



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**ORTODONTIA DIGITAL *IN-OFFICE***

Trabalho submetido por  
**Pedro Miguel da Mata Pedrosa Cavaco**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**outubro de 2022**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**ORTODONTIA DIGITAL *IN-OFFICE***

Trabalho submetido por  
**Pedro Miguel da Mata Pedrosa Cavaco**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Paulo Retto**

**outubro de 2022**



*À Minha Família*



## **AGRADECIMENTOS**

Um trabalho de mestrado é uma longa viagem, que inclui uma trajetória permeada por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias e muitos percalços pelo caminho, mas apesar do caminho por vezes tortuoso, reúne contributos de várias pessoas, indispensáveis para encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada. Trilhar este caminho só foi possível com o apoio, energia e força de várias pessoas.

Em primeiro lugar quero agradecer a Egas Moniz pelo fantástico acolhimento que me foi feito desde o primeiro dia, também agradecer ao corpo docente pelos maravilhosos ensinamentos.

Ao meu orientador, Prof. Doutor Paulo Fernandes Retto, que sempre acreditou em mim, agradeço a orientação exemplar pautada por um elevado e rigoroso nível científico, um interesse permanente e fecundo, uma visão crítica e oportuna, um empenho inexcedível e saudavelmente exigente, os quais contribuíram para enriquecer, com grande dedicação, passo por passo, todas as etapas subjacentes ao trabalho realizado.

Ao Doutor Vinicius Schau Lima, porque me quis honrar com o seu apoio, agradeço a confiança que em mim depositou. Ao Doutor Felipe Thiago Dantas e Silva, pelos conselhos preciosos, pela elevada competência, total disponibilidade e encorajamento naqueles momentos cruciais desta difícil jornada. Ao Doutor Alberto Amorim pelo apoio prestado desde o início deste caminho. Ao Diogo Frutuoso pela sua ajuda e conhecimentos inexcedíveis.

À minha amiga de sempre e esposa Cláudia Cavaco, agradeço o apoio e motivação incondicional sem a qual não seria possível que ajudou a tornar este trabalho numa vitória tanto a nível pessoal como profissional, que me ajudou a sonhar e a abrir horizontes e apesar das dificuldades (que foram muitas), esteve e foi a mulher mais resiliente mesmo quando tudo parecia impossível.

Por fim, o meu profundo e sentido agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.



*"Ninguém escapa ao sonho de voar, de ultrapassar os limites do espaço onde nasceu, de ver novos lugares e novas gentes. Mas saber ver em cada coisa, em cada pessoa, aquele algo que a define como especial, um objeto singular, um amigo- é fundamental. Navegar é preciso, reconhecer o valor das coisas e das pessoas, é mais preciso ainda!"*

**Antoine de Saint-Exupéry**







## RESUMO

Hoje em dia, existe uma preocupação constante pela estética. Na área de ortodontia a procura por aparelhos menos visíveis é uma constatação. O facto de o aparelho ortodôntico ter passado a ser também popular junto da população adulta, aumentou o nível de exigência no que diz respeito à visibilidade do mesmo.

De forma a contornar as exigências requeridas no que diz respeito à estética durante o tratamento, foram várias as técnicas que surgiram no mercado com o objetivo de tornar invisível ou menos perceptível a permanência do aparelho ortodôntico na cavidade oral.

A título de exemplo: a ortodontia lingual, aparelhos estéticos de porcelana e recentemente os alinhadores. Dentro deste último grupo, o tratamento com alinhadores transparentes removíveis realizados em *In-Office* tornou-se a alternativa que da maior controlo ao clínico, bem como permitindo um valor mais reduzido. Os modelos digitais fazem parte da realidade da medicina dentaria e apesar da maioria dos ortodontistas não possuírem *scanners* intraorais nos seus consultórios, o scaneamento pode ser realizado pelo paciente em centros de diagnóstico de imagem, a partir da requisição de seu Médico Dentista (MD). Dessa forma, o modelo digital tem sido utilizado pelos profissionais para análise ortodôntica.

O *software* de simulação ortodôntica pode ser gratuito ou não, que em conjunto com as impressoras *3D In-Office* fornecem aos ortodontistas vantagens para planear o tratamento ortodôntico. Uma impressora *3D In-Office* produz um modelo físico em poucas horas.

Esta revisão narrativa tem como objetivo avaliar as mais valias desta nova técnica, deixando de depender totalmente das grandes marcas que existem no mercado, passando os clínicos a controlar o *workflow* na sua totalidade, levando a uma redução de valor do tratamento ortodôntico, recorrendo a alinhadores transparentes. Os motores de busca *PubMed*, *B-on*, *Scielo*, *Google Scholar*, *Cochrane* e *Web of Science* foram utilizados para a realização desta pesquisa.

**Palavras-chave:** Ortodontia digital, *In-Office*, impressora *3D*, *software* ortodôntico.



## **ABSTRACT**

Nowadays, there is a constant concern for aesthetics. In the field of orthodontics, the search for less visible appliances is a finding. The fact that the orthodontic device has also become popular with the adult population has increased the level of demand in terms of its visibility.

In a way to circumvent the demands required in term of aesthetics during treatment, several techniques have appeared on the market with the aim of making the permanence of the orthodontic appliance in the oral cavity invisible or less noticeable.

As an example: lingual orthodontics, porcelain aesthetic appliances and recently aligners. Within the latter group, treatment with removable clear aligners performed in In-Office has become the alternative that gives greater control to the clinician, as well as allowing a lower value. Digital models are part of the reality of dentistry and although most orthodontists do not have intraoral scanners in their offices, scanning can be performed by the patient in diagnostic imaging centers, upon request from their Dentist (MD). Thus, the digital model has been used by professionals for orthodontic analysis.

Orthodontic simulation software may or may not be free, which together with In-Office 3D printers provide orthodontists with advantages for planning orthodontic treatment. An In-Office 3D printer produces a physical model in a few hours.

This narrative review aims to evaluate the added value of this new technique, no longer being totally dependent on the big brands that exist in the market, and clinicians starting to control the workflow in its entirety, leading to a reduction in the value of orthodontic treatment, using aligners. transparent. The search engines PubMed, B-on, Scielo, Google Scholar, Cochrane and Web of Science were used to carry out this research.

**Keywords:** Digital Orthodontics, In-Office, 3D printer, orthodontic software.



## ÍNDICE GERAL

<b>I.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>II.</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>17</b>
	<b>a. Scanner-Intra-oral.....</b>	<b>21</b>
	<b>b. Software ortodôntico .....</b>	<b>23</b>
	i. Meshmixer® .....	24
	ii. Blue Sky Plan® .....	26
	iii. SureSmile® - Dentisply Sirona.....	28
	1. Helicoidal.....	31
	2. Biselado .....	32
	3. Retangular.....	32
	<b>c. Impressoras 3D .....</b>	<b>33</b>
	<b>d. Placas termo-moldáveis.....</b>	<b>37</b>
	<b>e. Máquinas termo pressão/termo vácuo .....</b>	<b>40</b>
	<b>f. Recorte dos alinhadores .....</b>	<b>44</b>
<b>III.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>51</b>
<b>V.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Scanner de mesa laboratorial IUEM, 2022. ....	21
<b>Figura 2</b> - Digitalização a laser da impressão com alginato (Adaptado de:Tavares Camardella & de Vasconcellos Vilella, 2015). ....	22
<b>Figura 3</b> - Scanner Intraoral (Cortesia de Diogo Frutuoso).....	23
<b>Figura 4</b> - Arquivo stl e visualização da malha do modelo digital (Adaptado de Nunes et al., 2020).....	25
<b>Figura 5</b> - Recorte e Ajuste das bordas (Adaptado de Nunes et al., 2020).....	25
<b>Figura 6</b> - Ficheiro stl (Adaptado de Canova et al., 2021). ....	27
<b>Figura 7</b> - Ficheiro DICOM (Adaptado de Canova et al., 2021).....	27
<b>Figura 8</b> - Movimentação Dentária (Adaptado de Nunes et al., 2020).....	28
<b>Figura 9</b> - SureSmile® Raios-X e Fotografias do paciente na Plataforma (Adaptado de Hartwich-Muller et al., 2007). ....	29
<b>Figura 10</b> - SureSmile® (Adaptado de Nunes et al., 2020).....	30
<b>Figura 11</b> - Attachments Helicoidais (Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015). .	31
<b>Figura 12</b> - Attachments Biselados (Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015). ...	32
<b>Figura 13</b> - Attachments Retangulares (Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015). 33	
<b>Figura 14</b> -Espectro eletromagnético (Adaptado de Mohammed et al., 2011). ....	33
<b>Figura 15</b> - Impressora 3D SLA (Cortesia de Diogo Frutuoso). ....	34
<b>Figura 16</b> - Impressora 3D DLP (Cortesia de Diogo Frutuoso). ....	35
<b>Figura 17</b> - Ângulos de Impressão (Adaptado de Ko et al., 2021).....	35
<b>Figura 18</b> - Álcool Isopropílico (Adaptado de Dentaleader, 2022).....	36
<b>Figura 19</b> - Forno de Cura de Resina (Adaptado de Nextdent, 2022).....	37
<b>Figura 20</b> - Exemplo de Plástico de Alinhador (Cortesia de Diogo Frutuoso). ....	40
<b>Figura 21</b> - Esquema do Tamanho da deformação da placa termoplástica (Adaptado de Fonseca et al., 2014). ....	41
<b>Figura 22</b> - Máquina de termovácuo- Jintai (Cortesia de Diogo Frutuoso). ....	41
<b>Figura 23</b> - Esquema da máquina de termovácuo. (Adaptado de Tuncay, 2006). ....	42
<b>Figura 24</b> - Máquina de termoformar-Drufomat Scan (Cortesia de Diogo Frutuoso). .	43
<b>Figura 25</b> - Leitura do código de Barras da Máquina de termoformar- Drufomat (Dentamid, 2022).....	43
<b>Figura 26</b> - Esquema da Máquina de Termoformar (Fonte: Autor). ....	44

<b>Figura 27</b> - Recorte festonado (Adaptado de Cowley et al., 2012).....	44
<b>Figura 28</b> - Recorte no Zénite Gengival (Adaptado de Cowley et al., 2012).....	44
<b>Figura 29</b> - Recorte 2mm acima do Zénite gengival (Adaptado de Cowley et al., 2012). .....	45

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Graus de movimento dentário .....	15
<b>Tabela 2</b> - Estruturas moleculares de placas termoplásticas.....	16
<b>Tabela 3</b> - Softwares Ortodônticos .....	24
<b>Tabela 4</b> - Valores do <i>In-office</i> pelo SureSmile.....	29
<b>Tabela 5</b> - <i>Attachments</i> .....	31
<b>Tabela 6</b> - Polímeros.....	38
<b>Tabela 7</b> - Estruturas Químicas das Placas .....	39



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**A+** - copoliéster

**Bar**- Pressão

**C+** - Polipropeleno

**CBCT** - Tomografia Computorizada de Feixe Cônico

**DICOM** - Comunicação Digital em Medicina

***DLP** - Digital Light Processing*

**EVA**- Acetato de etileno vinil

**IPR** - Interproximal

**kgf/cm<sup>2</sup>**- Quilograma de forças por centímetro quadrado

**mm** - Milímetros

**MD** - Médico Dentista

**nm**- Nanometros

**PC**- Policarbonato

**PE**- Polietileno

**PET-G** - Polietileno Tereftalato glicol modificado

**PP+** - Polipropileno

***SLA** - Stereolithography*

***STL** - Estereolitografia*

**°** - Graus

**%** - Percentagem

**3D** - Tridimensional

**€** - Euro



## I. INTRODUÇÃO

A palavra ortodontia, deriva de dois termos gregos, que são eles “*orthos*” que significa reto ou alinhado e “*odontos*” que significa dentes. A Ortodontia é a área da medicina dentária relacionada com a monitorização, planeamento e correção das estruturas dento-faciais em crescimento ou em fase adulta, incluindo as situações que necessitam de movimentação dos dentes ou a correção de más oclusões e más formações das suas estruturas envolventes, assim como o ajuste das relações entre os dentes e os ossos faciais, através da aplicação de forças e ou estimulação e redireccionamento das forças funcionais dentro do complexo craniofacial. O ortodontista tem como função tomar as medidas necessárias para alcançar uma oclusão estável e harmoniosa, tanto do ponto de vista estético como funcional (Srivastava et al., 2017).

Inicialmente, a ortodontia era utilizada mais em adolescentes, mas, nos últimos anos, tem-se registado um maior interesse dos adultos pelo tratamento ortodôntico, o que levou à procura de técnicas mais estéticas. A sociedade, é mais exigente, com a aparência perfeita, sendo um fator de autoestima, na qualidade de vida do individuo (Nold et al., 2014).

O conceito de estética há muito que se apresenta como um critério imperativo na população, sendo a principal motivação para a procura de um tratamento ortodôntico. Os indivíduos com maior exposição pública, professores, atores, e todas as outras profissões que requerem uma aparência facial e dentária aceitável levaram investigadores a procurar soluções para colmatar os seus desejos estéticos no decorrer do tratamento ortodôntico (Neto, 2016; Patel et al., 2014).

Ao longo dos anos, os tratamentos ortodônticos estão a tornar-se mais estéticos, confortáveis e fáceis de manter, com o objetivo de satisfazer as expectativas dos pacientes. Devido à sua transparência, o tratamento com alinhadores removíveis tornou-se uma alternativa cada vez mais popular aos aparelhos ortodônticos fixos (Chen et al., 2017).

O alinhador na ortodontia surgiu como alternativa de aparelho de contenção a ser usado depois de finalizado o tratamento ortodôntico. Devido à flexibilidade dos materiais usados na sua confecção, tornou-se também uma opção para pequenas correções dentárias e férulas (Feres & Duarte, 2019; Miyazaki et al., 2009). Os alinhadores transparentes

podem ser descritos como uma sequência de férulas termoplásticos que aplicam uma força para movimentar dentes de forma incremental, transferindo para as arcadas dentárias os movimentos que foram previamente realizados num *setup* virtual, por meio de programas e sistemas computadorizados. Esses movimentos são precisamente estabelecidos numa sequência otimizada para que o alinhador sobre os modelos dentários impressos, já com os dentes em novas posições, exerça uma força adequada em cada dente, de forma a chegar ao resultado final previsto no *setup* virtual. Os sistemas começaram a surgir no ano de 1945, tendo uma evolução até aos dias de hoje, pois surgiram novos materiais com propriedades biomecânicas melhoradas, potenciados por novas tecnologias e sistemas de processamento, que contribuem para a rentabilização e otimização desses mesmos materiais (Feres & Duarte, 2019; Miyazaki et al., 2009).

A implementação da ortodontia digital *in-office* tem sido gradual (Alghazzawi, 2016), tem-se verificado a aceitação desta tecnologia na sua componente de diagnóstico, planeamento e tratamento (Melkos, 2005).

O processo de projetar um ambiente de realidade virtual das arcadas dentárias, este pode ser reproduzido pelo scanner intraoral (Sinha et al., 2019).

O *software* de simulação ortodôntica pode ser de código aberto ou de código fechado, conforme se trate de *freeware* ou não, obtendo-se o tratamento virtual que é criado por algoritmos, onde os modelos com os dentes já nas novas posições são impressos e utilizados como base para a construção dos alinhadores no *setup* digital, é possível dar graus aos dentes, para que estes realizem os movimentos que o Médico Dentista pretende para realizar o alinhamento dentário. O Médico Dentista ao realizar esta tarefa, deve ter em consideração a força que cada alinhador exerce nas peças dentárias, permitindo um movimento (Tabela 1) que pode variar de 0,25 milímetros (mm) a 0,35mm, por peça dentária (Feres & Duarte, 2019).

Na procura da união entre dois objetivos: Um maior controlo por parte do clínico, ou até mesmo um controlo exclusivo por parte do mesmo, e uma redução do custo do alinhador, custo este a ser forçosamente imputado ao paciente, surge o interesse no desenvolvimento e produção de alinhadores pelo clínico denominados geralmente por *In-Office* (Chen et al., 2017; Sharma et al., 2021).

**Tabela 1 - Graus de movimento dentário**

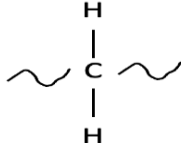
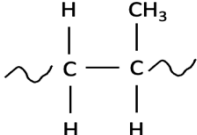
Upper/lower	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
Extrusão/Intrusão, mm	0.3I	0	0	0.2E	0.1E	0.1E	0.2I	0.3E	0.1I	0.1E	0	0	0	0.4I
Translação vestibular/Lingual	0.9L	0	0	0.4V	0.1V	0.6V	0.1V	0.5L	0.7V	0.3V	0.8V	0	0.4V	0.7L
Translação Mesial/Distal	0.1D	0	0	0.4D	0.3D	0.3D	0.3D	0	0.3D	0.4D	0	0	0	0.1M
Rotação Mesial/Distal	3.4°M	0°	0°	3.7°M	5.5°M	2.1°M	6.6°D	8.1°D	3.8°M	8.0°M	6.4°D	0°	0.1°M	1.1°M
Angulação Mesial/Distal	1.6°M	0°	0°	0.4°M	1.6°D	1.3°D	0.6°D	2.0°D	4.0°D	7.7°D	2.0°D	0°	1.5°D	1.3°M
Inclinação vestibular/Lingual	3.2°L	0°	0°	0.4°L	0.9°V	2.8°V	1.0°L	4.5°L	7.1°V	3.2°V	3.9°L	0°	1.9°V	3.2°L

Adaptado de Feres & Duarte, 2019

As impressoras *3D In-Office* fornecem aos ortodontistas vantagens para o tratamento ortodôntico com alinhadores transparentes, podendo os ortodontistas modificar as configurações dos movimentos dentários em modelos virtuais as vezes que precisarem, diminuindo assim as consultas e o tempo de tratamento ortodôntico (Chen et al., 2017; Pillai et al., 2021).

No processo de dar forma ao alinhador por meio de uma máquina a vácuo é indispensável a escolha de um material plástico de boa qualidade. Existem no mercado, placas termoplásticas de diferentes materiais usadas para confecção de alinhadores, bem como diversas espessuras (0.75, 0.8 e 1 mm). Os dois principais materiais usados para confecção das placas termoplásticas para alinhadores, são polímeros de polietileno e de polipropileno. Matérias diferentes podem apresentar características distintas ao nível de translucidez, durabilidade e flexibilidade (Tabela. 2). As diferentes propriedades de cada material, será abordado em capítulo próprio (Feres & Duarte, 2019).

**Tabela 2** - Estruturas moleculares de placas termoplásticas

Nome Comum	Estrutura Molecular	Sigla
Poliétileno		PE
Polipropileno		PP

## II. DESENVOLVIMENTO

Os alinhadores dentários invisíveis, não são recentes, foram utilizados em 1945, por Kesling quando este utilizou o “aparelho de posicionamento dentário”. O aparelho é uma peça única e transparente de borracha flexível transparente construída sobre um modelo de gesso, a partir do qual foi realizado um *setup* em que os dentes são movidos para a posição desejada. Este dispositivo dentário é limitado na capacidade de fazer movimentos dentários maiores, tendo sido projetado especificamente para ajudar a lidar com pequenas correções ou finalizar os tratamentos (Hennessy et al., 2016; Moro et al., 2017). Pontiz, em 1971, otimizou o trabalho de Kesling, criando o *invisible retainer*, tendo apenas capacidade de realizar pequenos movimentos em algumas coroas clínicas (Hennessy et al., 2016). Em 1985, Sheridan melhorou a técnica original de Kesling com a realização de redução interproximal dos dentes, no entanto, esta técnica, só permitia pequenos movimentos dentários sendo necessário um novo “*setup*” e novas impressões tornando o tratamento mais demorado e incómodo (Hennessy et al., 2016; Neto, 2016).

A tecnologia digital desenvolveu-se rapidamente e começou a ser possível fazer a antevisão dos movimentos dentários e, a produzir os modelos de cada movimento dentário, assim, os “*setup*” que eram realizados deixaram de ser necessários assim como as impressões a cada movimento, criando-se todos os modelos a partir de um único registo (Lombardo et al., 2017; Papadimitriou et al., 2018).

Ao longo dos últimos anos, foram desenvolvidos sistemas de alinhadores designados de *In-Office*. Ao contrário de outros sistemas, os alinhadores *In-Office* reduziram drasticamente a dependência da contratação e o custo de um serviço externo. A integração do software com os scanners intraorais e as impressoras 3D permite ao ortodontista obter um controlo total sobre o planeamento e produção dos alinhadores, eliminando os inconvenientes da terceirização na produção dos alinhadores, diminuindo os custos elevados e o tempo adicional para a produção e entrega dos alinhadores. Além disso, os alinhadores *In-Office* diferem dos outros alinhadores em termos do controlo por parte do ortodontista/ clínico em relação à utilização de software, processo de produção, precisão do modelo, desenhos de attachments e margens do alinhador. Estas diferenças podem resultar em tratamentos mais eficazes e rápidos (Sachdev et al., 2021).

O sistema *In-Office* permite a redução do número de consultas, devido ao planeamento do tratamento, e a possibilidade de confeção dos alinhadores pelo clínico, podendo nas clínicas mais proficientes com este tipo de técnica, ser os primeiros alinhadores fabricados após o término da primeira consulta, reduzindo a vinda do paciente a uma segunda consulta num outro dia, para receber os primeiros alinhadores. Os alinhadores seguintes, já se encontram produzidos antes de iniciar a segunda consulta. No final do tratamento é importante referir que o último alinhador pode servir como aparelho de contenção, evitando a realização de um alinhador apenas para esta função (Patel et al., 2014; Tavares Camardella & de Vasconcellos Vilella, 2015).

Tanto no sistema *In-Office* como nos outros sistemas de alinhadores, para obter resultados de sucesso, é imprescindível um bom diagnóstico. Para tal, é essencial uma correta história clínica, anamnese e exames complementares de diagnóstico como a ortopantomografia e telerradiografia de perfil, bem como a realização de fotografias intra-orais e extra-orais frontais e de perfil (Chan & Darendeliler, 2017; Srivastava et al., 2017; Patel et al., 2014; Thukral & Gupta, 2015).

O médico dentista, após realizar o seu diagnóstico, elabora o plano de tratamento, tendo especial atenção à saúde oral do paciente, encaminhado para a realização dos procedimentos clínicos pré-ortodônticos adequados ao nível interdisciplinar. Após os tratamentos prévios procede-se à realização das impressões /scaneamento da cavidade oral do paciente com o objetivo de obter a cópia mais precisa possível da boca do paciente. Na técnica convencional as impressões devem ser feitas com polissiloxano de vinil, que é um silicone de adição, em alternativa pode-se utilizar um *scanner* intra-oral (Chan & Darendeliler, 2017; Patel et al., 2014; Phan & Ling, 2007; Srivastava et al., 2017; Thukral & Gupta, 2015).

Segundo Simon et al., 2014; Srivastava et al., 2017, os tratamentos ortodônticos realizados por alinhadores dentários apresentam as suas principais indicações para casos de:

- Movimento distal dos molares;
- Mordidas profundas (Classe II divisão 2) de grau leve a moderado.
- Expansão de arcadas dentárias sem efetuar demasiado *tipping* e correção de uma mordida cruzada posterior dentoalveolar de maneira a melhorar a estética do sorriso ou para gerar espaço para a correção de apinhamentos;
- Arcos constrictos de origem não esquelética;
- Intrusão dentária de 1 ou 2 dentes;
- Exodontia do incisivo inferior em casos de apinhamento severo;
- Recidivas após utilização de aparelho fixo convencional;
- Encerramento de diastemas leves e resolução de apinhamentos dentários leves a moderados, ambos inferiores a 5mm (Simon et al., 2014; Srivastava et al., 2017);

As limitações referentes a este tipo de tratamento ortodôntico são (Gonçalves Cardoso et al., 2019):

- Diastemas e apinhamentos superiores a 5mm;
- Encerramento de espaços após extração de pré-molares;
- Arcadas que apresentem múltiplas perdas dentárias;
- Rotação, extrusão e distalização dos molares, uma vez que são dentes com maior calibre;
- Coroas clínicas curtas;
- Pacientes com doença periodontal;
- Necessidade de colaboração do paciente;
- Discrepâncias esqueléticas ântero-posteriores superiores a 2 mm;

- Dentes que possuam giroversões superiores a 20 graus (°);
- Discrepância entre a oclusão cêntrica e a relação cêntrica;
- Discrepâncias ântero-posteriores e *overjet* superior a 2 mm;
- Dentes com inclinação dentária superior a 45 por cento (%);
- Pacientes com extrusões dentárias;
- Controlo do torque;
- Sobremordida acentuada;
- Dentição definitiva completa;
- Nos programas mais recentes consegue-se saber a posição das coras, bem como a inclinação e posição das raízes;

As principais vantagens da ortodontia digital para os pacientes são o conforto e a estética, mas existem outras, como a possibilidade de retirar o alinhador durante as refeições, permitindo uma melhor escovagem e eliminação da placa bacteriana, sem interferência de arcos ou *brackets* (Gonçalves Cardoso et al., 2019).

A técnica de produção de alinhadores *In-Office*, surgiu para dar resposta ao elevado custo do tratamento com alinhadores transparentes. Através desta técnica, é possível reduzir o custo de produção dos alinhadores, sendo por isso uma vantagem óbvia (Srivastava et al., 2017).

Na opinião de alguns autores, com os alinhadores existe uma menor probabilidade de ocorrer movimentos dentários não programados graças aos “*setups*” realizados pelo médico dentista, durante o planeamento no *Software* Ortodôntico comparativamente com os aparelhos tradicionais (Gonçalves Cardoso et al., 2019).

Como em todos os tratamentos ortodônticos, existe movimentação dentária, esta movimentação, pode provocar dor ao paciente, mas existem vários estudos que indicam que o tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores é muito menos doloroso do que o que utiliza aparelhos ortodônticos fixos, sendo assim considerado mais uma vantagem para o paciente (Gao et al., 2021; Gonçalves Cardoso et al., 2019).

A maior desvantagem dos alinhadores é a colaboração dos pacientes, se o paciente não for cooperante e não utilizar o alinhador segundo as indicações do seu médico dentista, o

sucesso do tratamento é muito baixo. É fundamental que o paciente utilize os alinhadores durante pelo menos 22 horas diárias (Srivastava et al., 2017).

O consumo de bebidas quentes e frias que podem expor os alinhadores a choques térmicos indesejáveis, é uma desvantagem neste tipo de terapêutica. Uma vez que os alinhadores e *attachments*, são produzidos em plástico e resinas, estes quando expostos a temperaturas altas e em meios alcalinos, podem libertar Bisfenol A, sendo também suscetíveis a manchas que levam à alteração da estética dos mesmos, por isso não é aconselhável utilizar o alinhador durante as refeições (Sharma et al., 2021).

#### a. Scanner-Intra-oral

O primeiro scanner intraoral foi desenvolvido por Mörmann e Brandestinina nos anos 80. Os modelos tridimensionais, podem ser obtidos através de métodos indiretos ou diretos. Os métodos indiretos envolvem digitalização a laser da impressão com alginato e dos modelos de gesso, e os métodos diretos envolvem scanners intraorais (Gondim Moura & Pasini, 2020). Os scanners são dispositivos que captam imagens diretamente no meio oral, e funcionam projetando uma fonte de luz (Medina-Sottomayor et al., 2018), um laser (Figura 1 e 2) ou projetando uma luz, na superfície do dente e a imagem é recebida por câmeras de alta resolução, a distorção pela qual essa fonte de luz sofre quando atingem essas estruturas, são processadas por um poderoso software que que partir de algoritmos matemáticos reconstrói o modelo tridimensional (3D) das estruturas desejadas (Imburgia et al., 2017).



**Figura 1** – Scanner de mesa laboratorial IUEM, 2022.



**Figura 2** - Digitalização a laser da impressão com alginato (Adaptado de:Tavares Camardella & de Vasconcellos Vilella, 2015).

Esta tecnologia 3D, pode ser usada para analisar, avaliar e planejar o tratamento ortodôntico. O dentista, que adotar esta tecnologia, vai eliminar processos como a presa do material de impressão, a presa do gesso e economizam tempo, permitindo um *workflow* mais eficiente. Ao extinguir o processo de impressão convencional, os ortodontistas não precisam de se preocupar com a possibilidade de haver bolhas de ar, rutura do material de impressão, desvio da moldeira, pouco material de impressão ou distorção resultante dos procedimentos de desinfecção (Moreira et al., 2021; Polido, 2010).

Suese (2020), afirmou que os scanners intraorais (Figura 3) têm como vantagens, a redução do desconforto do paciente e diminuir o erro do Médico Dentista na realização de modelos em clínicos mais treinados e a possibilidade de modificar os arquivos tridimensionais a qualquer momento, podendo-se facilmente arquivar, e procurar as diferentes simulações do tratamento ortodôntico, levando a uma redução de desperdício de material de impressão e do seu custo (Pagano et al., 2019; Suese, 2020). Nos pacientes com reflexo de vomito aumentado, durante as impressões, com necessidades especiais ou ansiedade, toleram melhor o procedimento de scaneamento intraoral do que uma impressão convencional (Brucoli et al., 2020), outra desvantagem que se deve levar em consideração é o “valor”, é um investimento financeiro substancial, os dentistas devem considerar minuciosamente as indicações, para as quais esse sistema seria usado nos seus pacientes (Gondim Moura & Pasini, 2020). A partir do ano 2000 apareceram várias empresas a oferecer serviços de digitalização (Ritto, 2011).



**Figura 3** - Scanner Intraoral (Cortesia de Diogo Frutuoso).

#### **b. Software ortodôntico**

Para o planejamento ortodôntico digital, *In-Office*, é necessário escolher o *software* para realizar a simulação e movimentação dos dentes no computador, alguns *softwares* são gratuitos e outros são pagos (Buzayan et al., 2020). Existem diversas opções disponíveis, entre elas: *Meshmixer*<sup>®</sup>, *ArchForm*<sup>®</sup>, *Blue Sky Plan*<sup>®</sup>, *SureSmile Ortho*<sup>®</sup>, *Ortho Analyzer*<sup>®</sup>, *Nemocast*<sup>®</sup>, *Maestro 3D Ortho Studio*<sup>®</sup>, *Orchestrate 3D*<sup>®</sup> e *ClinCheck*<sup>®</sup>. As diferenças entre os *softwares* são nas funções, ferramentas e características, por exemplo, na interação com outros programas e na facilidade de manipulação das imagens digitais (Tabela 3) (Nunes et al., 2020).

Tabela 3 - Softwares Ortodônticos

	<i>Meshmixer®</i>	<i>Blue Sky Plan®</i>	<i>SureSmile®</i>
<b>Download</b>	<a href="http://www.meshmixer.com">www.meshmixer.com</a>	<a href="http://www.blueskyplan.com">www.blueskyplan.com</a>	Plataforma <i>on-line</i>
<b>Sistema Operativo</b>	macOS/Windows	macOS/Windows	macOS/Windows
<b>Valor</b>	Gratuito	Gratuito	Pago
<b>Aplicações</b>	Pode-se trabalhar com arquivos de qualquer origem. Não foi projetado para Medicina Dentária.	Direcionado especificamente para Medicina Dentária. Recebe qualquer arquivo em estereolitografia ( <i>stl</i> ). Sendo as exportações sujeitas a pagamento.	Pode-se trabalhar com qualquer arquivo <i>stl</i> , concebido para ortodontia apesar de ser utilizado na Medicina Dentaria de modo geral.

Adaptado de: Canova et al., 2021; Nunes et al., 2020

#### **i. Meshmixer®**

O Meshmixer é um software de código aberto, que cria e edita objetos 3D de uma forma simples e intuitiva. Como o próprio nome indica, o programa permite a mistura de várias malhas para obter novos objetos (Figura 4). O utilizador pode construir / alterar o objeto 3D utilizando várias ferramentas tais como opções de volume, superfície, simetria e outras (Figura 5) (Canova et al., 2021).

Na ortodontia, o Meshmixer tem múltiplas aplicações, permitindo que o utilizador consiga usá-las com relativa facilidade. O Meshmixer permite:

- Reparar as malhas fechando buracos no ficheiro *stl*.
- Editar modelos de *stl* quando existem erros na superfície associados a digitalização incorreta das arcadas dentárias.
- Converter modelos do formato de base aberta para o formato de base plana.
- Montar os dois arcos no articulador virtual, a fim de simular e avaliar a oclusão do paciente, como parte de uma maquete virtual.

- Desenhar uma estrutura ortodôntica (retentores linguísticos, dispositivos de retenção, barras palatinas, *etc.*), que pode ser guardada em formato stl e impressa no material mais apropriado.
- Criar um *setup* virtual do paciente utilizando as bibliotecas com as formas dos dentes ideais disponibilizadas gratuitamente. Desenhar, salvar o projeto, e exportar o ficheiro stl são totalmente gratuitos (Buzayan et al., 2020; Canova et al., 2021).

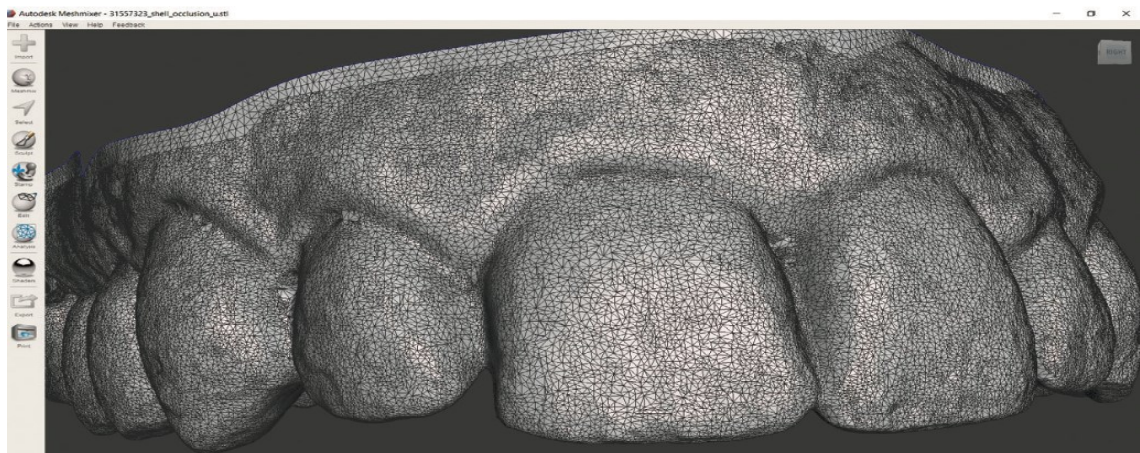


Figura 4 - Arquivo stl e visualização da malha do modelo digital (Adaptado de Nunes et al., 2020).

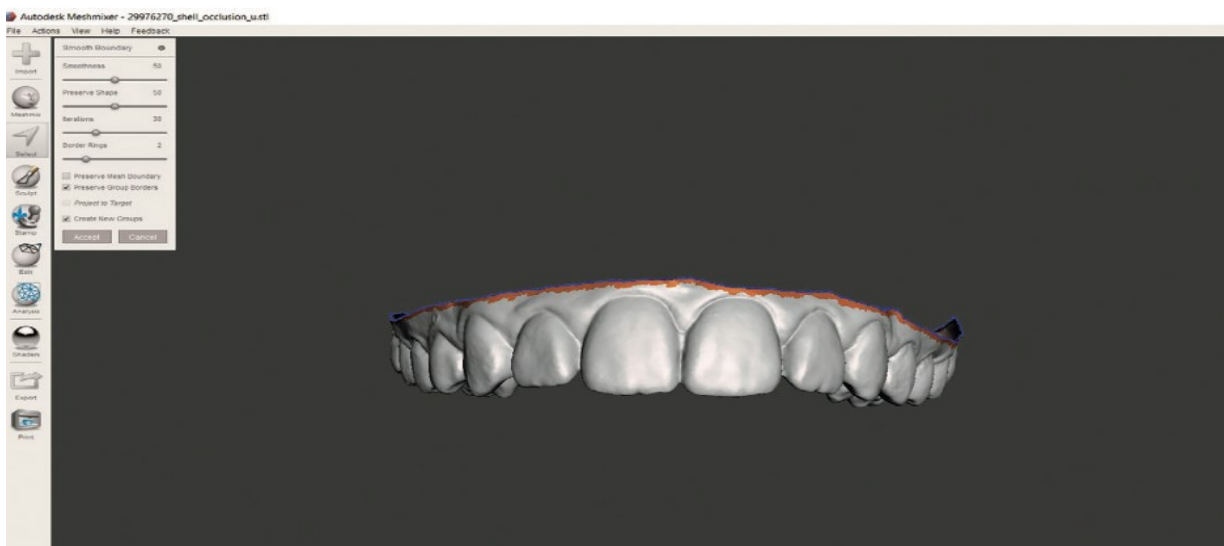


Figura 5 - Recorte e Ajuste das bordas (Adaptado de Nunes et al., 2020).

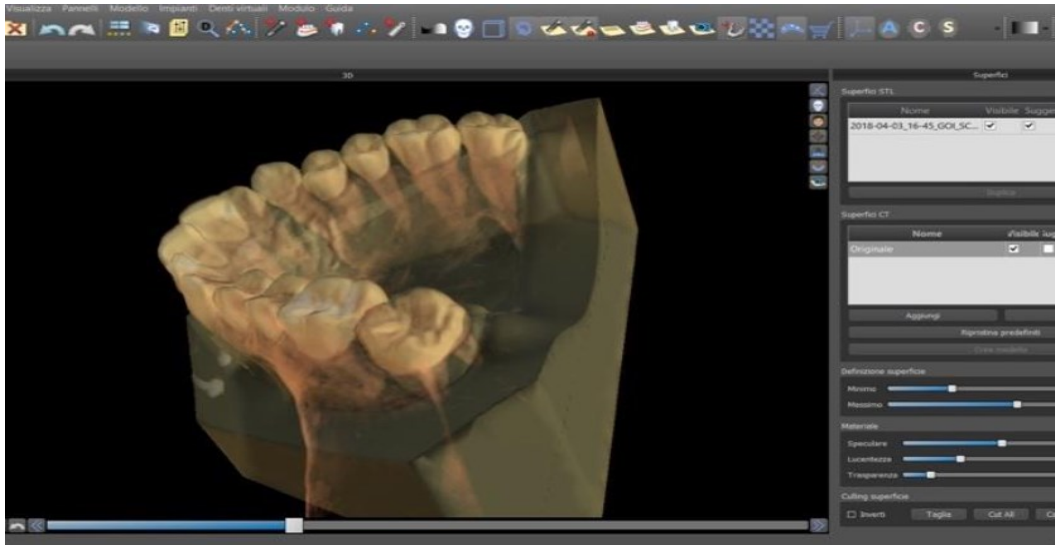
## ii. Blue Sky Plan®

O *Blue Sky Plan* é um software de planeamento avançado, foi desenvolvido principalmente para a cirurgia de implantes guiados. O programa, pode ser descarregado e utilizado gratuitamente, sem limitações e renovação da licença, havendo apenas algumas funções que são pagas (Buzayan et al., 2020; Canova et al., 2021).

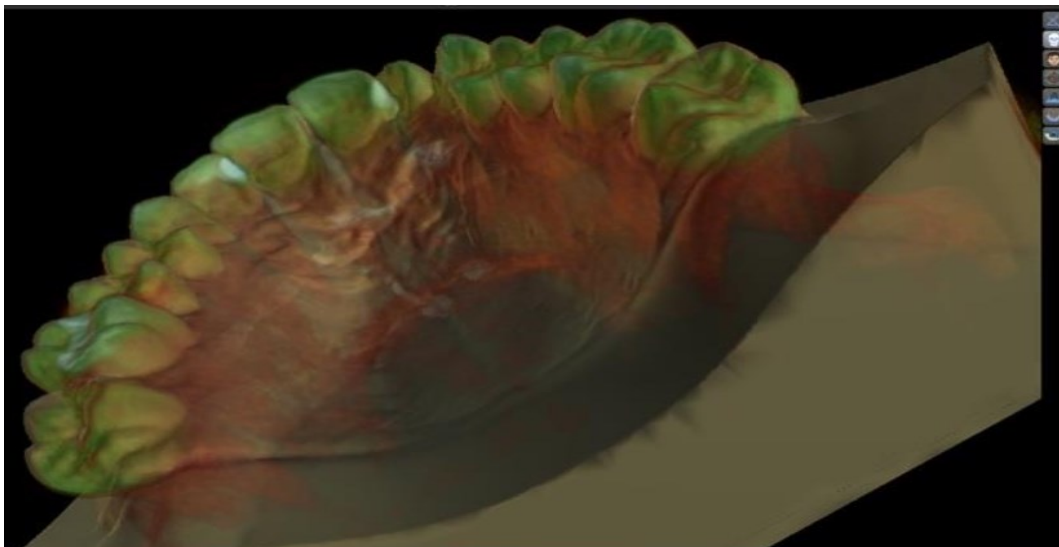
O *Blue Sky Plan* permite ao utilizador importar conjuntos de ficheiros de imagem e Comunicação Digital em Medicina (Digital Imaging and Communications in Medicine [DICOM]) para visualização em modo multi-janela, ou seja, o Médico Dentista consegue ver ao mesmo tempo dois *setups*, com o objetivo de conseguir avaliar a alteração do arco dentário, podendo ser em stl ou em DICOM. O *Blue Sky Plan* também faz a combinação automática entre o ficheiro stl e o DICOM (Figura 6 e7) (Canova et al., 2021; Nunes et al., 2020).

O módulo de ortodontia permite o planeamento digital dos arcos, que são utilizados para a produção *In-Office* de alinhadores. Este módulo permite ao utilizador realizar o seguinte:

- Importar um ficheiro stl e segmentar os elementos dentários.
- Efetuar o alinhamento dos arcos.
- Importar o arco antagonista e visualizar os pontos de contacto utilizando mapas colorimétricos.
- Efetuar a redução interproximal (IPR).
- Importar uma Tomografia Computorizada de Feixe Cónico (CBCT) e sobrepor ao arco digitalizado em stl, tomando como referência as estruturas anatómicas presentes em ambas, as peças dentárias.
- Verificar todas as etapas de alinhamento e guardar o ficheiro stl para um tratamento com alinhadores transparentes (Canova et al., 2021).



**Figura 6** - Ficheiro stl (Adaptado de Canova et al., 2021).



**Figura 7** - Ficheiro DICOM (Adaptado de Canova et al., 2021).

A segmentação dos dentes é um processo rápido e intuitivo, para cada dente, apenas os pontos mesiais e distais devem ser marcados, depois o software calculará automaticamente o posicionamento dos dentes. No entanto, é pedido ao utilizador que corrija se houver erros. Uma vez os dentes segmentados, é possível realizar a configuração virtual (Figura 8) (Canova et al., 2021; Nunes et al., 2020).

- Realizar funções de movimento dentário tanto graficamente com as setas, ou com o teclado para maior precisão.
- A capacidade de ver os contactos com o arco antagonista.

- A possibilidade de guardar e imprimir os vários passos do movimento em formato stl para a produção de alinhadores transparentes, sendo esta atualmente paga (Canova et al., 2021).

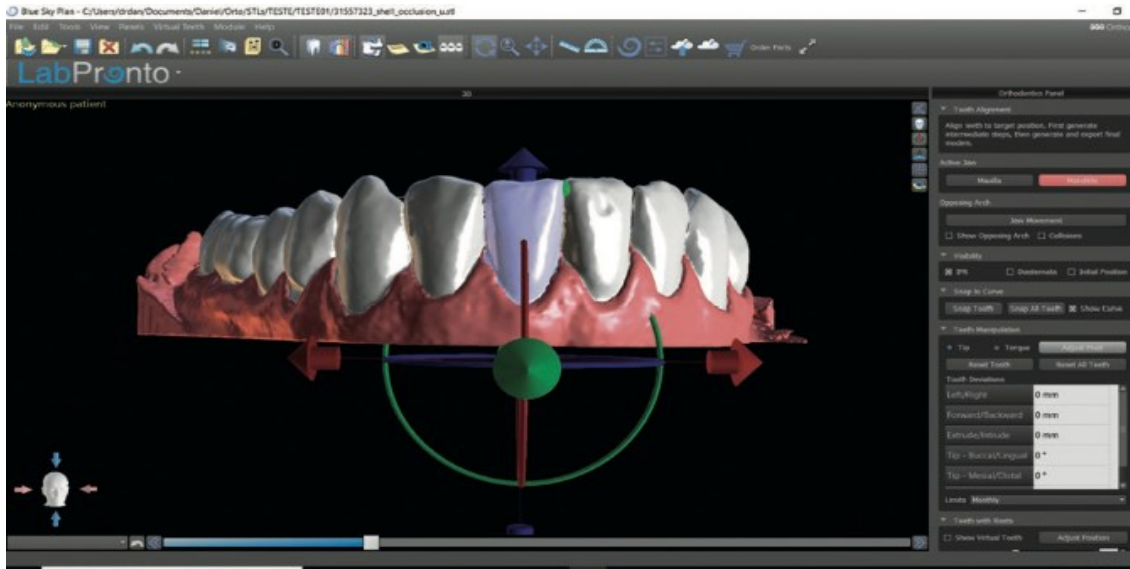


Figura 8 - Movimentação Dentária (Adaptado de Nunes et al., 2020).

### iii. SureSmile® - Dentisply Sirona

O software *SureSmile®*, que é produzido pela *OraMetrix®* e comercializado pela *Dentisply Sirona®*. O *SureSmile®* permite que o Ortodontista visualize e planeie tratamentos e cenários diferentes através da criação de um *setup* virtual *In-Office* e personalize os alinhadores numa plataforma em tempo real (Sachdeva, R et al 2005).

Na atualidade, o custo da produção de alinhadores *In-office*, pela *SureSmile*<sup>®</sup> apresenta-se na tabela seguinte (Tabela 4) (dentispaly sirona, 2022):

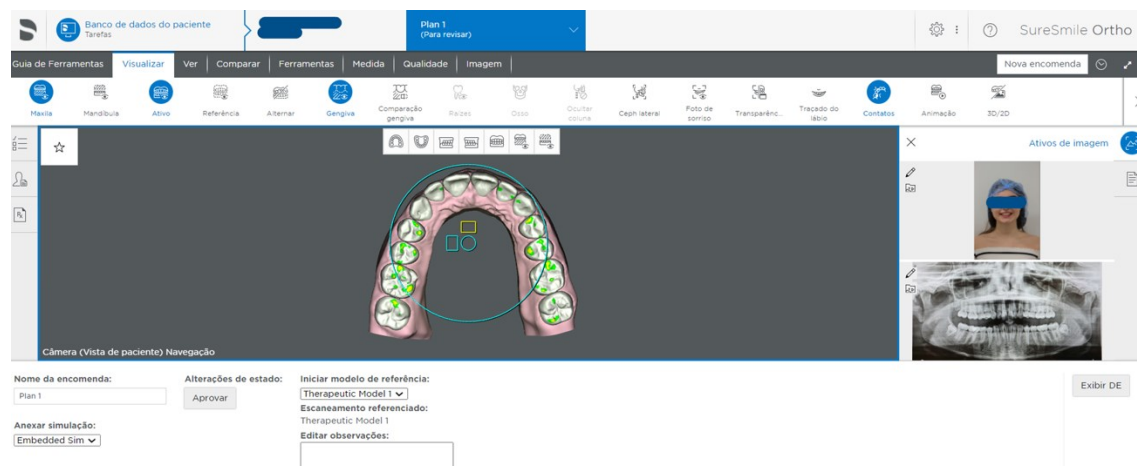
**Tabela 4-** Valores do *In-office* pelo SureSmile

Sistema <i>In-Office- SureSmile</i> <sup>®</sup>	Custo em 2022
Abertura de Conta	1595€
Modelo de Diagnóstico	40€
Alinhador (por Unidade)	25€
Modelo de Impressão 3D (por Unidade)	16€

(Adaptado de dentispaly sirona)

É um dos programas que oferecem mais recursos ao Médico Dentista. A curva de aprendizagem neste tipo de programas é mais rápida e fácil, devido à grande variedade de ícones disponibilizada pelo *software*, sendo mais intuitivo na ótica do utilizador. Esta abordagem elimina erros e planeamentos manuais demorados. (Nunes et al., 2020; Sachdeva et al 2005).

Durante a consulta é feito o scaneamento intraoral e os registos fotográficos, que juntamente com os raios-x (Figura 9) (ortopantomografia e telerradiografia de perfil) são colocados na plataforma *online* do *SureSmile*<sup>®</sup> numa pasta com o nome do paciente, para posteriormente criar os modelos digitais através das indicações do médico (Hartwich-Muller et al., 2007; Sachdeva, 2001).



**Figura 9 -** *SureSmile*<sup>®</sup> Raios-X e Fotografias do paciente na Plataforma (Adaptado de Hartwich-Muller et al., 2007).

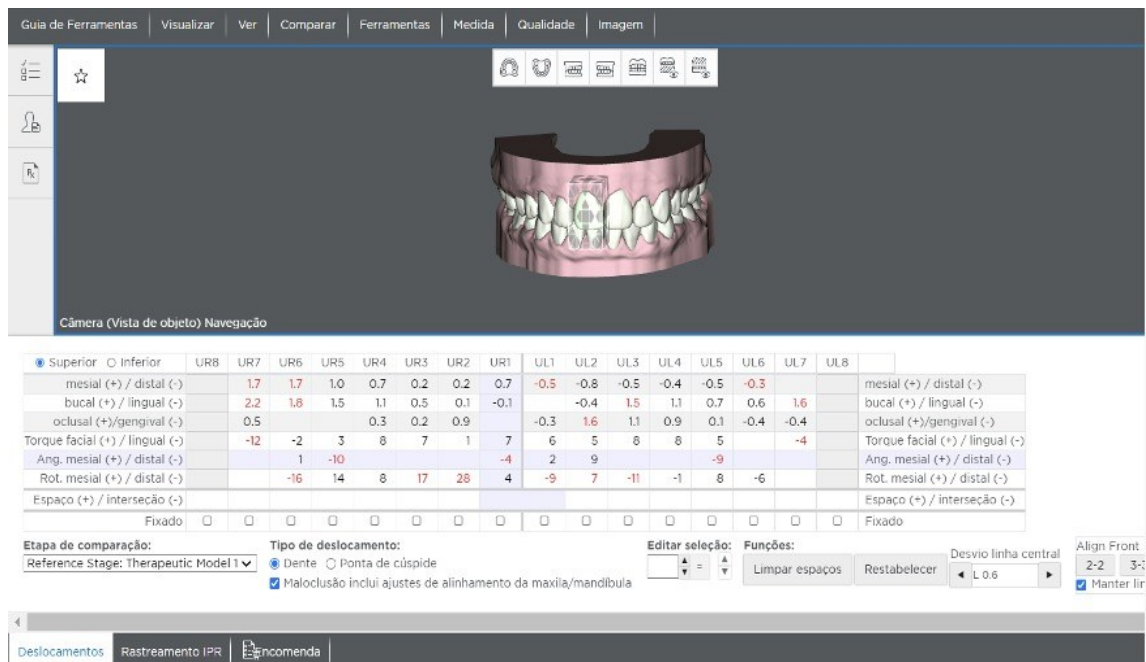


Figura 10 - SureSmile® (Adaptado de Nunes et al., 2020).

Durante o planeamento (Figura 10), e para melhorar os resultados e conseguir um melhor movimento dentário com os alinhadores, o programa, coloca automaticamente os *attachments* de resina nas superfícies dentárias. O Ortodontista, ao realizar o seu planeamento, pode utilizar os *attachments* otimizados (Tabela 5), que são colocados automaticamente pelo programa ou inseri-los por sua autoria onde acha que será mais eficaz para os movimentos dentários pretendidos (Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

Existem três tipos de *attachments* comuns: Helicoidal, Biselado e Retangular.

Tabela 5 - Attachments

	Helicoidal	Biselado	Retangular
Movimento	Movimento de Rotação	Movimento de Extrusão	Movimento Mesio-Distal
Dentes	Incisivos Caninos Pré-Molares	Incisivos Caninos Pré-Molares Molares	Incisivos Caninos Pré-Molares Molares
Tamanho	3mm Altura 2mm Largura 0.75-1mm espessura	3, 4, ou 5 mm Largura 2mm Altura 0.25-1.25mm Espessura	3, 4, ou 5 mm Largura 2mm Altura 0.75-1mm Espessura

(Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015)

### 1. Helicoidal

Os *attachments* helicoidais utilizam-se individualmente para rotações, ou aos pares para realizar rotações radiculares. Quando são utilizados isoladamente, os *attachments* helicoidais permitem um maior controlo da rotação. Quando se utilizam aos pares permitem a rotação das raízes, permitindo ao alinhador movimentar o dente como um todo ou inclinando, dependendo da colocação das forças (Figura 11) (Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

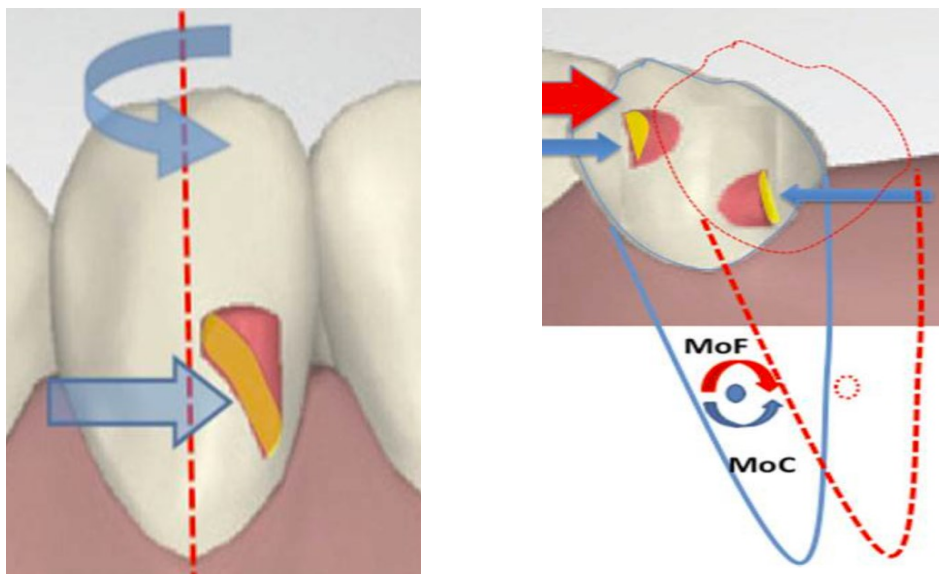


Figura 11 - Attachments Helicoidais (Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

## 2. Biselado

Os *attachments* biselados são utilizados quando por exemplo se quer extruir um dente. Têm uma zona ativa, que limita o deslocamento que pode ocorrer entre o alinhador e o dente (Figura 12) (Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

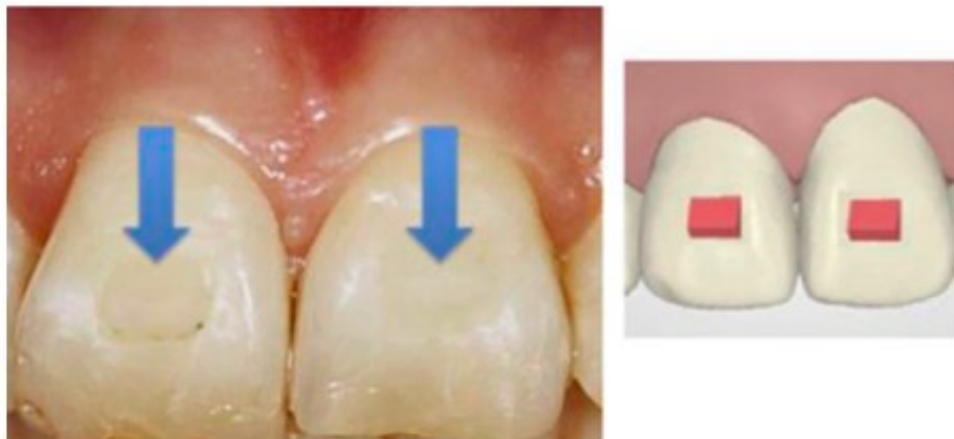
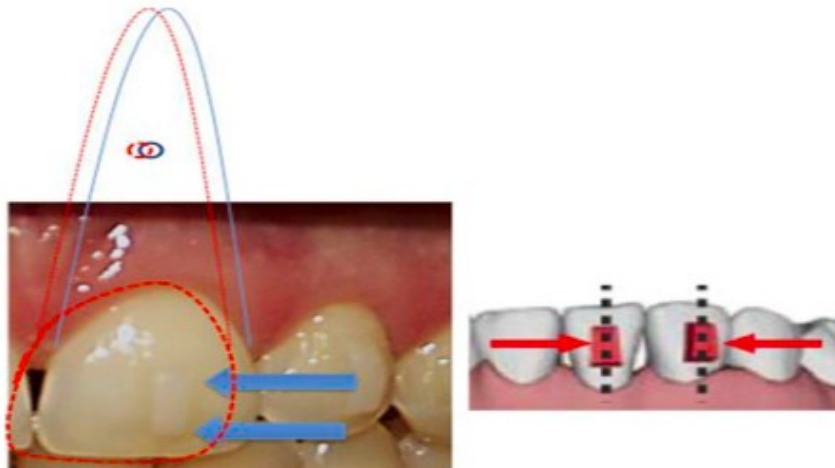


Figura 12 - *Attachments* Biselados (Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

## 3. Retangular

Os *attachments* retangulares são utilizados quando são necessários movimentos mesio-distal. Propõe-se que estes *attachments* para que os dentes sejam movimentados como um todo, permitindo uma maior amplitude para a aplicação da força (Figura 13) (Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

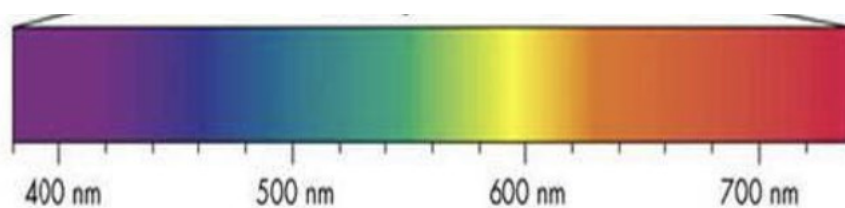


**Figura 13** - Attachments Retangulares (Adaptado de Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

### c. Impressoras 3D

A impressão 3D é o fabrico de um modelo tridimensional construído camada a camada a partir de um ficheiro selecionado previamente no computador (Berman, 2012).

Durante o processo de impressão, vai acontecendo a polimerização da resina, para isto é necessário que a radiação luminosa tenha um comprimento de onda (Figura 14), dentro do espectro visível, entre os 380 nanómetros (nm) e os 780nm (Mohammed et al., 2011; Nomoto, 1997).



**Figura 14** -Espectro eletromagnético (Adaptado de Mohammed et al., 2011).

A *Stereolithography (SLA)* e o *Digital Light Processing (DLP)*, foram dos primeiros métodos de impressão tridimensional a ser comercializado.

Na impressão por *Stereolithography (SLA)* (Figura 15), a fonte luminosa usada para fotopolimerizar a resina, é o laser, (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* – Ampliação da luz por emissão estimulada de radiação), com um comprimento de onda de radiação, emitida com uma amplitude com cerca de 468nm, que permita a

polimerização da resina (Rawls 2003).

Na impressão por *Digital Light Processing (DLP)* (Figura 16), a polimerização da resina é feita por uma luz, com uma radiação luminosa que se situa no espectro azul, com um comprimento de onda entre os 440nm e os 550nm e com uma média nos 470nm (Jandt et al., 2000).

Este tipo de impressora 3D, tem uma plataforma onde se fixam os modelos, uma bandeja com resina líquida fotossensível com fundo transparente e uma fonte de radiação laser ou luz que é projetada num espelho e refletida, permitindo a fotopolimerização da resina nos locais definidos no *software*, depois da camada estar polimerizada e num movimento vertical, a plataforma desce, mergulhando a estrutura na resina permitindo a formação de novas camadas sobrepostas às anteriores, assim vai-se sobrepondo camadas sucessivas de resina polimerizada até aos modelos estarem completos (Dawood et al., 2015; Garcia et al., 2018).

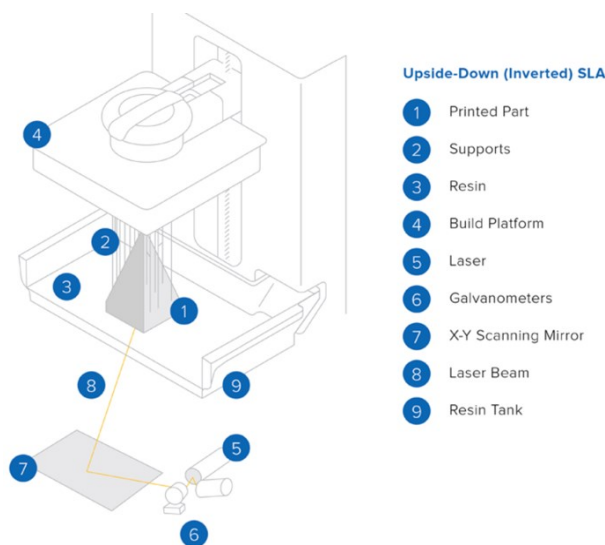
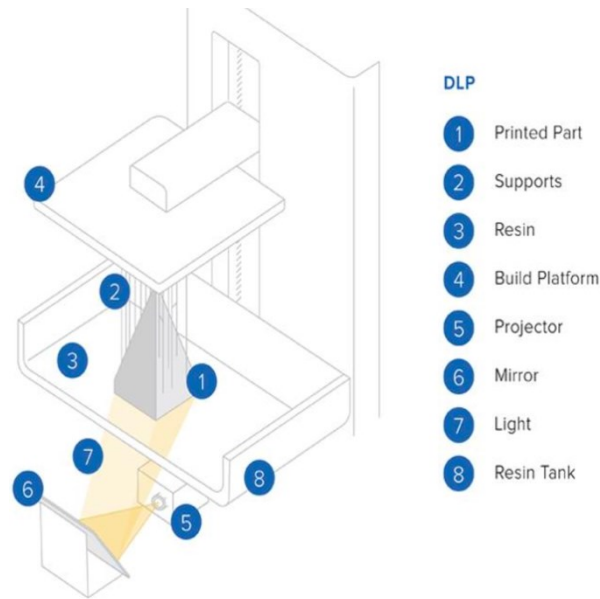
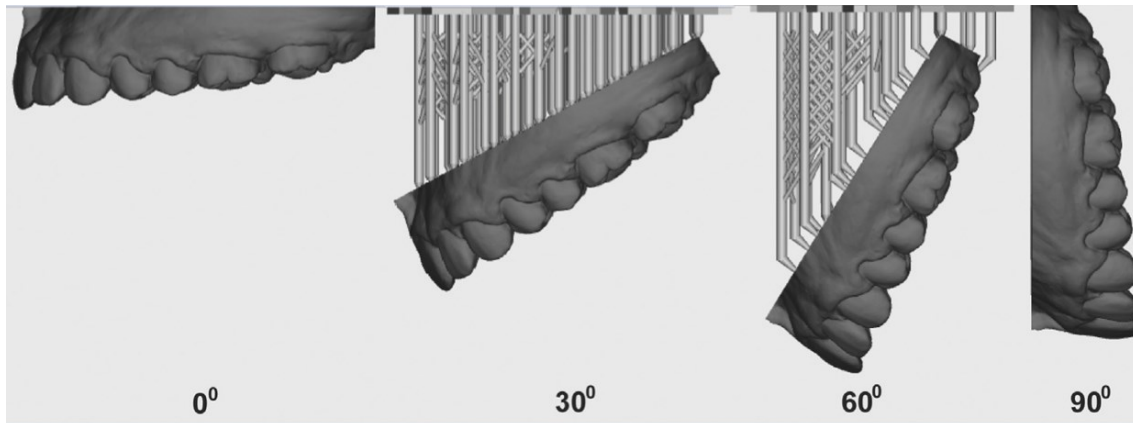


Figura 15 - Impressora 3D SLA (Cortesia de Diogo Frutuoso).



**Figura 16** - Impressora 3D DLP (Cortesia de Diogo Frutuoso).

Ao longo do fluxo de trabalho digital existem fatores que podem afetar a fidelidade dos modelos impressos (Flügge et al., 2013). A impressão aditiva faz que os ângulos de impressão sejam particularmente importantes para a precisão do modelo 3D (Figura 17) (Ko et al., 2021).



**Figura 17** - Ângulos de Impressão (Adaptado de Ko et al., 2021).

O ângulo de construção é a orientação do modelo impresso no que diz respeito à plataforma de construção da impressora. À medida que o ângulo de construção muda, altera a relação de suporte da impressão. Os modelos 30° e 60° tem suportes de impressão gerados automaticamente pelo software ou colocados pelo Medico Dentista entre a base

e a plataforma, enquanto as orientações 0° e 90° são impressas diretamente na plataforma. O ângulo de construção pode afetar a precisão dimensional dos modelos dentários impressos em 3D. As impressoras produziram modelos ortodônticos dentro de limites aceitáveis, com todas as combinações de ângulo de construção acima mencionadas. No entanto, não se recomenda a impressão de 0° devido à sua menor precisão de impressão e maior ocupação na plataforma de impressão, e mais tempo de impressão. Ao decidir sobre o ângulo de construção a imprimir, a aplicação clínica do modelo, a duração da impressão, o número de modelos que podem caber num único trabalho de impressão, e a quantidade de resina utilizada devem ser todos considerados, chegou-se a conclusão de que o ângulo que mais satisfaz estas condições é o ângulo de 90° (Ko et al., 2021).

Após a impressão, os modelos ficam na plataforma durante 5 a 10 minutos, para que a resina extra escorra para o tanque de resina. Os modelos são removidos da plataforma com um raspador de metal, e os suportes cortados com um alicate de corte de acordo com a recomendação do fabricante, após a sua remoção os modelos são mergulhados, num banho de álcool isopropílico a 90 % com agitação durante 5-10 minutos, e suavemente limpos com uma escova macia removendo o excesso de resina (Figura 18). Após a lavagem, os modelos entram numa unidade de ultravioleta para serem curados e secos durante 15 minutos (Figura 19) (Ko et al., 2021).



**Figura 18** - Álcool Isopropílico (Adaptado de Dentaleader, 2022).



**Figura 19** - Forno de Cura de Resina (Adaptado de Nextdent, 2022).

#### **d. Placas termo-moldáveis**

Existem muitos polímeros diferentes disponíveis no mercado que podem ser utilizados para fabricar alinhadores *In-Office*. Os primeiros alinhadores foram construídos a partir de poliuretano monocamada, sendo substituída por polímeros multicamada, seguindo-se uma infinidade de polímeros, que ficaram disponíveis por vários fabricantes para a produção de alinhadores ortodônticos (Lombardo et al., 2017). A maioria dos fabricantes de placas termomoldáveis (Tabela 6), utiliza polietileno tereftalato glicol modificado (PET-G), mas outros materiais como o polipropileno (PP+), policarbonato (PC), polietileno (PE), acetato de etileno vinil (EVA), copoliéster (A+) e Polipropeleno (C+) também estão disponíveis (Ryokawa et al., 2006).

Tabela 6 - Polímeros

<b>Código</b>	<b>Nome do Produto</b>	<b>Componente</b>
PET-G	Duran	<i>Polyethylene terephthalate glycol-modified</i>
PP+	Hardcast	<i>Polypropylene</i>
PC	Imprelon “S”	<i>Polycarbonate</i>
PE	Copyplast	<i>Polyethylene</i>
EVA	Bioplast	<i>Ethylene vinyl acetate</i>
A+	Essix A+	<i>Copolyester</i>
C+	Essix C+	<i>Polypropylene</i>

(Adaptado de Ryokawa et al., 2006)

As propriedades mecânicas dos materiais termoplásticos são influenciadas por fatores estruturais, tais como estruturas moleculares e cristalinas, como por fatores ambientais, tais como temperatura, humidade e pressão (Nielsen, L.E., & Landel, R.F. 1993). Por conseguinte, as propriedades mecânicas variam sob a influência tanto das condições de formação como das condições de utilização. Os polímeros, PC, PET-G, e A+ foram classificados como plásticos amorfos, enquanto PP, C+, PE, e EVA foram considerados como plásticos cristalinos com base nos seus pontos de fusão. Quando expostos a determinadas temperaturas, os plásticos cristalinos permanecem intactos e firmes, os plásticos amorfos como não têm regiões cristalinas, tornam-se suaves e flexíveis ou líquidos altamente viscosos (Tabela 7) (Lombardo et al., 2017; Ryokawa et al., 2006).

Tabela 7 - Estruturas Químicas das Placas

Nome do Produto	Nome do Comum	Estrutura Molecular	Sigla
Duran	<i>Polyethylene terephthalate glycol-modified</i>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O} \\    \quad   \\  \text{O}=\text{C}-\text{O} \quad \text{H}  \end{array}  $	PET-G
Hardcast	<i>Polypropylene</i>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{CH}_3 \\    \quad   \\  \sim\text{C}-\text{C}\sim \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	PP+
Imprelon "S"	<i>Polycarbonate</i>	$  \begin{array}{c}  \text{O} \quad \text{O} \\    \quad    \\  \text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C} \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  $	PC
Copyplast	<i>Polyethylene</i>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\    \\  \sim\text{C}\sim \\    \\  \text{H}  \end{array}  $	PE
Bioplast	<i>Ethylene vinyl acetate</i>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}_3\text{C} \\    \quad   \quad   \\  \text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\  \quad \quad \quad \quad   \\  \quad \quad \quad \quad \text{O}=\text{C}  \end{array}  $	EVA
Essix A+	<i>Copolyester</i>	$  \begin{array}{c}  \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{H} \\    \quad   \\  \text{C}=\text{C} \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	A+
Essix C+	<i>Polypropylene</i>	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{CH}_3 \\    \quad   \\  \sim\text{C}-\text{C}\sim \\    \quad   \\  \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	C+

Num estudo realizado por Ryokawa et al., em 2006, simulou-se um ambiente intraoral, onde não foram encontradas diferenças significativas entre PET-G e A+ ou entre PP+ e C+, provavelmente porque estes materiais têm estruturas moleculares idênticas, também não foram observadas diferenças significativas no stress de rendimento de tração entre

PC, PET-G e A+, ou entre PP e C+ (Figura 20) (Ryokawa et al., 2006).

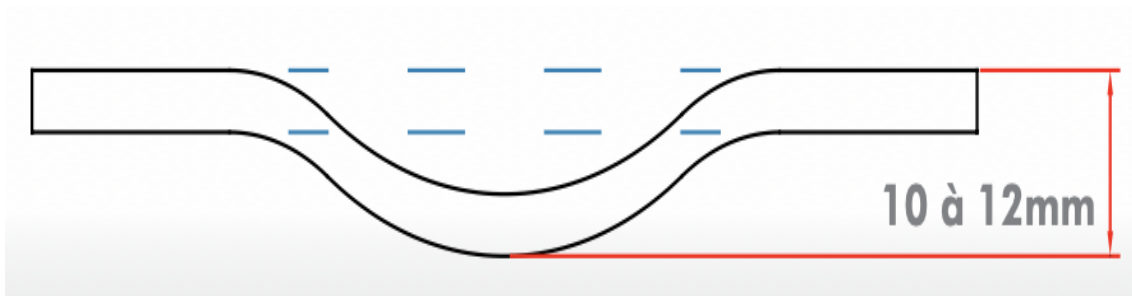


**Figura 20** - Exemplo de Plástico de Alinhador (Cortesia de Diogo Frutuoso).

#### **e. Máquinas termo pressão/termo vácuo**

As técnicas de termomoldagem advém da história antiga quando no Egito, quando usavam as folhas de papiro aquecidas em óleo em formas para produzir embalagens de alimentos. Em 1870, John Hyatt e Charles Burroughs desenvolveram técnicas para prensar folhas de nitrato de celulóide (celulose) usando vapor e pressão em moldes de aço. Atualmente, a termomoldagem é um termo utilizado para processos de moldagem de placas termoplásticas (Throne, 2008).

No mercado existe vários tipos de placas e máquinas de termo pressão e de vácuo para a produção de alinhadores. De uma forma geral a maioria das placas exibe o ponto ideal quando ocorre uma deformação da placa cerca de 10 a 12mm abaixo do suporte (Figura 21). Este ponto é designado por plastificação e é identificado por características como maleabilidade, alteração de cor ou tempo de aquecimento (Fonseca et al., 2014; Throne, 2008).



**Figura 21** - Esquema do Tamanho da deformação da placa termoplástica (Adaptado de Fonseca et al., 2014).

Existem duas maneiras de produzir alinhadores termoformados: através de vácuo ou pressão.

Nos equipamentos de termoformar a vácuo (Figura 22), o plástico é fixado e aquecido num suporte a uma determinada temperatura e depois é colocado sobre o modelo, o vácuo é ligado criando uma pressão negativa removendo o ar entre o plástico e o modelo dentário, ajudando o material a moldar-se ao modelo (Figura 23) (Cowley et al., 2012; Moro et al., 2017).



**Figura 22** - Máquina de termovácuo- Jintai (Cortesia de Diogo Frutuoso).

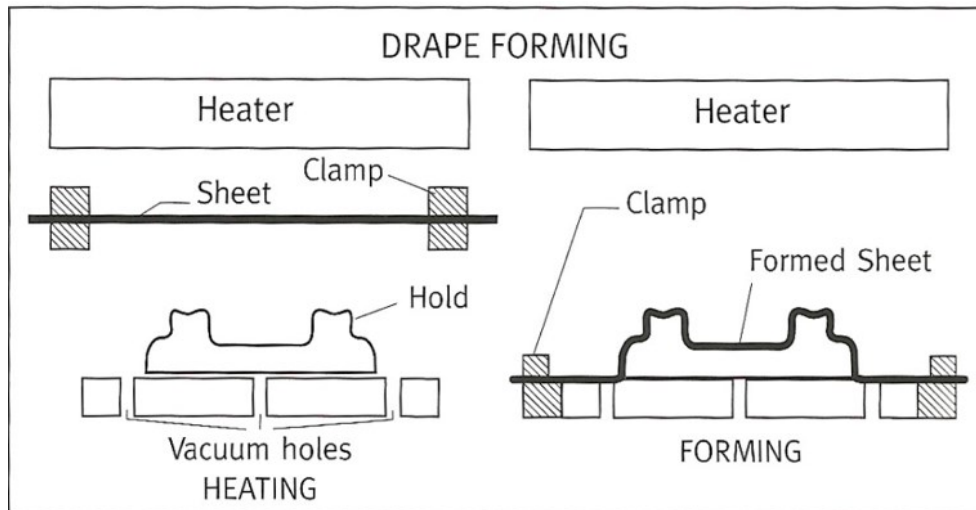


Figura 23 - Esquema da máquina de termovácuo. (Adaptado de Tuncay, 2006).

Os equipamentos mais recentes utilizam a pressão positiva para alcançar uma maior adaptação, após o aquecimento da placa termo moldável, há um pistão que exerce pressão, fazendo com que a placa se molde ao modelo 3D. O plástico é retirado do modelo e cortado segundo as especificações desejadas (Cowley et al., 2012).

Na máquina de termoformagem de pressão positiva *Drufomat Scan* (Figura 24), através de um *scanner*, é realizada a leitura dos códigos de barras, das caixas das placas termo moldáveis, permitindo que os tempos de aquecimento e arrefecimento, sejam uniformes e ideais através de uma pré-programação. Esta opção também é possível ser feita manualmente (Figura 25). A pressão que esta máquina utiliza varia entre os 2-6 bar, e sabendo que o bar é uma unidade de pressão por centímetro quadrado de  $1\text{bar} = 1,02\text{ kgf/cm}^2$ , consegue-se atingir uma excelente adaptação interna, também devido a forma vertical, que garante resultados uniformes (Figura 26), aceitando tanto placas termomoldáveis circulares como quadradas (Flakowski & Altmann, 2018).



**Figura 24** - Máquina de termoformar-Drufoformat *Scan* (Cortesia de Diogo Frutuoso).



**Figura 25** - Leitura do código de Barras da Máquina de termoformar- Drufoformat (Dentamid, 2022).

Os alinhadores termoformados por pressão fornecem forças mais altas que os termoformados a vácuo (Hahn et al., 2009). O método de termoformação dos alinhadores encontra-se diretamente relacionado com o comportamento biomecânico dos mesmos. Alinhadores termoformados à pressão têm momentos de força maiores em movimentos de inclinação e rotação quando comparados com os termoformados a vácuo (Brockmeyer et al., 2017).

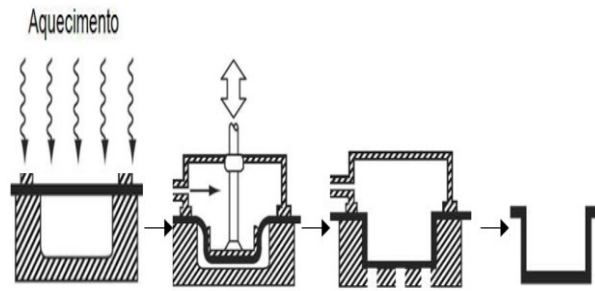


Figura 26 - Esquema da Máquina de Termoformar (Fonte: Autor).

#### f. Recorte dos alinhadores

Cowley em 2012, realizou um estudo, onde observou três tipos de recortes das margens dos alinhadores com e sem *attachments* (Figura 27, 28 e 29):

##### 1. Corte Festonado;

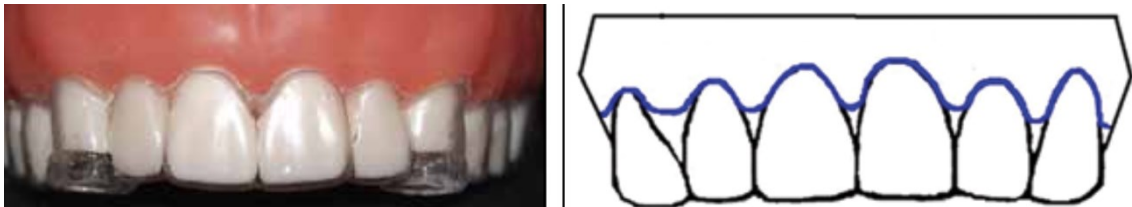


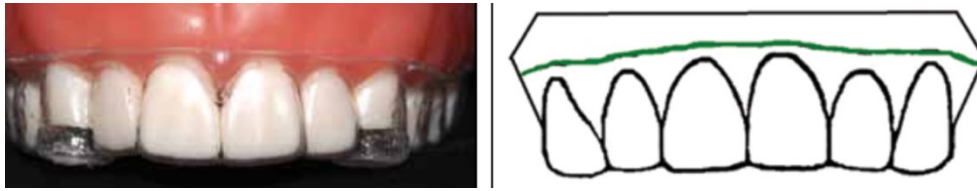
Figura 27 - Recorte festonado (Adaptado de Cowley et al., 2012).

##### 2. Corte reto no zênite gengival;



Figura 28 - Recorte no Zênite Gengival (Adaptado de Cowley et al., 2012).

### 3. Corte reto 2 mm acima do zénite gengival.



**Figura 29** - Recorte 2mm acima do Zénite gengival (Adaptado de Cowley et al., 2012).

Os alinhadores devem ser maleáveis para a inserção e remoção, mas fornecerem força suficiente para a movimentação dentária. Durante o tratamento ortodôntico com alinhadores, segundo Cowley, ocorrer deflexão do alinhador na zona de contacto, causando um desajuste, podendo-se concluir que a flexibilidade das margens gengivais reduz a quantidade de força exercida no dente na linha da gengival, impossibilitando a realização de alguns movimentos. A deformação vertical, causada durante a inserção e desinserção do alinhador é uma das causas do atraso no tratamento ortodôntico. Para que o movimento dentário seja preciso e previsível, o alinhador, deve estar totalmente em contacto com o dente e permanecer imóvel na arcada dentária sem movimentações (Cowley et al., 2012).

A utilização de *attachment* é uma forma de reduzir a deformação vertical. Um estudo descobriu que um *attachment* retangular colocado a 2mm da margem gengival produziu uma força mais retentora em comparação com um *attachmen* semelhante no centro do dente. Se o alinhador for muito flexível, na margem gengival, o Médico Dentista não vai ter a eficácia máxima dos *attachments* para impedir o deslizamento horizontal e a deformação vertical. A flexibilidade nas margens gengivais reduz a força que pode ser exercida sobre o dente da linha gengival, limitando o alinhador a produzir as forças necessárias para os movimentos de rotação, translação, e inclinação controlada (Cowley et al., 2012; Hennessy & Al-Awadhi, 2015).

Assim, o recorte reto 2 mm acima do zénite é o mais vantajoso, pois reduz a flexibilidade do alinhador, melhorando a retenção e, a capacidade para realizar movimentos mais complexos, fornecendo ao alinhador a flexibilidade suficiente, e, ao mesmo tempo a força necessária para realizar todos os movimentos (Cowley et al., 2012).

### III. CONCLUSÃO

Na medicina dentária alcançar um sorriso harmonioso é um objetivo primordial. Para os pacientes mais exigentes é fundamental aliar a estética diferenciada ao conforto durante o tratamento ortodôntico, isso levou à criação e evolução constante dos alinhadores dentários transparentes. Podemos concluir que a tecnologia digital está a ser introduzida progressivamente no mundo da medicina dentária. A Ortodontia Digital *In-Office* oferece diversas vantagens no planeamento e no tratamento, com qualidade estética, previsibilidade e conforto. Os avanços no *workflow* digital com o uso generalizado de *scanners* intra-orais, possibilitam um tratamento de maneira relativamente rápida e mais otimizada para o médico dentista.

As suas principais vantagens são: a diminuição no tempo de consulta e a eliminação das impressões convencionais. A sua maior desvantagem é a curva de aprendizagem e o seu custo, sendo a última a razão principal na dificuldade de aquisição do equipamento. Porém, essa desvantagem pode ser desconsiderada se o scanner for utilizado em todas as áreas da medicina dentaria.

Para o planeamento ortodôntico digital, é necessário escolher com critério qual o *software* ortodôntico para o efeito.

Existem *softwares* ortodônticos gratuitos e *softwares* ortodônticos pagos. Os *softwares* ortodônticos gratuitos apresentam, uma curva de aprendizagem mais demorada para o Médico Dentista o que conseqüentemente leva a um planeamento ortodôntico mais demorado, no momento de impressão também podem surgir incompatibilidades com as impressoras 3D.

Os *softwares* ortodônticos pagos, apresentam uma curva de aprendizagem mais rápida, porque na sua generalidade são mais intuitivos, permitindo ao médico dentista, ter à sua disposição no próprio programa uma serie de ferramentas informáticas que lhe permite fazer um planeamento ortodôntico com maior rapidez e previsibilidade.

A utilização de *attachments* nos *softwares* ortodônticos, permitem aumentar a retenção dos alinhadores e melhorar o controlo dos movimentos dentários, assegurando um

seguimento completo com os alinhadores evitando a necessidade de ajustes finais e refinamentos. Assim podemos afirmar que para além do *software* ortodôntico utilizado, quanto maior for o conhecimento do médico dentista, em relação à biomecânica com alinhadores, mais rápido e eficiente se torna a realização do planeamento.

Em relação à impressão, uma vantagem das impressoras 3D é a capacidade da clínica de forma rápida e autónoma em *In-Office* produzir os modelos com boa qualidade. Embora as impressoras 3D estejam a tornar-se acessíveis, os custos de funcionamento, resinas, manutenção e a necessidade de mão de obra qualificada devem ser cuidadosamente ponderados, bem como a necessidade de adesão a protocolos de segurança.

Na formação de um alinhador em *In-Office*, o material termoplástico é aquecido torna-se maleável. A este plástico é aplicado uma força negativa (vácuo) ou uma força positiva (pressão), obrigando o plástico a entrar em contato com o modelo. As etapas do processo são:

- Fixação da placa;
- Aquecimento;
- Moldagem do modelo/placa;
- Arrefecimento;
- Retirada do modelo do equipamento
- Acabamento

O perfeito balanço entre calor e poder de sucção/pressão durante a produção dos alinhadores, dão às peças termoformadas precisão e ótima qualidade no acabamento. Isto alerta-nos para a utilização de equipamentos de boa qualidade.

Na produção de alinhadores *In-Office*, é fundamental ter em atenção as propriedades naturais dos alinhadores durante o processo de termoformação, para que estes sejam de excelente qualidade e os resultados acompanhem essa excelência. O Médico Dentista tem de seleccionar o tipo de placas mediante os diferentes tipos de tratamento e as diferentes fases.

Relativamente aos recortes dos alinhadores, estes podem ser realizados com corte reto no zénite gengival, com corte reto 2 mm acima do zénite gengival e com corte festonado.

Quer no corte reto no zénite gengival, quer no corte reto 2 mm acima do zénite gengival, o acabamento é menos estético mas confere uma maior rigidez nas margens do alinhador maximizando a utilização dos *attachments* em criar retenção conseguindo um movimento ortodôntico mais rápido e eficaz.

O corte festonado apesar de conferir uma maior estética, obriga a um tratamento ortodôntico mais demorado.

Assim pode-se concluir que a ortodontia digital *In-Office*, esta em franco desenvolvimento, permitindo aos ortodontistas produzir os seus próprios alinhadores, mantendo na sua clínica todo *workflow* com um custo reduzido e um benefício maximizado.

Nos alinhadores *In-Office*, o ortodontista tem uma autonomia maior para determinar aspetos do tratamento ortodôntico, tal como a espessura, o tipo da placa termoplástica utilizada, tipo de recorte, etc.

A principal vantagem da produção de alinhadores *In-Office*, consiste na reduzida ou suprimida dependência em relação a indústria, com a considerável redução de custo para o clínico, o que indiretamente promove uma redução indireta para o paciente.



#### IV. BIBLIOGRAFIA

Alghazzawi, T. F. (2016). Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of Prosthodontic Research*, 60(2), 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003>

Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, 55(2), 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2011.11.003>

Brucoli, M., Boffano, P., Pezzana, A., Corio, C., & Benech, A. (2020). The use of optical scanner for the fabrication of maxillary obturator prostheses. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 24(2), 157–161. <https://doi.org/10.1007/s10006-020-00836-9>

Buzayan, M. M., Seong, L., Elkezza, A., Abidin, Z., Yunus, N., & Sivakumar, I. (2020). Digital workflow for articulating maxillary and mandibular 3D arch models using an open-source 3D modeling software program. *Quintessence International*, 51(9), 776–779. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a45105>

Canova, F. F., Oliva, G., Beretta, M., & Dalessandri, D. (2021). Digital (R)evolution: Open-source softwares for orthodontics. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/app11136033>

Chan, E., & Darendeliler, M. A. (2017). The Invisalign® appliance today: A thinking person's orthodontic appliance. *Seminars in Orthodontics*, 23(1), 12–64. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2016.10.003>

Chen, Y.-J., Chan, L.-Y., & Jane Yao, C.-C. (2017). Clear Aligner Treatment with “In-Office” Virtual Model Set-Up and 3D Printing. *Journal of Dentistry and Oral Care*, 3(2), 1–5. <https://doi.org/10.15436/2379-1705.17.1418>

Cowley, D. P., Mah, J., & O’toole, B. (2012). Systems such as Invisalign The Effect of Gingival-Margin Design on the Retention of Aligners. *Journal of Clinical Orthodontics*, XLVI(11), 697–702.

Dawood, A., Marti, B. M., Sauret-Jackson, V., & Darwood, A. (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, 219(11), 521–529. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>

Dentispaly Sirona (2022) Alinhadores Suresmile R, Dentispaly sirona, 1-2.

Feres, M., & Duarte, D. (2019). Alinhadores Ortodônticos Técnicas e Evidências (3rd. Ed). São Paulo: Napoleão.

Flakowski, M., & Altmann, R. (2018). Druformat Scan, *Dentamid*, 1-69.

Flügge, T. v., Schlager, S., Nelson, K., Nahles, S., & Metzger, M. C. (2013). Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(3), 471–478. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.04.017>

Fonseca, J. C., Piccin, H. J., (2014). Placas Termoformadas. *Equipamentos, materiais e técnicas de confecção* 1–24.

Gao, M., Yan, X., Zhao, R., Shan, Y., Chen, Y., Jian, F., Long, H., & Lai, W. (2021). Comparison of pain perception, anxiety, and impacts on oral health-related quality of life between patients receiving clear aligners and fixed appliances during the initial stage of orthodontic treatment. *European Journal of Orthodontics*, 43(3), 353–359. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa037>

Garcia, J., Yang, Z. L., Mongrain, R., Leask, R. L., & Lachapelle, K. (2018). 3D Printing Materials and their use in Medical Education: A Review of Current Technology and Trends for the Future. *BMJ Simulation and Technology Enhanced Learning*, 4(1), 27–40. <https://doi.org/10.1136/bmjstel-2017-000234>

Gonçalves Cardoso, L., Pedro Cotrim Maia, J., Thaís Rangel Souza, L., Novaes Coutinho, L., Novaes Silva Paraguassú, V., Manguiera Farjala de Almeida, K., & Maria Guimarães Lessa, A. (2019). A Era da Evolução na Ortodontia: Sistema Invisalign®. *Id on Line*, 489–499.

Gondim Moura, I., & Pasini, M. (2020). O Uso do Scanner Intraoral na Odontologia: Revisão de Literatura. *Universidade do Rio Verde*, 1-18

Hartwich-Muller, R., Prager, T., & Brinkmann-Jost, P. (2007). Suresmile Sistem Cad\Cam. *International Journal of Computerized Dentistry*, 10(53), 53–62.

Hennessy, J., & Al-Awadhi, E. A. (2015). Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of Orthodontics*, 43(1), 68–76. <https://doi.org/10.1179/1465313315Y.0000000004>

Hennessy, J., Garvey, T., & Al-Awadhi, E. (2016). randomized clinical trial comparing incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners. *Angle Orthodontist*, 86(5),

706–712.

Imburgia, M., Logozzo, S., Hauschild, U., Veronesi, G., Mangano, C., & Mangano, F. G. (2017). Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health, 17*(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0383-4>

Jandt, K. D., Mills, R. W., Blackwell, G. B., & Ashworth, S. H. (2000). Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dental Materials, 16*(1), 41–47.

Ko, J., Bloomstein, R. D., Briss, D., Holland, J. N., Morsy, H. M., Kasper, F. K., & Huang, W. (2021). Effect of build angle and layer height on the accuracy of 3-dimensional printed dental models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 160*(3), 451-458.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.11.039>

Krieger, E., Drechler, T., Schmidtmann, I., Jacobs, C., Haag, S., & Wehrbein, H. (2013). Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study. *Head & Face Medicine, 9*(21), 1–8.

Lombardo, L., Martines, E., Mazzanti, V., Arreghini, A., Mollica, F., & Siciliani, G. (2017). Stress relaxation properties of four orthodontic aligner materials: A 24-hour in vitro study. *Angle Orthodontist, 87*(1), 11–18. <https://doi.org/10.2319/113015-813.1>

Medina-Sotomayor, P., Pascual-Moscardó, A., & Camps, I. (2018). Relationship between resolution and accuracy of four intraoral scanners in complete-arch impressions. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 10*(4), e361–e366. <https://doi.org/10.4317/jced.54670>

Melkos, A. B. (2005). Advances in digital technology and orthodontics: a reference to the Invisalign method. *International Medical Journal of Experimental and Clinical Research, 11*(5), 39-42.

Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. In *Dental Materials Journal, 28*(1), 1-25.

Mohammed, S., Krishna Alla, R., & Shamma, M. (2011). Color and Shade Matching in Dentistry Characterization of nanoparticles in Dental Materials View project Color and Shade Matching in Dentistry. *Trends Biomater. Artif. Organs, 25*(4), 172-175.

- Moreira, R. H., Manna, M. P. N. C., Medeiros, Y. de L., Faria, L. V., Neves, V. de A. M., Pucetti, M. G., Assis, A. F. de O., Moreira, L. A. C., & Pazinato, R. B. (2021). Fluxo digital no planejamento e execução de reabilitações orais estéticas: Uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, *10*(6), 1–11. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.16165>
- Moro, A., Bubadra, P., Jr., T., Schimim, S., Morais, N., & Correr, G. (2017). Ortodontia lingual x alinhadores removíveis: quando utilizar. *Orthodontic Science and Practice*, *10*(39), 104–130. <https://doi.org/10.24077/2017;1039-104130>
- Neto, F. A. de A. e C. (2016). Sistema Art Aligner de Alinhadores Invisíveis: Relato de Caso. *O Jornal Dentistry*, *32*, 22–28.
- Nold, S., Horvath, S., Stampf, S., & Blatz, M. (2014). Analysis of Select Facial and Dental Esthetic Parameters. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, *34*(5), 623–629. <https://doi.org/10.11607/prd.1969>
- Nomoto, R. (1997). Effect of Light Wavelength on Polymerization of Light-cured Resins. *Dental Materials Journal*, *16*(1), 60–73.
- Nunes, M. M., Camardella, L. T., & Jaerger, D. K. (2020). Planejamento virtual. Uma nova aposta da ortodontia. *Ortodontia SPO*, *53*(2), 131–143.
- Pagano, S., Moretti, M., Marsili, R., Ricci, A., Barraco, G., & Cianetti, S. (2019). Evaluation of the accuracy of four digital methods by linear and volumetric analysis of dental impressions. *Materials*, *12*(1958), 1–20. <https://doi.org/10.3390/ma12121958>
- Papadimitriou, A., Mousoulea, S., Gkantidis, N., & Koukos, D. (2018). Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment a systematic review. *Progress in Orthodontic*, 1–24.
- Patel, D., Mehta, F., & Mehta, N. (2014). Aesthetic Orthodontics: An Overview. *Orthodontic Journal of Nepal*, *4*(2), 38–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.3126/ojn.v4i2.13897>
- Phan, X., & Ling, P. H. (2007). Clinical Limitations of Invisalign. *Journal of the Canadian Dental Association*, *73*(3), 263–266.
- Pillai, S., Upadhyay, A., Khayambashi, P., Farooq, I., Sabri, H., Tarar, M., Lee, K. T., Harb, I., Zhou, S., Wang, Y., & Tran, S. D. (2021). Dental 3d-printing: Transferring art from the laboratories to the clinics. *Polymers*, *13*(1), 1–25. <https://doi.org/10.3390/polym13010157>
- Polido, W. D. (2010). Moldagens Digitais e Manuseio de Modelos Digitais- O Futuro da

Odontologia. *Dental Press Journal Orthodontics*, 15(5), 18–22.

Ritto, A. (2011, July). Modelos Virtuais - O Fim do Gesso. *DentalPro*, 30–39.

Ryokawa, H., Miyazaki, Y., Fujishima, A., Miyazaki, T., & Maki, K. (2006). The mechanical properties of dental thermoplastic materials in a simulated intraoral environment. *Orthodontic Waves*, 65(2), 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.odw.2006.03.003>

Sachdev, S., Tantidhnazet, S., & Saengfai, N. N. (2021). Accuracy of Tooth Movement with In-House Clear Aligners. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 10(4), 177–182. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2021.08.003>

Sachdeva, R. C. L. (2001). SureSmile Technology in a Patient-Centered Orthodontic Practice. *Journal of Clinical Orthodontics*, 35(4), 245–253.

Sharma, R., Drummond, R., Wiltshire, W., Schroth, R., Lekic, M., Bertone, M., & Tate, R. (2021). Quality of life in an adolescent orthodontic population-Invisalign versus fixed appliances. *Angle Orthodontics*, 91(6), 718–724.

Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Treatment outcome and efficacy of an aligner technique - regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-68>

Sinha, A., Govil, P., Srivastava, S., & Mishra, A. (2019). 3D printing- the future is now. *International journal of scientific research*, 8(2), 69–71.

Srivastava, R., Jyoti, B., Kushwaha, S., & Shastri, A. (2017). Sequential Removal Orthodontics: An Alternative Approach. *International Journal of Contemporary Medicine Surgery and Radiology*, 2(1), 32–36.

Suese, K. (2020). Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners. *Dental Materials Journal*, 39(1), 52–56. <https://doi.org/10.4012/dmj.2019-224>

Tavares Camardella, L., & de Vasconcellos Vilella, O. (2015). Modelos digitais em Ortodontia: novas perspectivas, métodos de confecção, precisão e confiabilidade. *Rev Clin Ortod Dental Press*, 14(2), 76–84.

Thukral, R., & Gupta, A. (2015). Invisalign: invisible orthodontic treatment-a review. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 3(5), S42-S44.



## V. ANEXOS

### Anexo 1

#### Autorização de utilização de imagens

Diogo Frutuoso <diogo\_fby@hotmail.com>

Para: Você

Qua, 02/03/2022 19:36

Olá, Pedro! Conforme conversa, autorizo a utilização das imagens da minha apresentação desde que devidamente referenciadas.  
Um abraço! Bom trabalho!


Obter o [Outlook para Android](#)

...

Recebi-o!

Confirmado!

Excelente.

 As sugestões acima são úteis? [Sim](#) [Não](#)

 Responder

 Encaminhar

Pedro Cavaco

Para: diogo\_fby@hotmail.com

Qua, 02/03/2022 12:32

Boa tarde, Diogo,  
No seguimento da conversa telefônica, venho solicitar a autorização para a utilização das imagens disponibilizadas no powerpoint na minha tese de mestrado.

Cumprimentos



