidiano, contribuindo com a qualidade técnica do trabalho do cirurgião dentista e favorecendo um melhor bem-estar e segurança ao paciente. O presente trabalho consiste em uma revisão da literatura baseado em um levantamento de publicações acadêmicas em base de dados compreendendo 31 artigos datados de 1999 a 2019 e 6 sites informativos, utilizando os termos: planejamento virtual, exames tridimensionais, *scanner* dental. O objetivo é fazer uma revisão da literatura sobre os aspectos tecnológicos, inovadores do planejamento virtual e a importância da Radiologia para que tudo isso aconteça.

**Palavras Chaves:** planejamento virtual; exames tridimensionais; *scanner* dental.

## **ABSTRACT**

Technological advances in the field of images have allowed the adoption of three-dimensional (3D) imaging protocols in the maxillofacial area with widespread use in the diagnosis and treatment plan. The fusion of photographic images, and images obtained through intraoral scanners, associated with Computed Tomography (CT), magnetic resonance and radiographs favor the generation of 3D documentation of the patient, in such a way that a virtual patient is created, extremely faithful and realist. All these systems and resources used are a very important part of radiology, being directly linked to the advancement of technology and the improvement of equipment and imaging exams, so that more and more radiology and dental imaging are part of everyday life, contributing to quality technique of the work of the dental surgeon and favoring a better well-being and safety to the patient. The present work consists of a literature review based on a survey of academic publications in a database comprising 31 articles from 1999 to 2019 and 6 informational sites, using the terms: virtual planning, three-dimensional exams, dental scanner. The goal is to review the literature on the technological, innovative aspects of virtual planning and the importance of radiology for all of this to happen.

**Key Words:** virtual planning; three-dimensional exams; dental scanner.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>12</b>
3.1	Fluxo digital	12
3.2	<i>Scanner</i>	12
3.2.1.1	Microscopia de Varredura a Laser Confocal	13
3.2.1.2	Triangulação Ótica	14
3.2.1.3	Tomografia de Coerência Ótica	14
3.2.1.4	Interferometria de Borda de Acordeão	14
3.2.1.5	Amostragem de frente de onda ativa	14
3.1.2.6	Destacam-se como os melhores aparelhos atualmente	15
3.3	CAD/CAM	17
3.4	Tomografia computadorizada	17
3.5	Fotografia digital odontológica	18
3.6	Planejamento virtual	20
3.7	<i>Softwares</i> mais utilizados	25
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial tecnológico no âmbito das imagens tem proporcionado a utilização dos protocolos de imagens tridimensionais (3D) no ramo maxilofacial com a vasta utilização no diagnóstico e no guia de tratamento. A utilização conjunta das fotografias e imagens obtidas pelos scanners intraorais, conjuntamente com a tomografia computadorizada, radiografia e ressonância magnética beneficiam a construção do documento em 3D do paciente, de modo que se cria um avatar virtual do paciente, com grande finalidade com os parâmetros reais (BÓSIO; DEL SANTO; JACOB, 2017).

Esse avatar é criado a partir de uma reconstrução tridimensional que segue fielmente a anatomia do paciente, sendo usada para simular diferentes tipos de tratamentos. O uso desse tipo de tecnologia para reabilitação tem por objetivo a escolha de um tratamento mais adequado e individualizado às características de cada paciente, obtendo assim os melhores resultados em todos os aspectos almejados (MOREIRA; DURÃO; CORREIA, 2012).

A princípio, essa abordagem de captura de imagens em 3D não é muito disseminada, sendo ainda utilizada em grande maioria o modelo tradicional, com embasamento em exames e imagens bidimensionais. Sabe-se que os modelos de gesso e exames radiográficos tendem a sofrer distorção com o decorrer do manuseamento durante o procedimento, além de apresentar algumas limitações que prejudicam a precisão das dimensões que se almejam. Com a utilização da tecnologia 3D, a reconstrução tem se tornado uma solução capaz de burlar esses obstáculos através da tecnologia dos *softwares* e o sistema CAD/CAM (MANGANO et al. 2019).

Todos esses sistemas e recursos utilizados é parte muito importante da Radiologia, estando diretamente ligado ao avanço da tecnologia e ao aprimoramento dos equipamentos e exames de imagem, de forma que cada dia mais a Radiologia Odontológica e Imaginologia faz parte do cotidiano, contribuindo com a qualidade técnica do trabalho do cirurgião dentista e favorecendo um melhor bem-estar e segurança ao paciente (NOBRE e WANGENHEIM, 2010).

## 2 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão da literatura baseado em um levantamento de publicações acadêmicas sobre os aspectos tecnológicos, inovadores do planejamento virtual e a importância da Radiologia para que tudo isso aconteça. Realizou-se um levantamento bibliográfico por meio de busca em base de dados com os termos: planejamento virtual, exames tridimensionais, *scanner* dental. As bases de dados pesquisadas foram: Google acadêmico, SciElo, Pubmed, lilacs compreendendo 31 artigos datados de 1999 a 2019 e 6 sites informativos. Os artigos incluídos foram aqueles de língua portuguesa e inglesa, que tratavam da temática citada, encontrados no sistema de busca deste trabalho.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 Fluxo digital

A primeira etapa deste processo é fazer o registro virtual do paciente que pode ser feito por meio de registro fotográfico e/ou de vídeo da arcada dentária e face do paciente; e escaneamento intraoral ou de bancada, que farão o registro da arcada e do tecido gengival do paciente em 3D, *scanner* extraoral que fará o registro da face do paciente em 3D (MANGANO et al., 2019).

Os demais exames de imagem tais como tomografia computadorizada, que registra a parte óssea e dentária em 3D, e radiografias. Cada caso de planejamento é único podendo ou não precisar de um ou mais tipos de registro de imagem como descrito anteriormente (ENDER; ATTIN; MEHL, 2016).

### 3.2 O Scanner

Segundo Mangano et al. (2009) os modelos digitais obtidos por meio de *scanner* intraoral podem contribuir desde o processo de diagnóstico até a execução do trabalho e previsibilidade do resultado final, podendo ser usados para determinar o tamanho e o formato das arcadas dentárias, tipo de mal oclusão, discrepâncias de tamanho dentário, existência de apinhamento, trespasse vertical e horizontal. Com o auxílio de *softwares* nos é permitido a simulação de tratamento, confecção de placas

miorelaxantes, alinhadores estéticos, próteses, guias cirúrgicos e simulação do tratamento e resultado final.

Em um plano mais abrangente, modelos digitais podem ser comparados com imagens de tomografia computadorizada, além de serem reproduzíveis e transmitíveis via internet e impressos por prototipagem, quando necessário (TANEVA et al. 2015).

Assim, simulações de resultados tornam-se rotina, outras vantagens logísticas e operacionais são apresentadas, como por exemplo: prevenção de quebras dos modelos de gesso, facilidade na reprodução das moldagens das arcadas e da face e aumento de espaço físico nos consultórios (MANGANO et al. 2009).

As técnicas de escaneamento intraoral têm sido aprimoradas e trazem algumas vantagens sobre as técnicas de moldagem e modelo convencionais. Embora, *scanners* tenham apresentado resultados precisos na obtenção de moldagens intraorais, ainda podem ser encontradas diferenças em precisão de tamanho das arcadas e problemas de reprodutibilidade entre as tecnologias utilizadas (ABOUHASHEM et al., 2015)

Segundo Birnbaum et al. (2009) as arcadas dentárias virtuais completas são aproximadamente 1,5 mm menores do que as arcadas físicas e essa limitação devem ser consideradas nos casos de reabilitações totais. No escaneamento intraoral, a presença de saliva, bem como o movimento de cabeça do paciente, além da limitação de espaço intrabucal, podem diminuir a precisão, quando comparado com o escaneamento de modelos de gesso.

Diferenças entre as possibilidades disponíveis no Brasil além de custos envolvidos devem também ser considerados. Existem, vários scanners disponíveis no mercado e seus principais componentes óticos são:

### 3.2.1 Microscopia de Varredura a Laser Confocal (Confocal Laser Scanner Microscopy - CLSM)

É uma técnica para obtenção de imagens com obtenção seletiva de profundidade e alta definição. Em um campo imaginário de pontos e linhas, as imagens são aparelhadas em sequência e todos os aspectos são registrados. As imagens então passam por um processo de reprodução por meio de um *software*. O

principal aspecto da microscopia confocal é a capacidade de lograr imagens nos três planos em alta definição (TANEVA; KUSNOTO; EVAN, 2015).

### 3.2.2 Triangulação Ótica

O escaneamento ocorre sem contato com o objeto, sendo bastante útil no escaneamento de materiais úmidos, delicados ou moles. O sistema usa uma fonte de luz (laser) que atinge o objeto a ser escaneado e mede a distância do comprimento de onda em toda a superfície, criando o objeto em 3D (BÓSIO et al., 2017).

### 3.2.3 Tomografia de Coerência Ótica (Optical Coherence Tomography - OCT)

É a técnica que mede a morfologia interna de materiais biológicos, na qual as imagens são formadas a partir das imagens microscópicas refletidas do objeto escaneado. É comparada à técnica de ultrassom, porém utiliza luz ao invés do som para aferir a profundidade dos tecidos. Essa técnica consegue penetrar aproximadamente 2-3 mm em grande parte dos tecidos sem causar dano algum, devido ao comprimento de onda longo (TANEVA; KUSNOTO; EVAN, 2015).

### 3.2.4 Interferometria de Borda de Acordeão (*Accordion Fringe Interferometry* - AFI)

Técnica que usa os raios lasers oriundos de dois pontos diferentes, uma tela de CCD (*charge couple device*) para captar a curvatura do objeto e criar uma imagem precisa em 3D, em tempo real. É menos sensível à luz ambiente, sendo capazes de escanear objetos de diferentes acabamentos e texturas (BONNICK; NALBANDIAN; SIEWE, 2011).

### 3.2.5 Amostragem de frente de onda ativa (*Active Wavefront Sampling* - AWS)

O sistema de baixo custo, pois não utiliza unidades de laser caros e várias câmeras para obtenção da imagem. Essa técnica usa apenas um caminho ótico de AWS e câmera única para capturar as informações de profundidade (BLOSS, 2008).

### 3.2.6 Destacam-se como os melhores aparelhos atualmente disponíveis no mercado

#### TRIOS® – 3SHAPE

É um aparelho capaz de escanear modelos de estudos em pouco espaço de tempo, gerando imagens coloridas, tornando desnecessárias fotografias intraorais. Tal sistema também apresenta uma característica de obtenção de filmagem e tem agilidade de escanear regiões edêntulas. A unidade intraoral é bem tolerada pela grande maioria dos pacientes por ter um tamanho reduzido, além de ser intercambiável para as duas arcadas. O *scanner* pode ser adquirido como em *kart* ou como unidade de *laptop*, o aparelho captura a imagem, faz o processamento e envia por *wi-fi* para outros computadores, uma vez instalado o *software* da empresa, além de transmitir-se criptografado para um site seguro da “nuvem”. As imagens são direcionadas para a “nuvem” da própria empresa, conferindo maior segurança às informações dos pacientes, e essas só podem ser acessadas com código de segurança, mediante *login*. O aparelho transmite a imagem em um arquivo próprio, porém outros laboratórios podem obtê-lo o arquivo [STL], (sem cores) para confecção de aparelhos. As desvantagens são o preço em torno de US\$ 48.000 além de uma anuidade cerca de US\$3.000; a outra desvantagem está relacionada ao fato do suporte técnico ser feito pela companhia responsável pela venda do produto e não pelo fabricante (BLOSS, 2008).

#### 3M TRUE DEFINITION® (3M-ES)

Com o lançamento em 2013 e posterior atualização do Lava™ *Chairside Oral Scanner (COS)*, a tecnologia em questão é difundida na Odontologia geral e no campo das próteses. O *scanner* usa tecnologia de captura em 3D através de vídeo em movimento. Dentre os principais, é tido como o mais ergométrico e pequeno do mercado, tendo uma porcentagem satisfatória de aceitação por parte dos pacientes. Uma desvantagem é a necessidade de se usar o pó de dióxido de alumínio como contraste, embora de fácil manuseio. Nota-se também o fato de a ponta do *scanner* não poder ser removível, conseqüentemente não sendo autoclavável. A velocidade da obtenção das imagens gira em torno de 5 a 8 minutos, sendo imediatamente

disponibilizadas para a tomada das diligências necessárias, sendo todas as imagens armazenadas no portal da empresa, com a possibilidade de serem transferidas para terceiros com formato de arquivo em aberto digital (STL) (BÓRIO; DEL SANTO; JACOB, 2017).

iTERO® - *Align Technology*.

O processo de escaneamento dentário e de registro de mordida dura entre 10 e 15 minutos. A tecnologia utilizada é de microscopia de varredura a laser confocal. Por não utilizar agente de contraste a ponta do *scanner* pode descansar diretamente sobre os dentes durante o processo de escaneamento. O aparelho é volumoso e conseqüentemente desconfortável. O modelo mais recente tem a unidade captadora menor e menos volumosa. Acoplado a um *kart*, no qual o processo é acionado por um pedal (TANEVA; KUSNOTO; EVAN, 2015).

LYTHOS® - *Ormco Corporation*

Para Joffe 2003 o Lythos® é um *scanner* exclusivamente ortodôntico, inspirado na indústria aeroespacial. Embora não seja necessário agente de contraste, esse pode ajudar em pacientes com restaurações de porcelana. Duas de suas principais características são o reduzido tamanho e peso. Um espelho aquecido evita o embaçamento da área responsável pela captura da imagem. As imagens são capturadas através de movimento contínuo. Normalmente, a superfície oclusal de um arco inteiro é capturada sem interrupção. Após a captura da superfície oclusal, o escaneamento continua por quadrantes, começando pela superfície distal do último molar mandibular do lado direito pela vestibular e, posteriormente, na superfície lingual. Ambas as arcadas podem ser escaneadas em menos de 10 a 15 minutos de acordo com a experiência do profissional. Custo aproximado do *scanner* é entre US\$12.000 e US\$18.000, apesar de sua disponibilidade no mercado ser reduzida devendo em breve ser inviabilizado (JACOB; WYATT; BUSCHANG, 2015).

### 3.3 CAD / CAM

Na Odontologia, o CAD/CAM vem sendo muito utilizado para a manufatura de guias cirúrgicos prototipados, próteses de ATM, de mandíbula, nariz, orelha, olhos, próteses dentárias longas, curva, coroas unitárias, lentes de contato, placas miorelaxantes, alinhadores estéticos e moldes de fundição (JONES et al. 2016).

Para fins odontológicos o CAD/CAM funciona da seguinte maneira: a fase CAD começa com o escaneamento intraoral e/ou extraoral, um fino tubo rotacional com luz constante, capaz de obter imagens até dos locais mais difíceis da arcada dentária, de modo que uma pequena câmera captura imagens coloridas que servirão de base para a criação do paciente virtual. Posterior a essa etapa, as imagens servirão de base para a criação do modelo digital. Após essa etapa, seguirão para um *software* específico de planejamento para tratamentos odontológicos, onde serão criados o molde e a peça final (ENDER, ATTIN, MEHL, 2016).

Por fim, as informações do projeto são enviadas para fresagem, ou impressora 3D que são duas formas diferentes de se obter um produto. A fresagem, chamada de manufatura subtrativa, consiste em remover e ir desgastando o material escolhido, através de brocas, até que se obtenha o produto planejado, enquanto que a impressora, conhecida por manufatura aditiva, deposita material até formar o produto final, independente da escolha por fresadora ou impressora. Essas duas formas consistem na fase (CAM), que irá produzir a peça em cerâmica feldspática, resina, zircônia, dissilicato de lítio, metal pré-sintetizado, cerâmicas híbridas ou em qualquer outro material desejado. O resultado é o mais real e fiel possível. No entanto, não se trata de uma tecnologia exclusiva da odontologia, de modo que a mesma tem grande utilidade na indústria automotiva, no setor da construção cível, e várias outras áreas que fazem parte do nosso cotidiano (HERNANDEZ-ALFARO; GUIJAR/RO-MARTINEZ, 2013).

### 3.4 Tomografia Computadorizada

A Tomografia Computadorizada (TC) trata-se de um método de diagnóstico por imagem no qual se utiliza a radiação x e permite obter a reprodução de uma fatia do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço, evidenciando as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em "fatias" do corpo

humano. Essa por sua vez permite visualizar todas as estruturas em camadas, principalmente os tecidos mais mineralizados, com grande definição. O padrão para imagens de tomografia computadorizada digitais é chamado de Imagem Digital e Comunicações em Medicina (DICOM) (MOREIRA; DURÃO; CORREIA, 2012).

A tomografia computadorizada por feixe cônico aduz ao aprimoramento de um aparelho veementemente aplicado à região maxilofacial, por ter um aspecto físico menor do que os demais, apresentando uma distorção quase imperceptível, tendo também como ponto positivo a redução significativa da radiação quando comparada à TC tradicional (CAVALCANTI et al. 1999).

Para a avaliação das imagens obtidas de forma digital é necessário o uso de *hardware* e *software*. Devido à crescente indicação da tomografia computadorizada atualmente, há uma vasta variedade de fabricantes e fornecedores de sistemas digitais. No entanto, a criação de plataformas informáticas cada vez mais desenvolvidas, surge a necessidade da comunicação entre os diferentes formatos de arquivos e tipos de plataforma (FARMAN, 2005).

Tanto os programas de TC por feixe cônico, e TC tradicional, permitem a chamada Reconstrução Multiplanar do volume escaneado (MPR) que consiste nas apresentações das três visões ortogonais (axial, sagital e coronal) em janelas distintas. MPR é um método padronizado ou o método de escolha para visualização de dados em 3 dimensões porque permite avaliar a área de interesse em três planos, com definição e precisão (CEVIDANES et al. 2005).

É importante salientar que os cortes axiais são tidos como reconstruções primárias ou diretas, e a partir do corte axial, obtêm-se as reconstruções secundárias, incluindo as reconstruções coronais, sagitais, os cortes perpendiculares e até mesmo contorno dos arcos dentários (CAVALCANTI et al.1999).

A tomografia é grande aliada no planejamento virtual, que cada dia mais é parte do cotidiano do cirurgião dentista uma vez que todas essas imagens, por ter medidas exatas permite a realização de mensurações digitais lineares e angulares através de *software* e ainda, é possível demarcar estruturas de interesse e associadas a *softwares* de planejamento, é possível criar um paciente virtual, com precisão inclusive simulando a biomecânica e biodinâmica envolvida (DUARTE e ARAÚJO, 2008).

### 3.5 Fotografia digital odontológica

A fotografia está inserida desde os primórdios da Odontologia mais precisamente a partir de 1895, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Rontgen antes da descoberta do raio-X. E assim como outros exames de imagem a fotografia também teve sua evolução dentro da Odontologia, caminhando do analógico para o digital, a qual foi desenvolvido entre as décadas de 1960 e 1980, mas só se popularizou em 1990, quando as câmeras digitais ficaram disponíveis no mercado internacional. Atualmente fotografia digital é praticamente o sinônimo de Odontologia contemporânea, se trata de um registro rápido, simples e útil, que além de documentar os procedimentos do trabalho, auxilia a precisão dos resultados e visualização da saúde bucal do paciente. De forma que proporciona inúmeros benefícios para o profissional e para o paciente (KALAPANA *et al.*, 2018).

Contudo, a imagem odontológica sem edição, em seu formato bruto ainda tem a vantagem de poder ser usada como documento legal. Elas dão segurança tanto à pacientes quanto profissionais. A fotografia permite de maneira clara e precisa realizar todo o histórico do paciente, o registro de descobertas e auxiliar no planejamento odontológico. Por meio de um registro fotográfico um dentista pode explicar a necessidade de um tratamento, analisar proporções, usar como base para a projeção de um tratamento e estabelecer comparações pós tratamento para visualização dos resultados pelo próprio paciente (ALBERTO, 2013).

Atualmente, a soma da fotografia digital com o *software* elimina a etapa de revelação, representando economia de material para impressão e de espaço físico para armazenamento dos arquivos. Tudo pode ser salvo em nuvem, *pen drive*, dentre outros. Permite não somente o registro de imagens com alta definição e nitidez, mas também permitem uma explicação personalizada sobre uma patologia ou tratamento, melhorando sua compreensão e aceitação de casos, podendo mostrar a anatomia da arcada dentária, edição, com recortes, inserções de diferentes materiais e etapas cirúrgicas (CHANDNI, *et al.* 2016).

Para dispor dessa tecnologia com todas as qualidades que ela pode oferecer alguns materiais são importantes, são esses: cartão de memória, filtro, bateria extra, câmera, de preferência *Digital Single Lens Reflex* (DSLR); afastadores de bochecha; espelhos dentários para fotografia; flash, lente macro. Além do equipamento, a técnica também é fundamental em fotografia na Odontologia, o

conceito fotográfico é primordial para tirar boas fotos, influenciando diretamente na resolução das imagens (SREEVATSAN e PHILIP, 2015).

### 3.6 Planejamento virtual

O planejamento virtual vai reunir todos os dados de imagem recolhidos do paciente, possibilitando que tenhamos a criação de um paciente no ambiente virtual, de forma que esse é uma cópia exata das regiões de interesses a serem estudadas. Dessa forma, é possível simularmos o tratamento do paciente virtualmente e criamos dispositivos que irão direcionar o dentista na execução do tratamento, aumentando a previsibilidade e elevando às chances de sucesso do mesmo (LEIFERT et al. 2009).

Ao falarmos planejamento virtual, estamos nos referindo a fase CAD (*Computer-Aided Design*), que em português significa “desenho assistido por computador”. Após as imagens digitais de o paciente serem captadas, em um *software* abrimos e unimos essas imagens. Podemos unir a tomografia computadorizada, com tomas radiográficas, fotografias digitais e com imagens obtidas por escaneamento intraoral e facial, reproduzindo fielmente as características do paciente em 3 dimensões. Dessa forma, podemos avaliar estrutura óssea, dentária e estruturas de tecido mole, tais como: tecido gengival e facial (BIRNBAUM et al. 2009).

Cada um dos exames de imagem utilizados no planejamento virtual gera um tipo de arquivo diferente com extensões distintas. Sendo para tomografia *DICOM* ou *.dcm* para fotografias digitais, *jpg* ou *png* e *stl* para escaneamentos faciais e intraorais. Lembrando que em caso de escaneamento as fotografias digitais, podem ser substituídas, não fazendo parte de nenhuma das etapas. O *software* de escolha tem que aceitar todos esses tipos de extensões para que se possam fundir essas imagens, fazendo uma espécie de tradução de códigos, permitindo a comunicação e a união dessas imagens. Atualmente tempos diversos tipos de *softwares* pagos ou gratuitos disponíveis para realizar planejamentos de todos os tipos, e que atendem diferentes especialidades (ZIMMERMANN e MEHL, 2015).

### 3.6.1 Especialidades aonde o planejamento virtual é mais comum

Nesse tópico vamos abordar as principais especialidades e quais as principais finalidades do planejamento virtual que temos no mercado. Contudo, as possibilidades são inúmeras, visto que a tecnologia é recente e está em constante avanço, de forma que sempre há desenvolvimento de novas técnicas de trabalho junto as possibilidades que a Odontologia digital oferece.

#### 3.6.1.1 Cirurgia

- **Planejamento de guias cirúrgicos: para cirurgia de implantes**

Em Implantodontia, o planejamento é feito de forma reversa, ou seja protético-cirúrgico é primordial para o posicionamento intraósseo ideal do implante. Imagens virtuais auxiliam no planejamento protético e também na confecção de “*splints* transcirúrgicos” (guias cirúrgicos). Entretanto, ao aplicar essa tecnologia em casos de implantes múltiplos, a distância entre eles pode gerar imprecisão (FLUGGE *et al.*, 2013).

Afim de melhorar a precisão com relação ao posicionamento em especial em casos múltiplos, vem sendo idealizado um guia tomográfico, dado a precisão das medidas da tomografia, o mesmo é feito usando os mesmo princípios de um planejamento reverso de modo que pontos estratégicos é colocado em uma prótese provisória que servirá de base para o guia tomográfico de modo que instalamos um material radiodenso em pontos estratégicos aonde provavelmente seria o ideal para instalação dos parafusos, e posteriormente essa mesma prótese será usada de guia transcirúrgico. Nessa técnica, a previsibilidade se torna maior, pela correta dimensão e proporção óssea, que favorece a correta instalação dos implantes, de maneira a favorecer a biomecânica da prótese (ABBOUD *et al.*, 2012).

- **Guias cirúrgicos prototipados para cirurgias ortognáticas**

A cirurgia ortognática é realizada para compensação de deformidades ósseas, dentárias e faciais. O principal objetivo dessa cirurgia é melhor qualidade de

vida do paciente, atingido por meio de uma oclusão funcional, e da melhora dos espaços articulares e vias aéreas. No entanto, essa também apresenta grandes resultados estéticos. Mediante à tantas alterações que ocorrem por meio da cirurgia, é interessante a realização de um planejamento pré-operatório preciso aumentando a previsibilidade dos resultados. O campo das imagens vem passando por diversos avanços tecnológicos permitindo a adoção de protocolos de imagens tridimensionais (3D) com ampla utilização no diagnóstico e no plano de tratamento na área da cirurgia bucomaxilofacial (HERNANDEZ-ALFARO e GUIJARRO-MARTINEZ, 2013).

A união de imagens, Tomografia Computadorizada (TC) ressonância magnética, fotografias digitais e scaneamento, possibilita a geração da documentação 3D a partir de uma reconstrução anatômica, que pode ser estudada para desenvolver e simular diferentes tipos de tratamento, criando um paciente virtual. A aplicação virtual dessas tecnologias em procedimentos cirúrgicos, principalmente os que envolvem movimentação óssea, tem por objetivo a escolha de um tratamento que realize a correção oclusal mais favorável às proporções faciais, de maneira a obter um resultado funcional e estético satisfatório. Anterior a essa abordagem utilizava-se, e por vezes utiliza-se, o método convencional, que consiste em análises cefalométricas e montagem de modelo de gesso em articulador semiajustável. Sabe-se que os modelos de gesso e as radiografias podem sofrer distorções ao longo de sua confecção além de apresentam grandes limitações, principalmente com relação à precisão das medidas, em especial nos casos que envolvem assimetria facial (FOGGIATTO, 2006).

A partir de tomografias computadorizadas, são realizadas reconstruções de imagens em 3D tornando possível a resolução de vários obstáculos, através da tecnologia dos programas softwares cheios de ferramentas, e o sistema CAD/CAM, tornando possível a realização de cirurgias virtuais com mensurações detalhadas dos dentes e das relações anatômicas com estruturas vitais e usinagem de guias cirúrgicos prototipado. Os guias cirúrgicos por sua vez melhoram a precisão do tratamento das deformidades, avalia potenciais limitações operatórias dos movimentos propostos, permite planejamento prévio de remoção de dentes retidos ou com comunicação com o nervo alveolar inferior, reduzem o tempo cirúrgico e dão mais qualidade ao pós-operatório (JONES et al. 2016.)

- **Outros tipos de Cirurgia**

No planejamento da cirurgia periodontal é fundamental conhecer com precisão a lesão apical, detalhes como extensão e a sua relação com raízes e estruturas anatômicas adjacentes, tendo correta visão e mensuração da espessura óssea e da posição correta de feixes vasculonervosos de maneira que haja mais segurança no tratamento cirúrgico. Com o planejamento virtual, envolvendo tomografia, aumenta a chance de sucesso, reduz o tempo cirúrgico e diminui o risco de um potencial e indesejado dano à alguma estrutura adjacente (LIMA et al. 2010).

Com a evolução da Odontologia digital, muitos programas de planejamento virtual, vem permitindo que uma reabilitação estética por mais minuciosa que seja, tenha sucesso em pacientes com excesso de tecido gengival e, de forma que guias cirúrgicos são desenvolvidos com medidas exatas para devolver simetria gengival e harmonia ao sorriso e também para realizar o aumento de coroas clínicas curtas. De forma que o resultado, além de previsível se torna mais satisfatório (FOGGIATTO, 2006).

### 3.6.1.2 Prótese

De forma concisa, essa tecnologia permite escanear a arcada do paciente, criar o projeto da prótese de todos os tipos: lentes de contato, onlays, inlays, próteses fixa e sobre implante, dentre outras. Além de simular funções, prevenir prováveis erros e confeccioná-la em questão de minutos. Isso tudo porque as tecnologias e aparelhos estão interligados, estando uma etapa pronta, é possível que esse aparelho envie o comando para o outro com o auxílio de um software que faz a leitura e tradução dos diferentes formatos e tipos de arquivos (SEARS, 2007).

Ou seja, é possível registrar a arcada dentária do paciente com imagens de alta qualidade, que podem sofrer ampliações de até 60 vezes sem perder a qualidade; e utilizando se dessas imagens projetar a arcada dentária do paciente de maneira mais fiel possível em um modelo virtual, podendo até mesmo substituir os antigos materiais de moldagem e modelos de gesso a tecnologia também permite mostrar ao paciente um provável resultado do tratamento, moldar e produzir prótese dentárias, próteses bucomaxilofacial, placas mio-relaxantes e protetores bucais, em tempo recorde (RUBIO et al. 2008).

### 3.6.1.3 Ortodontia

- **Alinhadores ortodônticos**

Desde a década de 90 uma alternativa corriqueiramente utilizada na Ortodontia, era a opção dos alinhadores invisíveis. A utilização dessa técnica não utiliza alguns utensílios utilizados nos alinhadores comuns, como os braquetes, fios e bandanas, dando a sensação de “ser invisível” pelo aspecto mais limpo proporcionado. Rotineiramente, a preocupação estética dos pacientes fizera com que esse tipo de alinhador seja desejado pelos pacientes para o tratamento ortodôntico, devido à baixa interferência visual (RHEUDE et al. 2005).

Mais tarde, em 1997, o sistema *Invisalign*<sup>®</sup> (*Align Technology, Inc, Santa Clara, Califórnia*) agregou a tecnologia de *scanners* intraorais e *CAD-CAM* às expectativas de estética do paciente. Atualmente, este sistema é o mais difundido dos alinhadores seriais, inclusive outras marcas surgiram no mercado com o mesmo propósito, este fato é devido à possibilidade de confeccionar diversos alinhadores ou ajustá-los por meio de um modelo único, associado ao suporte dispensado pelo criador do sistema aos ortodontistas (BONNICK; NALBANDIAN; SIEWE, 2011).

### 3.7 Softwares mais utilizados

Quadro 1.

Nome	Gratuito ou pago	Observação
<b>Planmeca Romexis®</b>	Pago	<p>Importe a partir de uma variedade de formatos de conjunto de dados 3D.</p> <p>Rápida renderização em 3D com alta qualidade. Medições 3D-2D: distância, ângulo e área.</p> <p>Seções transversais em planos multiplanares. Volume <i>stitching</i>: junte dois volumes separados em um só.</p> <p>Sobreposição de foto 2D tradicional em um volume. Sobreposição volume-para-volume.</p> <p>Modelo de estudos digitais suporta os formatos. <i>STL</i></p>
<b>Meshmixer®</b>	Gratuito	<p>Aberto, ou seja, você pode trabalhar com arquivos de qualquer origem.</p> <p>Não foi projetado para Odontologia</p>
<b>Blue Sky Plan®</b>	Parcialmente	<p>É direcionado especificamente para Odontologia. É um <i>software</i> aberto, que recebe qualquer arquivo em <i>.stl</i>, porém paga para a realização das exportações!</p>

<b>Exocad®</b>	Pago (licenciamento)	<p>Desenvolvido inicialmente para laboratórios de prótese dentária. Expandiu o uso para planejamentos cirúrgicos</p> <p>Aberto para todo tipo de arquivo, trabalhando num fluxo digital com equipamentos de diferentes empresas.</p> <p>Interface de trabalho é intuitiva, de fácil execução para usuários iniciantes.</p>
<b>CS Model – Carestream Dental®</b>	Pago	<p><i>Software de designer</i> e modelização fechado, aplicado para a área ortodôntica, conta com a tecnologia do escaneamento do modelo criando um modelo digital tridimensional.</p> <p>Fechado</p>
<b>INVIVO5 – Anatmage Odontologia®</b>	Pago	<p>É um <i>software</i> de diagnóstico, simulação de 3D, e de planejamento com leitura de arquivo DICOM possibilitando reconstrução de áreas específicas. Utilizado em várias áreas da Odontologia. Se apresenta como um sistema bastante intuitivo, de fácil manejo.</p>

Cont. quadro 1

<b>Meshlab®</b>	Gratuito	Permite a visualização de arquivo <i>STL</i> de escaneamentos intrabucais e apresenta várias ferramentas de medidas e registros fotográficos sobre os arcos dentários e suas relações.
<b>ITK-SNAP®</b>	Gratuito	Permite a leitura e visualização de arquivos DICOM (tomografias) podendo compor imagens tomográficas e separar áreas de acordo com a intenção do profissional.
<b>Dental Slice®</b>	Pago	Está há 12 anos no mercado e se trata de um software de planejamento implantodôntico pré-operatório, que oferece suporte ao cirurgião dentista dando mais segurança ao seu trabalho.

Cont. quadro 1

<b>Dolphin Imaging®</b>	Pago	<p>Importe a partir de uma variedade de formatos de conjunto de dados 3D.</p> <p>Rápida renderização em 3D com alta qualidade.</p> <p>Seções transversais em planos multiplanares.</p> <p>Precisa orientação do volume.</p> <p>Volume <i>stitching</i>: junte dois volumes separados em um só.</p> <p>Sobreposição de foto 2D tradicional em um volume.</p> <p>Sobreposição volume-para-volume.</p> <p>Modelo de estudos digitais suporta os formatos .STL e .OBJ além da integração total com <i>CEREC Ortho Software</i>.</p> <p>Medições 3D-2D: distância, ângulo e área.</p> <p>Criar filmes animados com scripts automatizados.</p>
-------------------------	------	--

**Cont. quadro 1****Fonte:**

<https://done3d.com.br/software-de-cad-utilizados-na-odontologia-que-voce-precisa-conhecer/>

<https://www.planmeca.com/pt/software/visualizar-de-imagens-gratuito/>

<https://www.dolphinimaging.com.br/3d/>

<https://radiomemory.com.br/blog-idoc/planejamento-virtual-na-odontologia-digital/>

<https://www.smilecursos.com.br/14970/planejamento-ortodontico-virtual.html>

<https://www.smilecursos.com.br/14557/impressao-3d-na-ortodontia.html>

## 4 DISCUSSÃO

AbouHashem (2015) descreve que com o planejamento virtual, e o uso das imagens tridimensionais do paciente, tomografia computadorizada, fotografia digital e scanners, temos mais informações de estruturas anatômicas, formas e variações de qualquer tipo que esse paciente possa ter. Trazendo previsibilidade aos tratamentos, e segurança ao paciente que entende melhor o seu tratamento, visualizando as etapas de trabalho e até a expectativa final de seu tratamento, uma vez que o espaço virtual permite que sejam feitas simulações de movimentos e análise estética.

Sears (2007) publicou que como resultado desse planejamento para casos protéticos temos, menos etapas de trabalho, o que resulta em menor tempo de atendimento clínico aumentando a produtividade do cirurgião dentista além disso vemos maior adaptabilidade dos trabalhos devido à ausência de alterações dimensionais que antes eram causadas pelos métodos convencionais de moldagem. O escaneamento intraoral traz maior fidelidade de cópia dos preparos e estruturas escaneadas, levando à fidelidade de impressão e mais precisão como resultado final.

Segundo Ender, Attin e Mehl (2016) afirmaram que pacientes que sentem ânsia com facilidade e tem dificuldade em processos de moldagem convencional o scanner intraoral é excelente, porque retira a necessidade de qualquer massa na arcada dentária, deixando o trabalho mais limpo e confortável tanto para o paciente quanto para o profissional.

Bósio e Del Santo (2017) relataram que o planejamento virtual atende diversas especialidades, tem menor possibilidade de iatrogenias devido a diagnósticos mais precisos, que levam a maiores chances de sucesso e durabilidade dos seus tratamentos. As vantagens não param, essa ferramenta trouxe também facilidade no envio de material a outros profissionais e redução de espaço físico uma vez que os arquivos são digitais, e também redução de tempo já que ele pode chegar ao laboratório logo após ter sido capturado. Além disso, o trabalho não precisa ser feito no próprio consultório as clínicas de Radiologia Odontológica estão cada dia mais tecnologicamente preparadas e capacitadas para o uso de CAD/CAM.

Para Zimmermann e Mehl (2015) apesar de ser uma tecnologia presente e em constante evolução os equipamentos são de custo altíssimo, o que muitas vezes inviabiliza tal investimento para consultórios, sendo muitas vezes a melhor e

mais econômica alternativa terceirizar o trabalho à clínicas radiológicas que contam com equipamento e mão de obra especializada.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Todas as tecnologias apresentadas no presente trabalho em fase de crescimento e desenvolvimento são recentes e estão diretamente ligadas à Radiologia Odontológica e imaginologia. A todo momento descobrimos novas possibilidades, formas de trabalhar, e novas técnicas que são favorecidas com os sistemas digitais.

As vantagens são inúmeras quando comparadas às técnicas convencionais. Os equipamentos tem ficado cada vez mais fáceis de manusear, mais fáceis de transportar, mas em contra partida toda essa tecnologia ainda é de alto custo para o cirurgião dentista e conseqüentemente esse custo acaba sendo repassado para o paciente.

Sendo assim, nós dentistas estamos em fase de adaptação, descoberta, investimento e muito estudo, sendo necessário que os profissionais se mantenham sempre atualizados nessa tecnologia a fim de trazer mais bem estar ao seu trabalho, mais segurança e previsibilidade ao paciente, e se destacarem nesse mercado promissor, favorável e sem dúvida próspero.

## REFERÊNCIAS

- ABBOUD M, WAHL G, GUIRADO J, ORENTLICHER G. Application and success of two stereolithographic surgical guide systems for implant placement with immediate loading. *Int. J. oral maxillofac. implants.* v.634, n.43, p.27, 2012
- ABOUHASHEM Y, DAYAL M, SAVANAH S, ET AL. *The application of 3D printing in anatomy education.* Med Educ Online. v.298, n.47,p.20, 2015.
- ALBERTO C. *Digital photography and documentation techniques in dentistry and dental technology.* **Zerodonto.** v.103, 2013.
- BIRNBAUM N, AARONSON HB, STEVENS C, COHEN B. *3D digital scanners: A high-tech approach to more accurate dental impressions.* **Inside Dentistry.** 2009;5(4). Available from: [http:// www.insidedentistry.net](http://www.insidedentistry.net).
- BIRNBAUM N. *The revolution in dental impressioning.* **Inside Dentistry.** 2010;6(7).
- BLOSS R. *Accordion fringe interferometry: a revolutionary new digital shape-scanning technology.* **Sensor review.** v.28, n. 22, p.26, 2008.
- BONNICK A.M, NALBANDIAN M, SIEWE MS. *Technological advances in nontraditional orthodontics.* **Dent Clin North Am.** v.571, n.84, p. 55 jul, 2011.
- BÓSIO JA, DEL SANTO M, JACOB HB. *Odontologia digital contemporânea – scanners intraorais digitais.* **Orthod. Sci. Pract.** v.39, n.10, p.355-362, 2017
- CHANDNI P, ANUPAM S, NITIN S, SHIKHA G. *An overview on dental photography.* **Int J Dent Health,** v.581, no. 3 p.9, 2016
- CAVALCANTI, M.G.P. et al. *Accurate linear measurements in the anterior maxilla using orthoradially reformatted spiral computed tomography.* **Dentomaxillofac Radiol, Houndsmills,** v. 28, no. 3, p. 137-140, May 1999.
- CEVIDANES, L. H. et al. *Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients.* **Dentomaxillofac Radiol, Houndsmills,** v. 34, no. 6, p. 369-375, Nov. 2005.
- DUARTE, H.E.M, ARAÚJO, C.C.M. *Digital systems in Dentomaxillofacial Radiology: new era in Dentistry?* **RBO.** v.6, n.42, p.7, 2008.
- ENDER A, ATTIN T, MEHL A. *In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions.* **J Prosthet Dent.** v.313 n.20, p.115, 2016.
- FARMAN, AG. *Raising standards: digital interoperability and DICOM.* **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** v. 525, n.99, p.6, 2005.

FOGGIATTO JA. O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica. **Tecnol. humanismo**. v.30, n.20, p.8, 2006.

FLUGGE TV, SCHLAGER S, NELSON K, NAHLES S, METZGER MC. *Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner*. **Am. j. orthod. dentofacial orthop.**; v.471, n.144, p.8 2013.

HERNANDEZ-ALFARO F, GUIJARRO-MARTINEZ R. *New protocol for three-dimensional surgical planning and CAD/CAM splint generation in orthognathic surgery: an in vitro and in vivo study*. **Int. j. oral maxillofac. surg.** v.1547, n.56, p.12, 2013

KALPANA D, RAO SJ, JOSEPH JK, KURAPATI SK. *Digital dental photography*. **Indian J Dent Res**. v.507, n.12, p.29, 2018.

JACOB HB, WYATT GD, BUSCHANG PH. *Reliability and validity of intraoral and extraoral scanners*. **Prog. orthod.** v.43,n.38 p.16, 2015.

JONES DB, SUNG R, WEINBERG C, et al. *Three-dimensional modeling may improve surgical education and clinical practice*. **Surg Innov.** v.189, n.95, p.23, 2016.

LEIFERT MF, LEIFERT MM, EFSTRATIADIS SS, CANGIALOSI TJ. *Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts*. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v.136, n.16, p.16, 2009.

LIMA, Regina Karla de Pontes; FARIA-JUNIOR, Norberto Batista de; GUERREIRO-TANOMARU, Juliane Maria e TANOMARU-FILHO, Mário. Diagnóstico e planejamento em cirurgia parendodôntica: utilização da tomografia cone beam. **RSBO (on line)**. vol.7, n.4, pp. 474-480. 2010, ISSN 1984-5685.

MANGANO et al. *Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study*. **BMC Oral Health** 2019;19(1): 2-14.

MOREIRA, A, DURÃO, AR, CORREIA, A. Aplicação da norma DICOM em Medicina Dentária. **Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.** 2012;53(2):117-22.

NOBRE, LF, WANGENHEIM, AV. *Free software: an option for radiologists?* **Radiol Bras** 2010;43(5): IX-X.

RHEUDE B, SADOWSKY PL, FERRIERA A, JACOBSON A. *An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning*. **Angle Orthod.** 2005;75:300-4.

RUBIO SERRANO, M, ALBALAT ESTELA, S, PENARROCHA DIAGO, M, et al. *Software applied to oral implantology: update*. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal** 2008.

SEARS AW. *Hydrocolloid impression technique for inlays and fixed bridges*. **Dent Dig.** 2007;43:230-4.