

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE**

Lara Passos Alvim

**Análise laboratorial de um novo protótipo de posicionador de bráquetes  
ortodônticos do tipo *pole-like***

Juiz de Fora  
2022

**Lara Passos Alvim**

**Análise laboratorial de um novo protótipo de posicionador de bráquetes  
ortodônticos do tipo *pole-like***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saúde. Área de concentração: Saúde Brasileira.

Orientador: Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral

Juiz de Fora  
2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Passos Alvim, Lara.

Análise laboratorial de um novo protótipo de posicionador de bráquetes ortodônticos do tipo pole-like / Lara Passos Alvim. -- 2022.

71 p.

Orientador: Robert Willer Farinazzo Vitral

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina.

Programa de Pós-Graduação em Saúde Brasileira, 2022.

1. Ortodontia. 2. Braquetes ortodonticos. 3. Ortodontia corretiva. 4. Patentes. I. Willer Farinazzo Vitral, Robert, orient. II. Título.

**Lara Passos Alvim**

**Análise laboratorial de um novo protótipo de posicionador de bráquetes  
ortodônticos do tipo *pole-like***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saúde. Área de concentração: Saúde Brasileira.

Aprovada em 14 de Setembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Robert Willer Farinazzo Vitral - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

---

Prof. Dr. Marcio José da Silva Campos  
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

---

Prof. Dr. Bruno Salles Sotto Maior  
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

---

Prof. Dr. Alexandre Trindade Simões da Motta  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Dedico este trabalho à minha querida mãe, Annik, por todo exemplo concedido a mim de verdadeiro amor e dedicação à docência e por nunca ter deixado eu desistir, mesmo nos momentos mais difíceis. Por ter sido amparo, porto seguro e acalento. Amo você.

## RESUMO

O estudo tem como objetivo a apresentação e avaliação de um posicionador de bráquetes e acessórios ortodônticos desenvolvido com o propósito de minimizar erros de colagem. O instrumento proposto foi desenhado e prototipado em aço inoxidável para realização dos testes laboratoriais. Estes foram executados por três grupos com diferentes tempos de experiência clínica em ortodontia: o Grupo 1, composto por estudantes de ortodontia; Grupo 2, por ortodontistas com menos de cinco anos de experiência clínica; e o Grupo 3, por ortodontistas com mais de cinco anos de experiência clínica. Cada grupo foi composto por seis integrantes, os quais colaram bráquetes *edgewise standard* 0,022" x 0,028" na altura de 4,0 mm em um manequim *typodont*, com maloclusão de Classe I e apinhamento dental, em incisivos, caninos e pré-molares superiores e inferiores. Primeiramente, eles utilizaram o instrumento *pole-like* e, em um segundo momento, com um intervalo de trinta dias entre as colagens, o protótipo. Posteriormente, foram feitas fotografias das faces mesiais dos corpos de prova e medição das alturas de colagem no *software Keynote*. O uso do protótipo nos Grupos 2 e 3 apresentou medidas que se aproximaram mais daquela preestabelecida, de 4,0 mm, em comparação ao instrumento *pole-like*. De modo semelhante, a variância foi menor nos grupos do instrumento protótipo. No que se refere ao grupo de dentes, o protótipo apresentou menores variâncias no grupo dos incisivos, seguidos pelos caninos e pré-molares. Os resultados do protótipo também foram mais precisos, apresentando menor variação vertical, com medidas mais próximas ao valor predeterminado nos Grupos 2 e 3 da ferramenta protótipo.

Palavras-chave: Ortodontia. Bráquetes Ortodônticos. Ortodontia Corretiva. Patentes.

## **ABSTRACT**

The study presents and evaluates a proponent of proposed objectives or objectives developed with the purpose of minimizing personalization errors. The proposed instrument was designed and prototyped in stainless steel for laboratory testing. These were performed by three groups with different lengths of clinical experience in orthodontics: the group composed of orthodontic students; Group 2, by orthodontists with less than five years of clinical experience; and Group 3, by orthodontists with more than five years of clinical experience. Each group was composed of members who bonded 0.022" x 0.028" edgewise standard brackets at a height of 4.0 mm on a tipodont manikin, with Class I malocclusion and dental crowding, in maxillary incisors, canines and premolars and lower. They will use the instrument as a post and, in a second moment, with an interval of thirty days between the gluing, or the binding. Subsequently, photographs of the mesial faces of the specimens were taken and molded from the collage heights in the Keynote software. The use of the device in Groups 2 and 3 presented measurements closer to the pre-established, 4.0 mm, in relation to the stick-type instrument. Similarly, the smallest was done in the variation mechanism groups. Regarding the group of teeth, the ones presented the lowest variances in the group of incisors, followed by the canines and premolars. The results obtained are also accurate, presenting smaller results, with measurements closer to the predetermined value in the vertical determination tools of Groups 2 and 3.

**Keywords:** Orthodontics. Orthodontic Brackets. Corrective Orthodontics. Patents.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Alturas para o posicionamento vertical dos bráquetes em milímetros .	12
Figura 1 – Medidor de altura Dougherty .....	13
Figura 2 – Desenho em 3D do instrumento protótipo .....	20
Figura 3 – Especificação técnica de cada parte do instrumento .....	21
Figura 4 – Instrumento protótipo .....	21
Figura 5 – Distâncias entre a base incisal/oclusal, pino central, posicionador retangular e posicionador circular.....	22
Figura 6 – Forma de utilização do instrumento.....	23
Figura 7 – Manequim <i>Typodont</i> com maloclusão Classe I em vista lateral direita (A) e esquerda (B).....	24
Figura 8 – Moldeiras de acetato utilizadas para fixar os dentes na cera na mesma posição para todas as colagens .....	25
Figura 9 – Posição do <i>pole-like</i> para medição de altura .....	27
Figura 10 – Desenho esquemático do estabilizador adaptado a um suporte de câmara, juntamente com o dispositivo de estabilização para os elementos dentais .....	29
Figura 11 – Visão frontal do elemento dental próximo à régua milimetrada .....	29
Figura 12 – Esquema das medições feitas no computador.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de normalidade de Anderson-Darling para os grupos de instrumentos .....	32
Tabela 2 – Valores das medidas verticais dos bráquetes nos grupos de participantes e instrumentos e comparação com o valor de referência de 4,0 mm .....	32
Tabela 3 – Variável referente ao instrumento (PT e PL) e ao grupo de dentes (incisivos, caninos e pré-molares), média, desvio padrão (DP), mínimo, mediana, máximo e p-valor. Aplicação do teste de Wilcoxon e <i>t de Student</i> .....	33
Tabela 4 – Variáveis referentes aos grupos de dentes, média, variância e <i>p-valor</i> . Aplicação do teste de Wilcoxon pareado.....	34
Tabela 5 – Teste de Levene para igualdade das variâncias nos grupos de instrumentos.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BG	<i>Boone Gauge</i>
F	Distância focal
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
mm	milímetros
PL	<i>Pole-like</i>
<i>Pole-like</i>	<i>Height bracket positioning gauge with rotatable heads</i>
PT	Protótipo
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1	POSICIONAMENTO DOS BRÁQUETES .....	12
2.2	TÉCNICAS DE COLAGEM DE BRÁQUETES .....	14
2.3	INSTRUMENTOS POSICIONADORES DE BRÁQUETES .....	15
2.3.1	Boone Gauge (estrela de Boone) .....	16
2.3.2	Posicionador de acessórios ortodônticos com precisão vertical .....	17
2.3.3	Height bracket positioning gauge with rotatable heads ( <i>pole-like</i> ) .....	17
2.3.4	<i>2D bracket-positioning gauge</i> .....	17
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b> .....	<b>20</b>
4.1	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO .....	20
4.2	TESTE DO DISPOSITIVO .....	24
4.2.1	Modelo de simulação <i>typodont</i> .....	24
4.2.2	Avaliadores da pesquisa e colagem dos bráquetes .....	25
4.2.3	Instruções para colagem .....	26
4.2.4	Registro do posicionamento dos bráquetes com fotografias .....	27
4.2.5	Análise do posicionamento dos bráquetes .....	30
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	31
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE A – Pedido de patente ao INPI</b> .....	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE B – Aprovação CEP UFJF</b> .....	<b>48</b>
	<b>APÊNDICE C – Artigo Científico (formatado para revista AJODO) ....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento ortodôntico é obtido primeiramente pelo bom planejamento e pelo conhecimento da biomecânica executada. Contudo, o ortodontista deve ter em mente que a correta finalização do tratamento é facilitada por meio do posicionamento adequado dos bráquetes ortodônticos. Erros nessa etapa podem levar a intrusões, extrusões, giroversões, torques, angulações e inclinações inadequadas, podendo prejudicar a oclusão, o sorriso e a estabilidade dos tratamentos (VIANNA; MUCHA, 2006; JOINER, 2010; TORRES *et al.*, 2017). Nesse sentido, a utilização de instrumentos precisos para colagem de bráquetes e acessórios ortodônticos, nessa etapa clínica, promovem menores erros e dobras, bem como menor incidência de recolagens e menor tempo de tratamento ortodôntico (PINZAN *et al.*, 2003).

Para alguns autores, os bráquetes devem ser posicionados no centro da coroa clínica do dente (ANGLE, 1928; ANDREWS, 1976), enquanto outros recomendam colocá-los em alturas específicas para cada dente ou grupo de dentes (BOONE, 1963; ALEXANDER, 1983; ROTH, 1987; BALUT *et al.*, 1992; MCLAUGHLIN; BENNETT, 1995; CARLSON; JOHNSON, 2001). Todavia, este posicionamento pode ser influenciado por uma série de variáveis, que incluem desde a morfologia do elemento dental até a técnica e/ou *expertise* do operador (FOWLER, 1990; MESTRINER; ENOKI; MUCHA, 2006; ARMSTRONG *et al.*, 2007; MOTA JUNIOR *et al.*, 2018).

Uma maneira de se alcançar melhor precisão no posicionamento dos acessórios ortodônticos é por meio da técnica de colagem indireta (NOJIMA; ARAÚJO; ALVES JÚNIOR, 2015). Neste método, os acessórios ortodônticos são posicionados nos modelos de gesso de modo que haja melhor visualização da superfície dentária, sem a interferência de lábios, língua e bochechas (JOINER, 2010; NOJIMA; ARAÚJO; ALVES JÚNIOR, 2015). Entretanto, essa técnica de colagem indireta demanda maior tempo laboratorial, apresenta um custo mais elevado, por conta dos agentes de união, e, em casos de apinhamento severo, existe uma maior dificuldade de acesso à superfície vestibular do dente, dificultando o processo de colagem.

Com o avanço da tecnologia, principalmente na área da ortodontia, novas possibilidades surgiram, objetivando maior precisão, previsibilidade e otimização dos

processos laboratoriais da técnica de colagem indireta. Os sistemas Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM), por exemplo, permitem a colocação de bráquetes e acessórios ortodônticos na posição “ideal” pelo *software*, possibilitando a correção do posicionamento dos dentes nos três planos do espaço. Esse *setup* virtual admite prever a oclusão final e o melhor posicionamento de cada bráquete, confeccionando, ao final, um modelo 3D dos posicionamentos dos bráquetes para posterior transferência e colagem na boca do paciente (MOREIRA *et al.*, 2019).

Desse modo, essa técnica de colagem apresenta um grande aprimoramento na precisão e estabilidade do processo, diminuindo o tempo de tratamento em até cinco meses e assegurando menores erros ortodônticos (YOO *et al.*, 2022). Porém, assim como na colagem indireta convencional, a técnica de colagem indireta digital possui ainda um alto custo, neste caso, relativo à aquisição de *softwares* e equipamentos, o que a torna inviável para muitos profissionais. Por isso, a técnica de colagem direta dos bráquetes ortodônticos ainda é preconizada (TORRES *et al.*, 2017).

Instrumentos para auxiliar no posicionamento dos acessórios ortodônticos nas técnicas de colagem direta e indireta já foram desenvolvidos e são amplamente utilizados na prática clínica. Alguns desses dispositivos são do tipo pré-fabricados com diferentes alturas, como o *Boone Gauge* (estrela de Boone) e o *Height bracket positioning gauge with rotatable heads (pole-like)*. Estes, entretanto, apresentam algumas desvantagens quando utilizados, como o fato de permitirem inclinações vestibulo-linguais indesejadas, deixando os bráquetes em uma posição vertical não correspondente à altura apontada pelo instrumento (FOWLER, 1990; SAMUELS, 2000; CARLSON; JOHNSON, 2001; SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 POSICIONAMENTO DOS BRÁQUETES

Segundo Angle (1928), a melhor posição da banda é onde ela se encaixa melhor mecanicamente. Portanto, se possível, os bráquetes devem ser posicionados no centro da superfície vestibular da coroa clínica (ANGLE, 1928).

McLaughlin e Bennett (1995) demonstraram que o posicionamento dos bráquetes deveria estar a certa distância em relação à borda incisal/oclusal, com diferentes posições no sentido vertical, que variariam de acordo com a morfologia do elemento dental (Quadro 1). Além disso, propuseram um medidor de altura Dougherty (Figura 1), utilizado juntamente com essa tabela. Desse modo, observaram uma redução em torno de 50 a 60% na necessidade de reposicionamento dos bráquetes (MCLAUGHLIN; BENNET, 1995; MCLAUGHLIN; BENNET; TREVISI, 2002; ARMSTRONG *et al.*, 2007).

Quadro 1 – Alturas para o posicionamento vertical dos bráquetes em milímetros

Grupo de dentes					
Autor	Incisivo central	Incisivo lateral	Caninos	1º pré-molar	2º pré-molar
Armstrong et al., 2007a / Arco superior	5.0	4.5	5.0	4.5	4.0
Armstrong et al., 2007a / Arco inferior	4.0	4.0	4.5	4.0	3.5

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 1– Medidor de altura Dougherty



Fonte: Mclaughlin; Bennett; Trevisi (2002, p. 60).

Andrews (1976) utilizou o longo eixo da coroa clínica como orientação e acreditava que seu ponto médio era um local confiável para uso em aparelhos do tipo *straight-wire* (ANDREWS, 1976; MCLAUGHLIN; BENNETT; TREVISI, 2002; MOHAMMADI; MOSLEMZADEH, 2011). Esta técnica, por sua vez, foi projetada visando reduzir a necessidade de dobras de primeira, segunda e terceira ordens. No entanto, existe uma série de variáveis, incluindo a morfologia da raiz, da coroa, o tamanho dos elementos dentais, tipo, posição e altura dos bráquetes, que irão interferir de forma positiva ou negativa na movimentação que irá acontecer (MIETHKE; MELSEN, 1999; SRINIVASAN *et al.*, 2013; MCLAUGHLIN; BENNETT, 2015; PAPAGEORGIU *et al.*, 2017).

O posicionamento incorreto dos acessórios tem como consequências o aumento no número de movimentos indesejados verticais e/ou transversais, extrusões, intrusões, rotações e o aumento do tempo de tratamento e finalização dos casos (ANDREWS, 1976). Além dos fatores já citados, Thurow (1962) demonstrou que acessórios ortodônticos com diferenças verticais em seus posicionamentos, iriam produzir inclinações axiais e torques distintos entre os elementos dentais. Uma variação de 3 mm no posicionamento desses acessórios, por exemplo, traria como consequência uma mudança em torno de 15° no torque daquele elemento (MEYER; NELSON, 1978).

Inúmeros estudos surgiram confirmando que os posicionamentos incorretos dos acessórios ortodônticos poderiam acarretar, além de movimentos indesejados, efeitos importantes e determinantes nas tensões que são promovidas no ligamento periodontal (ANDREWS, 1976; VAN LOENEN *et al.*, 2005; SARDARIAN *et al.*, 2014; MCLAUGHLIN; BENNETT, 2015; MAHESHWARI *et al.*, 2019; PALONE;

SPEDICATO; LOMBARDO, 2020).

Fato é que as posições corretas dos acessórios ortodônticos dependem de um adequado posicionamento vertical e mesiodistal, da morfologia do elemento dental e do encaixe ideal dos bráquetes. Neste sentido, as bases dos bráquetes e acessórios devem estar em conformidade com as superfícies das coroas dos elementos dentais para obtermos um melhor posicionamento. Todos esses fatores são essenciais para o sucesso da técnica *straight-wire* (PALONE; SPEDICATO; LOMBARDO, 2020).

## 2.2 TÉCNICAS DE COLAGEM DE BRÁQUETES

O objetivo do tratamento ortodôntico encontra-se em promover benefícios estéticos e funcionais ideais a cada caso. Para isso, faz-se necessário que os acessórios ortodônticos sejam posicionados corretamente no sentido mesiodistal e cérvico-oclusal/incisal da coroa do elemento dental. Entretanto, o procedimento de colagem de bráquetes e acessórios ortodônticos é considerado difícil de ser realizado devido à existência de algumas variáveis, como anatomia do elemento dental, facilidade ou dificuldade de acesso na cavidade bucal, tempo disponível para execução do procedimento, experiência clínica, tamanho da coroa clínica e habilidade do profissional (CHEVITARESE; RUELLAS, 2005).

Basicamente, existem dois tipos de técnicas para colagens de acessórios ortodônticos: a colagem direta e a colagem indireta. A colagem indireta foi proposta pela primeira vez por Silverman *et al.* (1972), visando melhorar a precisão de posicionamento dos acessórios ortodônticos, e inclui basicamente dois estágios, laboratorial e clínico. A presença desses dois estágios diferencia a técnica indireta da técnica de colagem direta, que apresenta passo único (BOZELLI *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2019).

Na colagem indireta, os acessórios ortodônticos são posicionados no modelo de gesso inicial e, posteriormente, são transferidos para a boca do paciente por meio de moldeiras individuais. Chevitarese e Ruellas (2005) recomendam que os acessórios sejam colados em modelos de gesso em que já foram realizados previamente o alinhamento e nivelamento dos dentes por meio da técnica de *set up* modificado (CHEVITARESE; RUELLAS, 2005).

Li *et al.* (2019) compararam as técnicas de colagem direta e indireta e

constataram não existirem diferenças significativas entre elas no que se refere à precisão, ao *status* de higiene e à taxa de falha no processo de adesão. Nessas técnicas de colagem (direta e indireta), intituladas como tradicionais, o posicionamento dos bráquetes é baseado no longo eixo do elemento dental, nas alturas de colagem predeterminadas ou na preferência clínica do operador. Assim, os resultados clínicos somente podem ser analisados e interpretados como favoráveis ou desfavoráveis em relação ao posicionamento dos elementos quando os dentes já se encontram movimentados e alinhados (CHRISTENSEN; COPE, 2018; XUE *et al.*, 2020).

Com o avanço das tecnologias na área da ortodontia, surgiram *softwares* que permitem simular o alinhamento dental previamente à colagem dos bráquetes. Nesses *softwares*, é permitido ao ortodontista escolher a melhor prescrição dos bráquetes para cada caso, com base no formato dos arcos do paciente e de acordo com o plano de tratamento (XUE *et al.*, 2020).

O uso desses *softwares* pode contribuir para maior assertividade no posicionamento dos acessórios ortodônticos durante a colagem do aparelho, todavia, sua instalação envolve um custo adicional e exige treinamento. Isso torna a ferramenta ainda inviável para muitos profissionais, levando a crer que a técnica direta ainda é a melhor opção de escolha, desde que seja realizada com o auxílio de instrumentos precisos (OLIVEIRA; GRIBEL; NEVES; LAGES; MACARI; PRETTI, 2019).

### 2.3 INSTRUMENTOS POSICIONADORES DE BRÁQUETES

Para posicionar os acessórios ortodônticos, diversos medidores são utilizados visando determinar a distância dos bráquetes à borda incisal ou oclusal do elemento dental, tais como o *Boone Gauge* (estrela de Boone), *Height bracket positioning gauge with rotatable heads (pole-like)*, *Adjustable positioning means*, *Positioning Means for Orthodontic Brackets*, *2D bracket-positioning gauge* e o Posicionador de acessórios ortodônticos com precisão vertical (PEARLMAN, 1970; 1979; SAMUELS, 2000; GERON, 2002; MOTA JÚNIOR *et al.*, 2018).

Um estudo de Mohammadi e Moslemzadeh (2011) comparou a utilização dos instrumentos estrela de Boone (BG) e *Height bracket positioning gauge (pole-like)*. Os pesquisadores observaram que a utilização do *pole-like* apresentou uma melhor

precisão de posicionamento em relação à estrela de *Boone*. Ousehal e Lazrak (2011) também compararam esses dois instrumentos e concluíram que, no que se refere à angulação, o *pole-like* apresentou resultados mais precisos. Em contrapartida, a estrela de *Boone* forneceu melhor precisão de posicionamento no sentido vertical.

O posicionamento de bráquetes no sentido mesiodistal nos instrumentos *Boone Gauge* (estrela de Boone) e *Height bracket positioning gauge (pole-like)* foi estudado por Waghmare e Dharmadhikari (2019). Estes autores encontraram menores erros de posicionamento quando foi utilizado o *pole-like*, devido à facilidade de visualização permitida pelo braço vertical, que possibilita flectir quando utilizado. Dessa forma, o instrumento mostrou-se mais preciso quando comparado à estrela de *Boone*.

O estudo de Mota Júnior *et al.* (2015) mostrou que os erros de posicionamento vertical dos acessórios ortodônticos podem ocorrer devido ao operador e ao dente no qual este acessório é posicionado. Todavia, qualquer instrumento que permita a inclinação cervico-incisal está sujeito a falhas de posicionamento. Visando diminuir este problema, Mota Júnior *et al.* (2018) desenvolveram um instrumento que dificulta a inclinação vertical durante a sua utilização. Como conclusão, o estudo referido demonstrou que o dispositivo posicionador de acessórios ortodônticos desenvolvido apresentou uma boa precisão e confiabilidade nos resultados quando comparado à estrela de *Boone*.

### **2.3.1 Boone Gauge (estrela de Boone)**

A estrela de *Boone* é um instrumento posicionador de bráquetes, confeccionado em aço, que apresenta tamanho padrão com 4 pontas. Cada ponta tem uma medida que pode variar de 2,0 - 3,5 mm, de 3,5 - 5,0 mm, e de 4,0 - 5,5 mm. Este instrumento é utilizado por muitos profissionais, porém, apresenta um grande volume e uma maior dificuldade de uso na região posterior (TORRES *et al.*, 2017).

O uso da estrela de *Boone* requer que a inclinação em relação ao longo eixo do dente, no que concerne à superfície oclusal ou superfície vestibular do elemento dental, seja mantida a mesma para todos os dentes. Caso contrário, haverá acréscimo ou diminuição da medida estipulada (CHEVITARESE; RUELLAS, 2005).

### **2.3.2 Posicionador de acessórios ortodônticos com precisão vertical**

O posicionador de acessórios ortodônticos com precisão vertical foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Juiz de Fora, com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), e consiste em uma base metálica em forma de estrela com quatro pontos que permitem a colocação de acessórios ortodônticos nas alturas de 3,5 mm; 4,0 mm; 4,5 mm e 5,0 mm.

Visando a redução dos erros verticais, o instrumento possui, em cada extremidade, dois pinos presos a uma base deslizante e uma mola em níquel-titânio adaptada também a essa base, que possibilitam ao operador, durante seu uso, empurrar o instrumento em direção ao dente, aproximando o pino central do centro do bráquete. Esse movimento permite uma melhor precisão no posicionamento dos acessórios (MOTA JÚNIOR *et al.*, 2018).

### **2.3.3 Height bracket positioning gauge with rotatable heads (pole-like)**

O *pole-like* é um instrumento cilíndrico, que permite a medição de quatro alturas em um único instrumento por meio de duas pontas ativas com alturas que variam de 3,5 mm a 5,0 mm. Cada ponta possui um elemento rotativo capaz de girar e parar a 0°, 45° e 90°, possibilitando, assim, um posicionamento adequado dos acessórios ortodônticos nos dentes anteriores e posteriores. Deste modo, é eliminada a dificuldade, imposta no caso dos demais instrumentos, de alcançar um correto posicionamento na região posterior (KAPIT, 2001).

### **2.3.4 2D bracket-positioning gauge**

O posicionador de bráquetes e acessórios ortodônticos bidimensional é um instrumento portátil, que conta com uma lâmina de posicionamento dos bráquetes que permite a manipulação rápida e fácil destes nas posições desejadas no elemento dental. Ele é composto por um braço incisal/oclusal com uma régua milimetrada gravada, um parafuso vertical, uma mola, um braço horizontal de encaixe do suporte e um espelho em sua base. As alturas do suporte variam de 2,5 a 5,5 mm e são definidas ao girar o parafuso no sentido anti-horário. Após situar o

acessório na altura desejada, é possível conferir seu posicionamento com o espelho acoplado ao instrumento (SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011).

### **3 PROPOSIÇÃO**

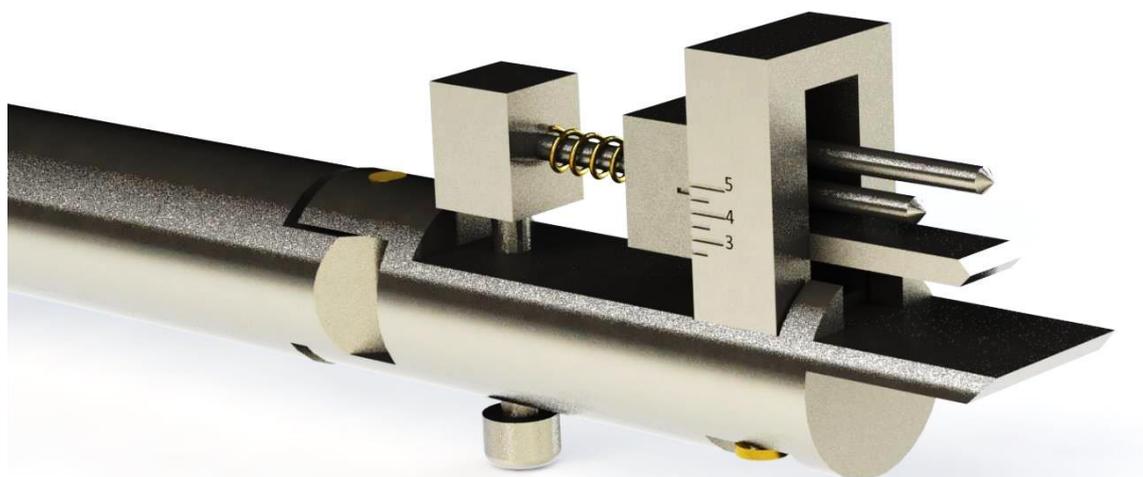
O objetivo deste estudo é apresentar e avaliar um posicionador de bráquetes e acessórios ortodônticos, desenvolvido com o propósito de minimizar os erros de colagem durante a sua utilização.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

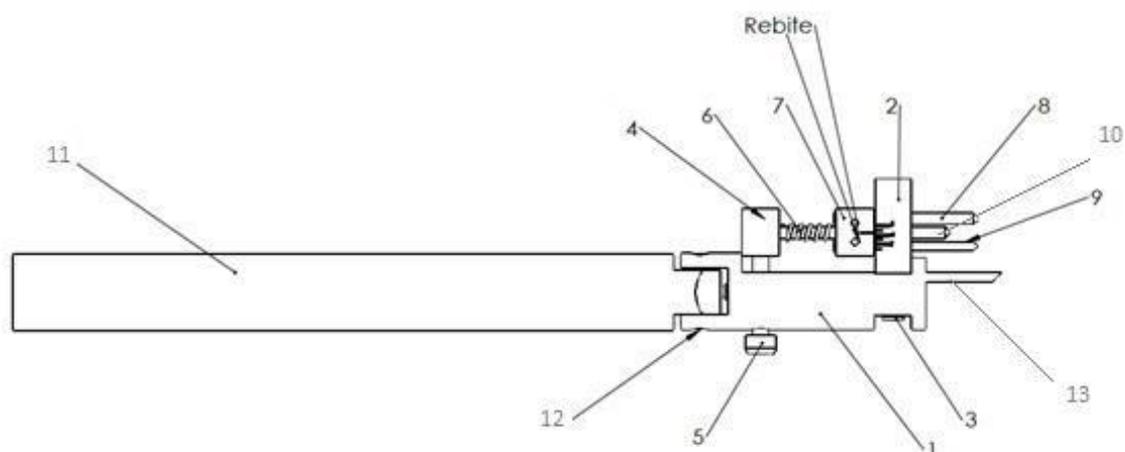
O protótipo de posicionador de bráquetes ortodônticos foi planejado e modelado por meio do *software SolidWorks 2018 para Windows* (Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, EUA), com especificação de medidas de altura variando de 0,5 em 0,5 mm, indo de 3,0 mm a 5,0 mm. O projeto, por sua vez, foi desenvolvido juntamente a Empresa Júnior IMPACTO Consultoria, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Juiz de Fora (Figuras 2, 3 e 4).

Figura 2 – Desenho em 3D do instrumento protótipo



Fonte: Empresa Júnior IMPACTO Consultoria (2019)

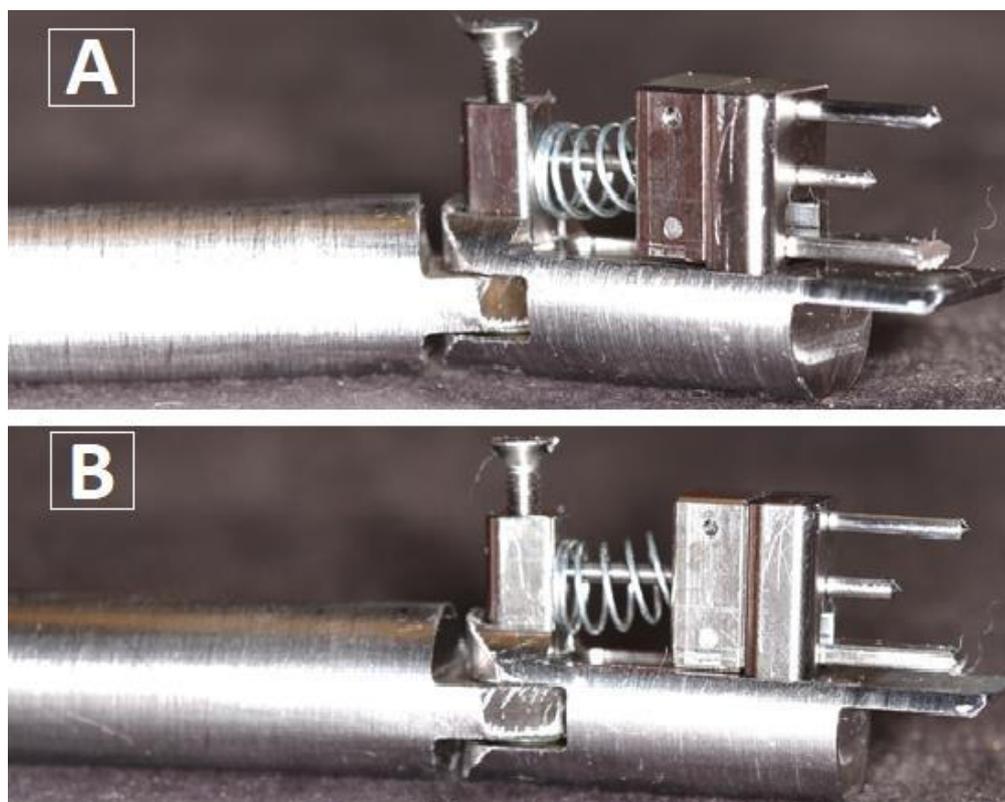
Figura 3 – Especificação técnica de cada parte do instrumento



Fonte: Empresa Júnior IMPACTO Consultoria (2019)

Legenda: 1- haste base; 2- guia de medições com alturas de colagem; 3- parafuso; 4- base; 5- pino regulador de altura; 6- mola; 7- suporte de posicionadores; 8- posicionador circular; 9- posicionador retangular; 10- pino central; 11- haste de apoio; 12- pino de fixação; 13- base incisal/oclusal.

Figura 4 – Instrumento protótipo



Fonte: a autora (2022).

Legenda: A- Instrumento em posição de rotação para colagem preferencial em dentes posteriores. B- Instrumento em posição "normal" para preferência de colagem em dentes anteriores.

Em seguida, foi realizado o depósito do pedido da patente no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), cujo protocolo decorrente foi: BR 10.2020.002534.1 (Apêndice A).

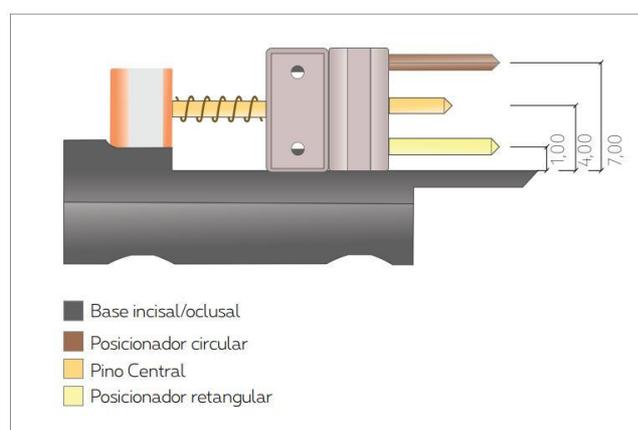
Para confecção do protótipo funcional do dispositivo, foram feitos processos de usinagem no equipamento KERN Pyramid Nano, CNC Machining Centre, pelo Instituto Senai de Inovação de Joinville, Santa Catarina.

O protótipo foi desenvolvido em aço inoxidável SAE 304, que contém cromo e níquel como os principais constituintes não ferrosos. Em sua configuração, o instrumento apresenta duas extensões para apoio na superfície vestibular do dente (posicionador retangular e posicionador circular): uma para apoio na superfície incisal/oclusal (base incisal/oclusal) e outra para o centro do bráquete (pino central) (Figura 3).

A configuração cilíndrica do cabo do instrumento visa facilitar o manuseio pelo operador. Além disso, o protótipo conta com uma extremidade giratória, na qual estão os posicionadores retangular e circular, a base incisal/oclusal e o pino central, destinado a auxiliar o profissional na colagem de bráquetes e acessórios ortodônticos nos dentes da região posterior. Estes, afinal, apresentam acesso dificultado por conta dos lábios e bochecha do paciente (Figura 4).

As distâncias entre os posicionadores são: 1,0 mm da base incisal/oclusal até o centro do posicionador retangular; 4,0 mm da base incisal/oclusal até o centro do pino central; e da base incisal/oclusal até o centro do posicionador circular uma distância de 7,0 mm (Figura 5).

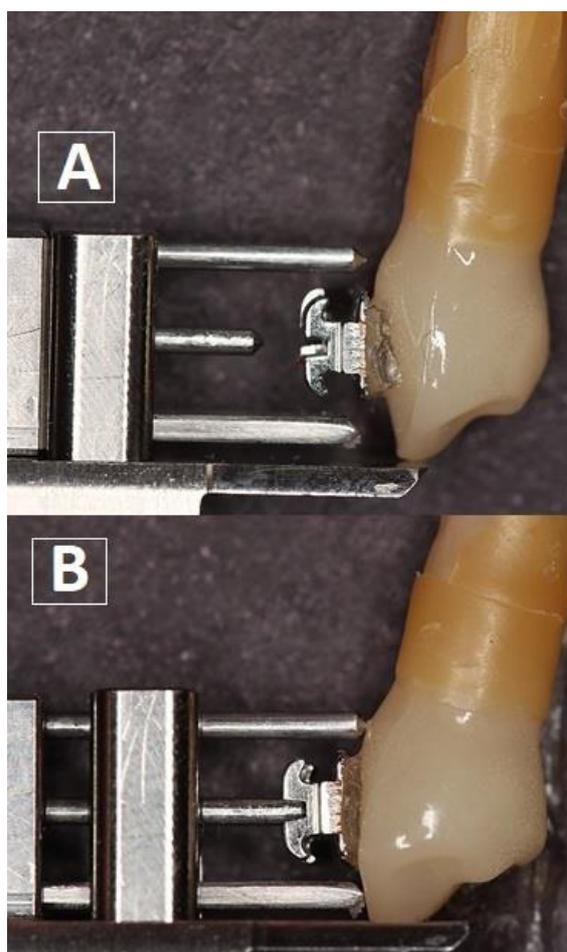
Figura 5 – Distâncias entre a base incisal/oclusal, pino central, posicionador retangular e posicionador circular



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na sua utilização, o protótipo deve ser posicionado com a base incisal/oclusal na superfície incisal ou oclusal do elemento dental, de forma que o posicionador retangular e o posicionador circular fiquem apoiados na superfície vestibular. No momento em que o operador pressiona o instrumento, a mola se contrai e o pino central vai ao encontro do centro do *slot* do bráquete, permitindo seu correto posicionamento no elemento dental (Figura 6).

Figura 6 – Forma de utilização do instrumento



Fonte: a autora (2022).

Legenda: A- instrumento apoiado somente na face oclusal/incisal do elemento dental. B- instrumento em ação ao ser pressionado pelo operador para realizar a medição da altura.

## 4.2 TESTE DO DISPOSITIVO

O teste do dispositivo na presente pesquisa teve como referência a metodologia utilizada por Mota Júnior *et al.* (2015).

### 4.2.1 Modelo de simulação *typodont*

Um modelo de simulação *typodont* foi montado com cera (referência 11103, Orto Central®, Poá, São Paulo, Brasil) e dentes de plástico (referência 14054, Orto Central®, Poá, Brasil), simulando uma maloclusão Classe I, com apinhamento dental, de forma que não prejudicasse a técnica de colagem dos bráquetes (Figura 7). Após a colagem pelo avaliador, os dentes eram removidos da cera para realização das fotografias. Posteriormente os dentes foram recolocados na mesma posição para que o próximo avaliador pudesse realizar a colagem.

Para padronização da montagem dos dentes, foi feita uma moldagem da maloclusão do *typodont* com alginato Hydrogum 5 (Zhermack, Badia Polesine, RO, Itália) e, sobre o modelo obtido em gesso pedra especial, Durone IV Salmon (Dentsply, Pirassunung, Brasil), foi confeccionada uma placa de acetato de 1,0 mm de espessura (Bio-Art, São Carlos, São Paulo, Brasil). Realizou-se, então, o recorte desta placa de forma a copiar somente os elementos dentais e não englobar o palato, a fim de manter a mesma maloclusão para todos os avaliadores (Figura 8).

Figura 7 – Manequim *Typodont* com maloclusão Classe I em vista lateral direita (A) e esquerda (B)



Fonte: a autora (2022).

Figura 8 – Moldeiras de acetato utilizadas para fixar os dentes na cera na mesma posição para todas as colagens



Fonte: a autora (2022).

Legenda: Moldeira inferior acoplada ao *Typodont* e moldeiras superior e inferior individualizadas.

#### 4.2.2 Avaliadores da pesquisa e colagem dos bráquetes

Para testar o protótipo, foram formados três grupos com seis indivíduos cada. O Grupo 1 foi composto por estudantes de pós-graduação em ortodontia, nível de especialização, que se encontravam no primeiro ano de formação do curso de ortodontia com duração de três anos; o Grupo 2 por profissionais ortodontistas com menos de cinco anos de experiência clínica (~3,9 anos de formados), ativos clinicamente, e que utilizavam técnica de colagem direta de bráquetes ortodônticos em seus consultórios; e o Grupo 3 era formado por profissionais ortodontistas com mais de cinco anos de experiência clínica (~6,2 anos de formados), também ativos clinicamente, e que utilizavam técnica de colagem direta de bráquetes. Foram totalizados, deste modo, dezoito avaliadores.

Os avaliadores deveriam testar dois instrumentos na presente pesquisa. O primeiro instrumento *pole-like* e o segundo instrumento o protótipo de posicionador de bráquetes. Para a identificação dos avaliadores nós determinamos a qual grupo eles pertenciam e qual instrumento estariam testando naquele momento. Seguindo essa análise: PT1 e PL1 representam os avaliadores do grupo de estudantes em ortodontia utilizando o instrumento protótipo (PT) e *pole-like* (PL); PT2 e PL2 o grupo de indivíduos com menos de cinco anos de experiência clínica; e o Grupo PT3 e PL3 o grupo de indivíduos com mais de cinco anos de experiência clínica.

Cada participante foi orientado a colar os bráquetes (referência 380-0021,

American Orthodontics®, Sheboygan, Wis, EUA) de 2º pré-molar a 2º pré-molar nas arcadas superior e inferior em um manequim *typodont* (referência 22300, Orto Central®, Poá, São Paulo, Brasil), utilizando primeiramente o posicionador de bráquetes do tipo *pole-like* (referência 75.01.006, Morelli®, Sorocaba, SP, Brasil) (Figura 4). Os avaliadores deveriam colar os bráquetes em uma altura de 4,0 mm a partir da borda incisal ou oclusal em relação à face vestibular de cada dente, totalizando vinte dentes por operador. Em um segundo momento, após pelo menos trinta dias da primeira colagem, foi realizada a segunda colagem dos bráquetes, agora utilizando o instrumento protótipo, também com o protocolo de colagem de 4,0 mm em todos os dentes.

Desta forma, cada participante da pesquisa colou bráquetes em 40 dentes, totalizando 240 dentes em cada grupo de avaliadores (Grupos 1, 2 e 3).

Para a colagem, os indivíduos utilizaram luva de procedimento e tiveram à sua disposição um instrumento esculpido *Hollenback* nº 3 (referência CVHL1/29, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA), uma sonda exploradora nº 5 (referência XP23/PH6, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA), um espelho clínico (referência M8H, Duflex Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA), uma pinça clínica (referência DPU17, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA) e uma pinça ortodôntica (referência 678-212, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA).

O *typodont* foi fixado em uma bancada por um torno mecânico e o operador foi orientado a simular uma posição de trabalho clínico, por trás e ao lado do *typodont* durante toda a colagem.

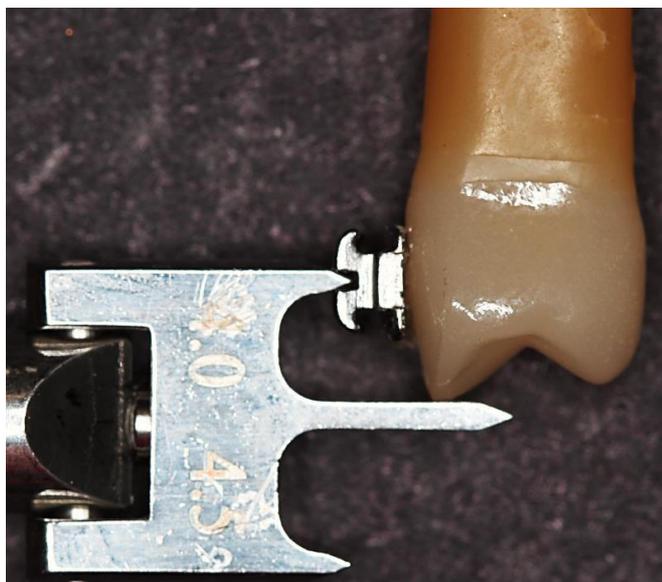
Por se tratar de dentes de plástico, não foram feitos procedimentos de ataque ácido nem aplicação de adesivo. Para as colagens, utilizou-se a resina Transbond XT (referência 712-036, 3M Unitek®, Monrovia, Calif, EUA) e tempo de cinco segundos de uso do fotopolimerizador Schuster Emitter A Fit (Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil).

#### **4.2.3 Instruções para colagem**

Dois vídeos foram produzidos com o objetivo de orientar os avaliadores sobre como deveriam utilizar os instrumentos, fornecendo ainda as devidas instruções acerca do processo de colagem dos bráquetes. No vídeo explicativo para o instrumento *pole-like*, objetivou-se apresentar o instrumento e suas duas pontas

ativas com diferentes alturas (3,5 mm; 4,0 mm; 4,5 mm; 5,0 mm), demonstrando como ele funcionaria para a colagem dos bráquetes nos dentes anteriores e posteriores (Figura 9).

Figura 9 – Posição do *pole-like* para medição de altura



Fonte: a autora (2022).

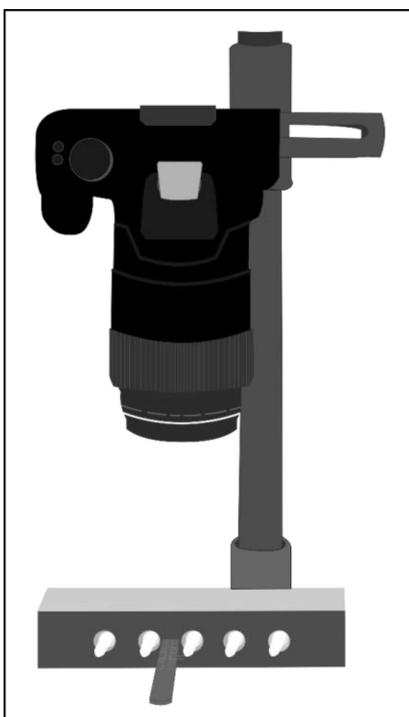
Posteriormente, um novo vídeo, agora para o instrumento protótipo, foi desenvolvido, seguindo os mesmos protocolos do primeiro, porém, adequando-se à forma de utilização do instrumento em questão. Nesta, o protótipo deveria ser posicionado com a sua base incisal/oclusal na superfície incisal ou oclusal do elemento dental, de forma que o posicionador retangular e o posicionador circular apoiassem na superfície vestibular. No momento em que o operador pressionasse o instrumento, a mola contrair-se-ia e o pino central iria ao encontro do centro do *slot* do bráquete, permitindo um correto posicionamento no elemento dental.

#### 4.2.4 Registro do posicionamento dos bráquetes com fotografias

Para analisar o posicionamento vertical de cada bráquete, as faces mesiais dos dentes foram fotografadas. A fim de que todas as fotografias pudessem ser realizadas na mesma posição, um dispositivo de estabilização foi confeccionado com orifícios moldados com acrílico autopolimerizável (referência Ortho Resin, Yates Motloid, Chicago, Ill, EUA) à forma da raiz de cada elemento dental. Assim, cada dente foi posicionado com a face mesial voltada para a câmera.

Utilizou-se uma câmera modelo Canon EOS Rebel T5i (Canon®, Oita, Kyushu, Japão), com lente macro 100 mm, velocidade do obturador 1/100 segundos e abertura do diafragma igual a f32. Acoplado à câmera, um flash circular Yongnuo® YN14EX macro ring lite (Shenzhen Yong Nuo Photographic Equipment, de Shenzhen , China) com potência de  $\frac{1}{4}$ . A câmera foi posicionada em um estabilizador adaptado a um suporte de câmera a uma distância de 20 cm em relação à base (Figura 10), seguindo a metodologia proposta por Mota Júnior *et al.* (2015; 2018).

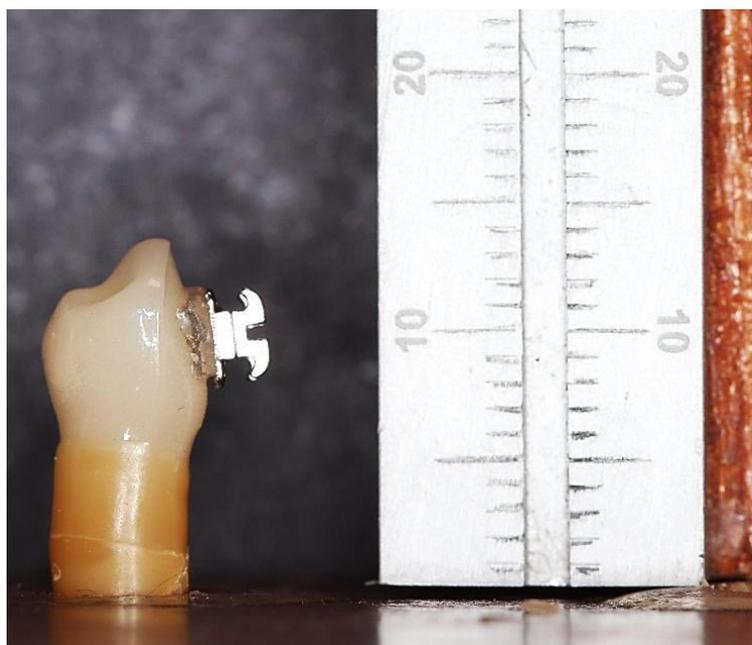
Figura 10 – Desenho esquemático do estabilizador adaptado a um suporte de câmera, juntamente com o dispositivo de estabilização para os elementos dentais



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Perpendicular ao dispositivo de estabilização dos corpos de prova, uma régua milimetrada (CLR6; Hu-Friedy) foi inserida no campo fotografado para determinar as dimensões reais das imagens a partir das digitais (Figura 11).

Figura 11 – Visão frontal do elemento dental próximo à régua milimetrada



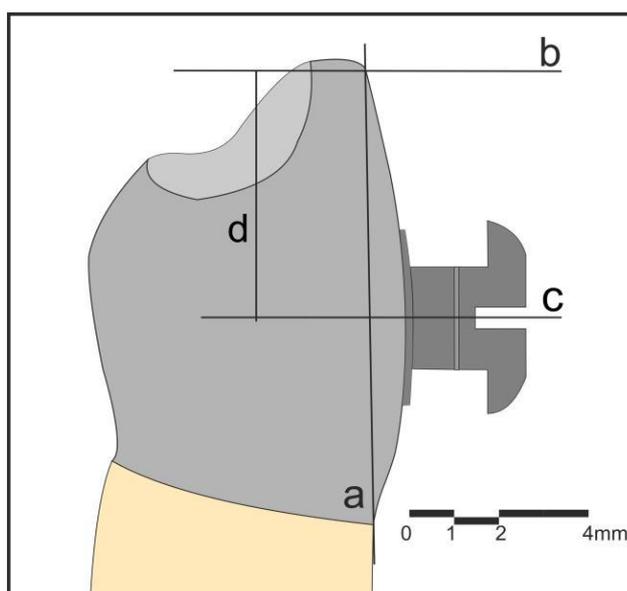
Fonte: a autora (2022).

#### 4.2.5 Análise do posicionamento dos bráquetes

As fotos dos elementos dentais foram posteriormente transferidas para o *software Keynote* para *Windows* para análise do posicionamento. O plano representativo da superfície vestibular dos dentes foi determinado a partir da visão mesial, utilizando-se a união dos pontos mais anteriores da junção amelocementária e do ponto mais incisal (ou ponta de cúspide vestibular) do dente (Figura 12, linha a).

Para a determinação da altura de colagem dos bráquetes, foram traçadas as linhas perpendiculares ao plano da superfície vestibular: linha tangente ao ponto mais incisal (ou ponta de cúspide vestibular) (Figura 12, linha b); linha que representa o centro geométrico do *slot* do bráquete (Figura 12, linha c). A distância de colagem correspondeu àquela entre as linhas “b” e “c” (Figura 12, segmento d).

Figura 12 – Esquema das medições feitas no computador



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Legenda: a) plano vestibular; b) linha tangente à ponta da cúspide vestibular e perpendicular a a; c) centro geométrico do *slot* do bráquete; d) distância entre as linhas b e c

Finalizada esta etapa, os bráquetes foram retirados manualmente dos dentes, removendo qualquer vestígio de resina presente na face vestibular. Posteriormente, os dentes de plástico foram reposicionados na cera do *typodont* com o auxílio da moldeira de acetato (Figura 8). Assim, o próximo participante poderia realizar a colagem com os dentes na mesma posição.

### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de Anderson-Darling foi realizado para avaliar a distribuição dos dados em análise. Para os grupos que não apresentaram distribuição normal (Protótipo Grupo 1 – PT1 e Protótipo Grupo 3 - PT3), foi utilizado o teste de Wilcoxon para avaliar e comparar a precisão de colagem vertical à altura de 4,0 mm em cada grupo de indivíduos. Já para os demais grupos, PL1, PT2, PL2, PL3, foi realizado o teste *t de Student* pareado. Por fim, o teste de Levene comparou a variância entre os grupos de dentes e grupos de indivíduos.

O nível de significância adotado foi de 95% e as análises foram feitas com a utilização do *software Minitab* para *Windows* (referência versão 19, Minitab®, State College, Pa, EUA).

## 5 RESULTADOS

O teste de normalidade de Anderson-Darling mostrou que os Grupos PT1 e PT3 não apresentaram uma distribuição normal dos dados avaliados ( $p < 0,005$ ), como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Teste de normalidade de Anderson-Darling para os grupos de instrumentos

Variável (Grupos)	N	Média	<i>p</i> -valor
<b>PT1</b>	<b>120</b>	<b>3,7315</b>	<b>&lt;0,005**</b>
PL1	120	4,1644	0,763
PT2	120	4,0108	0,054
PL2	120	4,0615	0,335
<b>PT3</b>	<b>120</b>	<b>4,0566</b>	<b>&lt;0,005**</b>
PL3	120	4,1717	0,928

\*\*Não mostraram evidências de seguirem uma distribuição normal.

Na Tabela 2, observa-se que os valores das médias dos Grupos PT2 e PT3 aproximaram-se da medida de 4,0 mm, comparados aos demais Grupos. Os Grupos PT1, PL1 e PL3, por sua vez, apresentaram diferenças estatisticamente significativas, mostrando que suas médias foram diferentes da medida de 4,0 mm.

Tabela 2 – Valores das medidas verticais dos bráquetes nos grupos de participantes e instrumentos e comparação com o valor de referência de 4,0 mm

Variável (Grupos)	N	Média	DP	Variância	<i>p</i> -valor
PT1	120	3,7315	0,4147	0,1720	0,000 <sup>a*</sup>
PL1	120	4,1644	0,6820	0,4651	0,009 <sup>b*</sup>
PT2	120	4,0108	0,3339	0,1115	0,723 <sup>b</sup>
PL2	120	4,0615	0,4928	0,2428	0,174 <sup>b</sup>
PT3	120	4,0566	0,3812	0,1453	0,128 <sup>a</sup>
PL3	120	4,1717	0,4130	0,1706	0,000 <sup>b*</sup>

Legenda: a-Teste de Wilcoxon pareado; b- teste *t* de Student.pareado; \* - Diferença

estatisticamente significativa.

Como demonstrado na Tabela 3, os incisivos do grupo protótipo foram o grupo com menor variância, seguidos pelos caninos e pré-molares. Já no grupo *pole-like*, os pré-molares apresentaram menores valores de variância, seguidos pelos incisivos e caninos. Para o instrumento protótipo, a variância foi menor em todos os grupos de dentes em comparação aos mesmos grupos de dentes correspondentes no instrumento *pole-like*).

Tabela 3 – Variável referente ao instrumento (PT e PL) e ao grupo de dentes (incisivos, caninos e pré-molares), média, desvio padrão (DP), mínimo, mediana, máximo e p-valor. Aplicação do teste de Wilcoxon e *t de Student*

<b>Variável</b>								
<b>(Grupos)</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Variância</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>	<b>p-valor</b>
Inc-PT	144	3,9492	0,3538	0,1251	3,0280	3,9490	5,1310	0,182 <sup>a</sup>
Can-PT	72	4,0721	0,3726	0,1388	3,1840	4,0905	5,0630	0,099 <sup>a</sup>
PM-PT	144	3,8472	0,4442	0,1973	2,6490	3,8755	5,3500	0,000 <sup>a*</sup>
Inc-PL	144	4,0269	0,5127	0,2628	2,4750	4,0570	5,0740	0,154 <sup>a</sup>
Can-PL	72	4,2609	0,6200	0,3844	2,4920	4,2360	5,7780	0,000 <sup>a*</sup>
PM-PL	144	4,1740	0,5122	0,2623	2,9710	4,1675	5,5450	0,000 <sup>b*</sup>

Legenda: a-Teste de *Wilcoxon*; b- teste *t de Student*.

\*- Diferença significativa para a medida padrão de 4,0 mm

Observando os *p-valores*, podemos inferir que o grupo dos pré-molares do instrumento protótipo e o dos caninos e pré-molares do instrumento *pole-like* apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a medida padrão de 4,0 mm, encontrando-se com valores mais distantes em relação à medida padrão.

Já ao analisar os valores das médias, observamos que o grupo dos incisivos do instrumento *pole-like* foi aquele que mais se aproximou da medida padrão de 4,0 mm, entretanto, sua variância foi a segunda mais alta. Os grupos dos caninos e pré-molares da ferramenta protótipo apresentaram, após os incisivos do grupo *pole-like*, valores de média mais próximos aos 4,0 mm, bem como as menores variâncias encontradas dentro de todos os grupos.

Na Tabela 4, podemos observar que, ao realizar a comparação entre os grupos

de dentes sem separação por instrumento, apenas os caninos apresentaram *p-valor* com diferenças estatisticamente significativas, indicando que esse grupo não apresentou medidas tão próximas ao valor predeterminado de 4,0 mm.

Tabela 4 – Variáveis referentes aos grupos de dentes, média, variância e *p-valor*.

Aplicação do teste de Wilcoxon pareado

<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>	<b><i>p-valor</i></b>
Incisivos	3,9881	0,1949	0,836
Caninos	4,1665	0,2688	0,000*
Pré-molares	4,0106	0,2558	0,963

\*diferença estatisticamente significativa

Já a Tabela 5 mostra os resultados do teste de Levene, indicando que, somente no Grupo 3, o protótipo (PT3) e o *pole-like* (PL3) apresentaram *p-valor* > 0,005, tratando-se de variâncias iguais.

Tabela 5 – Teste de Levene para igualdade das variâncias nos grupos de instrumentos

<b>Variável (Grupos)</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b><i>p-valor</i></b>
PT1	120	3,7315	0,4147	<b>0,000**</b>
PL1	120	4,1644	0,6820	<b>0,000**</b>
PT2	120	4,0108	0,3339	<b>0,000**</b>
PL2	120	4,0615	0,4928	<b>0,000**</b>
PT3	120	4,0566	0,3812	0,383
PL3	120	4,1717	0,4130	0,383

\*\* - Diferença estatisticamente significativa.

## 6 DISCUSSÃO

Diferentes tipos de posicionadores de bráquetes e acessórios ortodônticos são descritos na literatura e encontram-se disponíveis para os profissionais utilizarem na rotina clínica (SAMUELS, 2000; CARLSON; JOHNSON, 2001; SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011). Nota-se, contudo, que a grande maioria desses instrumentos permite uma inclinação vertical durante o seu uso, resultando em falhas (SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011).

Alguns erros tais como posicionamentos mais para cervical ou incisal, ou angulações incorretas dos bráquetes ortodônticos podem ocorrer devido ao próprio processo de colagem dos acessórios ortodônticos, realizado pelo avaliador (MOTA JUNIOR *et al.*, 2015). No entanto, a experiência clínica, associada às características do instrumento, pode influenciar na precisão vertical para colocação dos bráquetes (MOTA JUNIOR *et al.*, 2018). Isso foi demonstrado no presente estudo, visto que as colagens realizadas pelos ortodontistas com experiência de cinco anos ou mais apresentaram medidas mais próximas ao padrão preestabelecido de 4,0 mm, e menor variância entre as medidas obtidas.

Outro fator que pode induzir a ocorrência de erros durante a colagem dos bráquetes e acessórios é a característica do dente no qual esses acessórios serão colados. Segundo Mota Junior *et al.* (2015), os incisivos são os dentes que podem apresentar maiores variações nas medidas verticais de colagem, devido à sua inclinação axial. Os resultados do estudo de Ousehal e Lazrak (2011) corroboram com o trabalho de Mota Junior *et al.* (2015), na medida em que demonstram que o grupo dos incisivos foi o que apresentou maiores inclinações dos bráquetes quando o *pole-like* foi utilizado para a colagem. Esse fator pode ser justificado pela característica do instrumento, que permite, durante a sua utilização, uma inclinação do acessório tanto para cervical quanto para incisal. Já no presente estudo, observamos que o grupo dos incisivos foi o que apresentou menores variações das medidas quando o protótipo foi utilizado. Isso demonstra que as características do instrumento de apresentar quatro apoios, sendo três na superfície vestibular e um na incisal/oclusal do elemento dental, auxiliou na eliminação de possíveis erros verticais.

O estudo de Armstrong *et al.* (2007), demonstrou que os maiores erros verticais na colocação de bráquetes e acessórios encontravam-se no grupo de pré-

molares e caninos, corroborando com os achados do presente estudo, em que os *p*-valores dos grupos de caninos e pré-molares do instrumento *pole-like* e o grupo de pré-molares do instrumento protótipo apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a medida padrão de 4,0 mm – logo, apresentaram maiores erros verticais de medidas.

Um posicionamento preciso de bráquetes e acessórios ortodônticos é necessário para expressar com eficácia as movimentações ortodônticas e as prescrições pré-programadas dos bráquetes *straight-wire* (WAGHMARE *et al.*, 2019). Afinal, posições verticais diferentes promovem inclinações axiais diferentes (torques) (THUROW, 1962). Neste aspecto, erros verticais de 3,0 mm na colocação dos bráquetes em pré-molares podem resultar em alterações de torque de até 15° (MEYER; NELSON, 1978).

Assim, analisando os valores máximos de posicionamento dos bráquetes nos pré-molares com o instrumento *pole-like* e com o instrumento protótipo, observamos que, de acordo com as medidas obtidas, teríamos variações de torque aproximadas de 7°, para os pré-molares do *pole-like*, e 6,75°, para o protótipo. Isso acarretaria em posições dentárias indesejadas, principalmente quando utilizada a ferramenta *pole-like*.

Essas posições inadequadas dos bráquetes podem afetar a função oclusal e a estética dental, acarretando em problemas articulares, em movimentos de intrusões, extrusões, torque, angulações inadequadas e na presença de espaços entre os dentes, que acarretam não só problemas ortodônticos como também periodontais (VIANNA; MUCHA, 2006; JOINER, 2010; TORRES *et al.*, 2017).

Vários fatores podem afetar o posicionamento dos bráquetes, incluindo altura clínica da coroa, morfologia do dente, habilidade do profissional e o tipo de instrumento utilizado para colagem. Instrumentos que não apresentam grandes precisões acabam acarretando maiores erros e consequências para o elemento dental (LO *et al.*, 2021). Ao realizar a comparação entre o instrumento *pole-like* e o instrumento protótipo, no presente estudo, foi observado que os valores de variância do protótipo, em todos os grupos de dentes, foram menores quando comparados aos mesmos grupos de dentes do *pole-like*. Isso indica que o protótipo apresentou medidas mais próximas ao valor predeterminado de 4,0 mm e maior precisão.

Visando evitar o posicionamento dos bráquetes de forma inadequada pelo profissional, surgiu a ortodontia digital, que permitiu o uso de modelos 3D na

personalização dos bráquetes, de acordo com o tipo de maloclusão do paciente (XUE *et al.*, 2020). Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos, o uso de modelos 3D e guias incorre em altos custos para os profissionais, o que torna a técnica ainda inviável (LO *et al.*, 2021). Sendo assim, este trabalho optou pela utilização da técnica de colagem direta, visando simular a realidade clínica da maioria dos profissionais atuantes no mercado atual.

Por fim, pontuamos que uma limitação do presente estudo foi a quantidade de participantes (dezoito, ao total) e a análise da eficácia da ferramenta apenas no âmbito laboratorial. Assim, recomendamos pesquisas futuras com análise clínica e comparação das ferramentas *in vivo*, visando comprovar sua eficácia e eficiência durante a colagem ortodôntica em pacientes. Além disso, sugerimos que, ao invés de utilizar fotografias odontológicas para análise das medidas de colagem, como foi feito aqui, sejam realizados escaneamentos dos modelos, a fim de obter maior precisão.

## 7 CONCLUSÃO

- 1) O protótipo permitiu colagens mais precisas, indicando menor variação vertical dos acessórios ortodônticos.
- 2) Quanto menor o tempo de experiência do profissional em ortodontia, maiores foram os valores de variância apresentados para os instrumentos *pole-like* e protótipo.
- 3) Quanto aos grupos de dentes, as menores variâncias foram referentes aos incisivos, seguidas pelas dos caninos e pré-molares no instrumento protótipo.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, R. G. The vari-simplex discipline. Part 1. Concept and appliance design. **J Clin Orthod**, Hempstead, v. 17, n. 6, p. 380-92, june. 1983.
- ANDREWS, L. F. The straight-wire appliance, origin, controversy, commentary. **J Clin Orthod**, Hempstead, v. 10, n. 2, p. 99-114, feb. 1976.
- ANGLE, E. H. The latest and best in orthodontic mechanism. **Dent Cosmos**, Pasadena, v. 70, n. 12, p. 1143-58, dec. 1928.
- ARMSTRONG, D.; SHEN, G.; PETOCZ, P. A; DARENDELILER, M. A. A. Comparison of accuracy in bracket positioning between two techniques - localizing the centre of the clinical crown and measuring the distance from the incisal edge. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 29, n.5, p.430-436, oct. 2007.
- BALUT, N.; KLAPPER, L.; SANDRIK, J.; BOWMAN, D. Variations in bracket placement in the preadjusted orthodontic appliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 102, n. 1, p. 62-67, july. 1992.
- BOONE, G. N. Archwires designed for individual patients. **Angle Orthod**, Appleton, v. 33, n. 3, p. 178-85, july. 1963.
- BOZELLI J. V.; BIGLIAZZI R.; BARBOSA H. A.; ORTOLANI C. L.; BERTOZ F. A.; FALTIN J. K. Comparative study on direct and indirect bracket bonding techniques regarding time length and bracket detachment. **Dental Press J Orthod**, Maringá, v. 18, n. 6, p. 51-57, nov/dec. 2013.
- CARLSON, S. K.; JOHNSON, E. Bracket positioning and resets: five steps to align crowns and roots consistently. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 119, n. 1, p. 76-80, jan. 2001.
- CHEVITARESE, O.; RUELLAS, A. C. O. **Bráquetes ortodônticos**: como utilizá-los. São Paulo: Santos Editora Ltda, 2005.
- CHRISTENSEN L. R; COPE J. B. Digital technology for indirect bonding. **Semin Orthod**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 451-460, dec. 2018.
- FOWLER, P. V. Variations in the perception of ideal bracket location and its implications for the pre-adjusted edgewise appliance. **Br J Orthod**, London, v. 17, n. 4, p. 305-10, nov. 1990.
- GERON, S. A new instrument for controlled bracket positioning, **J Clin Orthod**, Hempstead, v. 36, n. 4, p. 206-207, apr. 2002.
- JOINER, M. In-house precision bracket placement with the indirect bonding technique. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 137, n. 6, p. 850-854, june. 2010.

KAPIT, A. L. **Orthodontic Height Positioning Gauge With Rotatable Heads**. U.S Patent, 6,296,482 B1. Int CI A61C 3/00. U.S.CI 433/3. Depósito: 26 dez. 2000. Concessão: 2 oct. 2001.

LO Y-C.; CHEN G-A.; LIU Y-C.; CHEN Y-H.; HSU J-T.; YU J-H. Prototype of Augmented Reality Technology for Orthodontic Bracket Positioning: An In Vivo Study. **Applied Sciences**, Constanta, v. 11, n. 5, p.2315, mar. 2021.

LI, Y.; MEI, L.; WEI, J.; YAN, X.; ZHANG, X.; ZHENG, W.; LI, Y. Effectiveness, efficiency and adverse effects of using direct or indirect bonding technique in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis. **BMC Oral Health**, Chengdu, v. 19, n. 1, p. 1-11, july. 2019.

MAHESHWARI, R. K.; GARG, A.; VIRANG, B.; BHADAURIA, U. S. The effect of tooth morphology and vertical bracket positioning on resultant stress in periodontal ligament-a three dimensional finite element study. **Int J Med Pharm Case Reports**, Indore, v. 92, n. 3, p. 294, july. 2019.

MCLAUGHLIN, R. P.; BENNETT, J. C. Bracket placement with the preadjusted appliance. **J Clin Orthod**, Hempstead, v. 29, n. 5, p. 302-311, may 1995.

MCLAUGHLIN R. P; BENNETT J. C. Evolution of treatment mechanics and contemporary appliance design in orthodontics: A 40-year perspective. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 147, n. 6, p. 654-662, june. 2015.

MCLAUGHLIN R. P.; BENNETT J. C.; TREVISI H. J. **Systemized Orthodontic Treatment Mechanics**. St. Louis: Mosby, 2002.

MEYER M.; NELSON G. Preadjusted edgewise appliance, theory and practice. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 73, n. 5, p. 485-498, may 1978.

MIETHKE R. R.; MELSEN B. Effect of variation in tooth morphology and bracket position on first and third order correction with preadjusted appliances. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 116, n. 3, p. 329-335, sept. 1999.

MOHAMMADI, A.; MOSLEMZADEH, S. H. Comparison of the accuracy of bracket placement with height bracket positioning gauge and boone gauge. **J Dent Res Dent Clin Dent Prospects**, Tabriz, v. 5, n. 4, p. 111-118, dec. 2011.

MOREIRA, F. C.; VAZ, L. G.; ENGLISH, J. D.; JACOB, H. B. Three-dimensional digital models accuracy and reliability: exceed™ software validation. **Orthod Sci Pract.**; São José dos Pinhais, v.12, n. 47 p.145-151, july. 2019.

MOTA JÚNIOR, S. L.; CAMPOS, M. J. D. S.; SCHMITBERGER, C. A.; VITRAL, J. D. A.; FRAGA, M. R.; VITRAL, R. W. F. Evaluation of the prototype of a new bracket-positioning gauge. **Dental Press J Orthod**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 68-74, mar/apr. 2018.

MOTA JÚNIOR, S. L. M.; VITRAL, J. A.; SCHMITBERGER, C. A.; MACHADO, D. B.; AVELAR, J. C.; FRAGA, M. R.; VITRAL, R. W. F. Evaluation of the vertical accuracy

of bracket placement with the Boone gauge. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 148, n. 5, p. 821-826, nov. 2015.

NOJIMA, L. I.; ARAÚJO, A. S.; ALVES JÚNIOR, M. Indirect bonding – a modified technique for improved efficiency and precision. **Dental Press J Orthod**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 109-17, may/june. 2015.

OLIVEIRA, N. S. D.; GRIBEL, B. F.; NEVES, L. S.; LAGES, E. M. B.; MACARI, S.; PRETTI, H. Comparison of the accuracy of virtual and direct bonding of orthodontic accessories. **Dental Press J Orthod**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 46-53, sept. 2019.

OUSEHAL, L.; LAZRAC, L. The accuracy of brackets placement in direct bonding technique: a comparison between the pole-like bracket positioning gauge and the star-like positioning bracket gauge. **OJST**, v. 1, n. 4, p. 121-5, dec. 2011.

PALONE, M.; SPEDICATO, G. A.; LOMBARDO, L. Analysis of tooth anatomy in adults with ideal occlusion: A preliminary study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 157, n. 2, p. 218-227, feb. 2020.

PAPAGEORGIU, S. N.; SIFAKAKIS, I.; KEILIG, L.; PATCAS, R.; AFFOLTER, S.; ELIADES, T.; BOURAUUEL, C. Torque differences according to tooth morphology and bracket placement: a finite element study. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 411-418, aug. 2017.

PEARLMAN, L. **Adjustable Positioning Means For Orthodontic Brackets**. U.S Patent, 4,134,208. Int Cl A61C 7/00. U.S. Ci 32/14 A. Depósito: 22 sept. 1976. Concessão: 16 jan. 1979.

PEARLMAN, L. **Positioning Means for Orthodontic**. U.S Patent, 3,521,355. A61c 7/00. U.S.CI 32-14. Depósito: 30 jun. 1969. Concessão: 21 july. 1970.

PINZAN, A.; FUZIY, A.; NEVES, L. S.; CANÇADO, R. H. Avaliação da precisão da acuidade visual no posicionamento dos acessórios ortodônticos. **Rev Dent Press Otodon Ortop Facial**, Maringá, v. 8, n. 3, p. 25-31, may/june. 2003.

ROTH, R. H. The Straight - Wire appliance 17 years later. **J Clin Orthod**, Hempstead, v. 21, n. 9, p. 632-642, sept. 1987.

SAMUELS, R. H. A. A new bracket positioning instrument. **J Clin Orthod**, Hempstead, v. 34, n. 8, p. 482-483, aug. 2000.

SARDARIAN, A.; SHAHIDI, S.; BOUSHEHRI, S. G.; GERAMY, A. The effect of vertical bracket positioning on torque and the resultant stress in the periodontal ligament—a finite element study. **Prog Orthod**, Shiraz, v. 15, n. 1, p. 50, aug. 2014.

SHARMA, N. S.; SHRIVASTAV, S. S.; HAZAREY, P. V. A new 2D bracket-positioning gauge. **J Ind Orthod Soc**, Indore, v. 45, n. 4, p. 202-204, nov. 2011.

SILVERMAN, E.; COHEN, M.; GIANELLY, A. A.; DIETZ, V.S. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. **Am J Orthod Dentofacial**

**Orthop**, St. Louis, v. 62, n. 3, p. 236-244, sept. 1972.

SRINIVASAN, B.; KAILASAM, V.; CHITHARANJAN, A.; RAMALINGAM, A. Relationship between crown-root angulation (collum angle) of maxillarycentral incisors in Class II, division 2 malocclusion and lowerlip line. **Orthodontics (Chic.)**, Sri Ramachandra, v. 14, n. 1, p. 66-74, sept. 2013.

THUROW, R. **Edgewise orthodontics**. St Louis: C. V. Mosby; 1962.

TORRES, F. C.; HOLANDA, L. S.; CARVALHO, P. E. G.; TRIVIÑO, T.; FREITAS, C. F.; FUZIY, A. Posicionadores de bráquetes ortodônticos – revisão de literatura e desenvolvimento de um projeto de patente. **Rev Odontol Univ Cid São Paulo**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 14-19, jan/apr. 2017.

VAN LOENEN, M.; DEGRIECK, J.; DE PAUW, G.; DERMAUT, L. Anterior tooth morphology and its effect on torque. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 258-262, june. 2005.

VIANNA, V. F.; MUCHA, J. N. O posicionamento vertical dos acessórios na montagem do aparelho ortodôntico fixo. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 66-75, july/aug. 2006.

WAGHMARE, S.; DHARMADHIKARI, M. A Comparative Study of Accuracy in Bracket Positioning With Modified Height Bracket Positioning Gauge and Boonegauge: In Vivo Study. **Int J Med Sci Public Health**, Melbourne, v. 2, n. 3, p. 132-141, may/june. 2019.

XUE, C.; XU, H.; GUO, Y.; XU, L.; DHAMI, Y.; WANG, H.; BAI, D. Accurate bracket placement using a computer-aided design and computer-aided manufacturing–guided bonding device: An in vivo study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 157, n. 2, p. 269-277, feb. 2020.

YOO, S.H.; CHOI, S.H.; KIM, K.M.; LEE, K.J.; KIM, Y.J.; YU, J.H.; CHA, J.Y. Precisão da bandeja de transferência de braquetes impressa em 3 dimensões usando um sistema de colagem indireta em consultório. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 162, n. 1, p. 93-102, apr. 2022.

## APÊNDICE A – Pedido de patente ao INPI

**Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT****Número do Processo:** BR 10 2020 002534 1**Dados do Depositante (71)**

---

Depositante 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA - UFJF**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica**CNPJ/CPF:** 21105755000169**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa**Endereço:** José Lourenço Kalmer, s/n, Martelos**Cidade:** Juiz de Fora**Estado:** MG**CEP:** 36036900**País:** Brasil**Telefone:** (032)21023435**Fax:** (032)2102-3435**Email:** pc.ort@uff.edu.br

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 06/02/2020 às 14:04, Petição 870200017709

**Dados do Pedido**

---

**Natureza Patente:** 10 - Patente de Invenção (PI)**Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):** DISPOSITIVO POSICIONADOR DE BRÁQUETES E ACESSÓRIOS ORTODÔNTICOS**Resumo:** Trata-se o presente modelo de utilidade de um dispositivo a ser utilizado no campo da Odontologia, em especial na Ortodontia e que tem por objetivo colocar no mercado um dispositivo que possibilite um posicionamento mais preciso dos acessórios ortodônticos, composto por uma haste de apoio cilíndrica (1.10), uma mola (1.6) acoplada a um garfo (1.8 e 1.9) com dobradiça (1.2) que permite ao operador um posicionamento mais preciso além de permitir também um posicionamento na região dos dentes posteriores.**Figura e publico:** 3

---

**PETICIONAMENTO  
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 06/02/2020 às 14:04, Petição 870200017709

---

**Dados do Inventor (72)****Inventor 1 de 4****Nome:** LARA PASSOS ALVIM**CPF:** 01609194608**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Fiel:** Odontólogo**Endereço:** Rua Erico Veríssimo 130 apto 1202, bairro Paineiras**Cidade:** Juiz de Fora**Estado:** MG**CEP:** 36016-160**País:** BRASIL**Telefone:****Fax:****Email:****Inventor 2 de 4****Nome:** SÉRGIO LUIZ MOTA JUNIOR**CPF:** 07333272656**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Fiel:** Professor do ensino superior**Endereço:** Rua Humaitá 10 apto 303, Paineiras**Cidade:** Juiz de Fora**Estado:** MG**CEP:** 36016-150**País:** BRASIL**Telefone:****Fax:****Email:****Inventor 3 de 4**

**Nome:** MÁRCIO JOSÉ DA SILVA CAMPOS  
**CPF:** 08267583718  
**Nacionalidade:** Brasileira  
**Qualificação Profissional:** Odontólogo  
**Endereço:** Rua Guacuí 530 apto 204, São Mateus  
**Cidade:** Juiz de Fora  
**Estado:** MG  
**CEP:** 36025-190  
**País:** BRASIL  
**Telefone:**  
**Fax:**  
**Email:**

**Inventor 4 de 4**

**Nome:** ROBERT WILLER FARINAZZO VITRAL  
**CPF:** 33108552600  
**Nacionalidade:** Brasileira  
**Qualificação Profissional:** Professor do ensino superior  
**Endereço:** Rua Vinte um de abril 117 apto 404 bl 1, São Mateus  
**Cidade:** Juiz de Fora  
**Estado:** MG  
**CEP:** 36025-090  
**País:** BRASIL  
**Telefone:**  
**Fax:**  
**Email:**

**Documentos anexados**

---

<b>Tipo Anexo</b>	<b>Nome</b>
Resumo	Resumo - DISPOSITIVO POSICIONADOR DE BRÁQUETES E ACESSÓRIOS ORTODÔNTICOS.pdf
Relatório Descritivo	Relatório Descritivo - DISPOSITIVO POSICIONADOR DE BRÁQUETES E ACESSÓRIOS ORTODÔNTICOS.pdf
Reivindicação	Reivindicação - DISPOSITIVO POSICIONADOR DE BRÁQUETES E ACESSÓRIOS ORTODÔNTICOS.pdf
Desenho	Figuras - DISPOSITIVO POSICIONADOR DE BRÁQUETES E ACESSÓRIOS ORTODÔNTICOS.pdf
Comprovante de pagamento de GRU 200	Comprovante.pdf

**Acesso ao Patrimônio Genético**

---

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

**Declaração de veracidade**

---

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

## APÊNDICE B – Aprovação CEP UFJF



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise de um novo protótipo de posicionador de braquetes ortodônticos.

**Pesquisador:** Robert Vítal

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 28609720.1.0000.5147

**Instituição Proponente:** FACULDADE DE ODONTOLOGIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.959.066

#### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

Um dos fatores de sucesso do tratamento ortodôntico é uma boa biomecânica e um bom planejamento, para tal é necessário gerar um sistema de forças que irá conduzir o elemento dental para a posição desejada. Esse sistema de forças é composto por braquetes e tubos ortodônticos acoplados a fios que geram então o deslocamento do elemento dental para a posição previamente planejada. Posicionamentos incorretos dos braquetes ortodônticos podem gerar erros indesejáveis ao tratamento ortodôntico, tais como giros, torques, angulações e inclinações incorretas. A prescrição de altura

desses acessórios ortodônticos varia de autor para autor, alguns preconizam a colagem no centro da coroa clínica enquanto outros recomendam alturas específicas para cada dente ou grupo de dentes; No entanto, esse posicionamento é influenciado pelo operador e pela morfologia do próprio elemento dental. Uma variedade de instrumentos odontológicos manuais para posicionamento de braquetes para colagem já foram desenvolvidos

tais como a estrela de Boone e o posicionador de braquetes (polelike), entretanto os mesmos apresentam algumas desvantagens quando utilizados na rotina clínica do ortodontista. Visando a redução de erros e a uma menor interferência de variáveis externas objetivou-se o desenvolvimento de um posicionador de braquetes que fosse mais preciso na medição da altura de

Endereço: JOSE LOURENÇO KILMER SN  
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900  
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
 Telefone: (021)102-3788 Fax: (021)102-3788 E-mail: cep.propos@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 5.659.065

Folha de Rosto	folha_rosto_21.pdf	11:58:43	Robert Vitral	Aceito
Outros	img20200109_14112138.pdf	09/01/2020 14:23:15	Robert Vitral	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	img20200109_14104057.pdf	09/01/2020 14:20:59	Robert Vitral	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	09/01/2020 14:17:02	Robert Vitral	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	img20200109_14122613.pdf	09/01/2020 14:16:53	Robert Vitral	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

JUIZ DE FORA, 07 de Abril de 2020.

---

Assinado por:  
Jubel Barreto  
(Coordenador(a))

Endereço: JOSÉ LOURENÇO KELLER SW  
Bairro: SÃO PEDRO CEP: 36.036-900  
UF: MG Município: JUIZ DE FORA  
Telefone: (32) 2102-3788 Fax: (32) 2102-3788 E-mail: conp.propesq@ufjf.edu.br

## APÊNDICE C – Artigo Científico (formatado para revista AJODO)

### **Avaliação de um protótipo de um novo posicionador de bráquetes ortodônticos do tipo *pole-like***

Lara Passos Alvim; Sergio Luiz Mota Júnior; Márcio José da Silva Campos; Robert Willer Farinazzo Vitral;

#### **Lara Passos Alvim, DDS**

Postgraduate student, Department of Orthodontics from Juiz de Fora Federal University, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil.

Rua José Lourenço Kelmer, s/n - São Pedro, Campus Universitário Juiz de Fora - MG, Brasil- 36036-900

E-mail: larapassosalvim@hotmail.com

#### **Sergio Luiz Mota Júnior, DDS, MSc, PhD (Corresponding author)**

Visiting professor, Department of Orthodontics from Juiz de Fora Federal University, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil.

Rua José Lourenço Kelmer, s/n - São Pedro, Campus Universitário Juiz de Fora - MG, Brasil- 36036-900

E-mail: sergiomotajr\_orto@yahoo.com.br

#### **Márcio José da Silva Campos, DDS, MSc, PhD**

Assistant professor, Department of Orthodontics from Juiz de Fora Federal University, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil.

Rua Giuseppe Verdi, 311, São Pedro, Juiz de Fora – MG, Brasil- 36036-643

E-mail: drmarciocampos@hotmail.com

#### **Robert Willer Farinazzo Vitral, DDS, MSc, PhD**

Professor and chair, Department of Orthodontics from Juiz de Fora Federal University, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil.

Rua José Lourenço Kelmer, s/n - São Pedro, Campus Universitário Juiz de Fora - MG, Brasil- 36036-

900

E-mail: robertvital@gmail.com

### **AUTHORS' CONTRIBUTIONS**

**LPA:** Conception and design of the study; acquisition, analysis and interpretation of data; drafting the article; and, final approval of the version to be submitted.

**SLMJ:** Conception and design of the study; analysis and interpretation of data; revising the article for important intellectual content.

**MJSC:** Conception and design of the study; analysis and interpretation of data; revising the article for important intellectual content.

**RWFV:** Conception and design of the study; analysis and interpretation of data; revising the article for important intellectual content; and, final approval of the version to be submitted.

### **Highlights**

Instrumentos de posicionamento de bráquetes e acessórios ortodônticos mais precisos diminuem os erros profissionais de colagem ortodôntica.

Instrumentos que permitem uma menor variação vertical e vestibulo-lingual dos acessórios ortodônticos apresentam melhores desempenhos clínicos.

O tempo de experiência clínica influi no uso dos instrumentos posicionadores de bráquetes e acessórios ortodônticos.

As características morfológicas dos grupos de dentes influenciam no desempenho do instrumento.

## Avaliação de um protótipo de um novo posicionador de bráquetes ortodônticos do tipo *pole-like*

### RESUMO

**Introdução:** O estudo tem como objetivo a apresentação e avaliação de um posicionador de bráquetes e acessórios ortodônticos desenvolvido com o propósito de minimizar os erros de colagem durante a sua utilização. **Método:** O instrumento proposto foi desenhado e prototipado em aço inoxidável para realização dos testes laboratoriais. Três grupos de pessoas com diferentes tempos de experiência clínica em ortodontia foram definidos. O Grupo 1 foi composto por estudantes de ortodontia; o Grupo 2, por ortodontistas com menos de cinco anos de experiência clínica; e o Grupo 3, por ortodontistas com mais de cinco anos de experiência clínica. Cada grupo foi composto por seis integrantes, os quais colaram bráquetes *edgewise standard* 0,022" x 0,028" na altura de 4.0 mm em um manequim *typodont*, com maloclusão de Classe I e apinhamento dental, em incisivos, caninos e pré-molares superiores e inferiores. Primeiramente, eles utilizaram o instrumento *pole-like* e, em um segundo momento, o protótipo, com um intervalo de trinta dias entre as colagens. **Resultados:** O uso do protótipo nos Grupos 2 e 3 apresentou medidas que se aproximam da medida preestabelecida de 4.0 mm, em comparação ao instrumento *pole-like*. De modo semelhante, a variância foi menor nos grupos do instrumento protótipo. No que se refere ao grupo de dentes, o protótipo apresentou bons resultados quanto aos incisivos, seguidos pelos caninos e pré-molares. **Conclusão:** O protótipo apresentou resultados mais precisos, produzindo menor variação vertical, com medidas mais próximas ao valor predeterminado de 4.0 mm nos Grupos 2 e 3.

### INTRODUÇÃO

Uma das maiores dificuldades técnicas enfrentadas pelos ortodontistas é o posicionamento dos bráquetes e acessórios ortodônticos principalmente na técnica de colagem direta. A variação na morfologia dentária, a dificuldade na visão direta da estrutura anatômica, o controle dos tecidos moles bucais, além da falta de habilidade do profissional e de experiência clínica levam a falhas de colagem (MOREIRA *et al.*, 2019). Erros durante essa etapa clínica impedem que as prescrições sejam expressadas corretamente, impedem que o alinhamento e nivelamento dental aconteçam e acabam

trazendo consequências indevidas ao tratamento ortodôntico (KUSHWAH *et al.*, 2021).

A utilização de instrumentos pouco precisos durante a colagem leva a erros verticais de posicionamento de bráquetes, que têm como consequência movimentos indesejados de intrusão, extrusão, giroversão, torque, angulação e inclinação inadequada, podendo prejudicar a oclusão, o sorriso e a estabilidade dos tratamentos (VIANNA; MUCHA, 2006; JOINER, 2010; TORRES *et al.*, 2017), podendo, inclusive, acarretar problemas articulares e periodontais (LO *et al.*, 2021). Outro fator a ser levado em consideração é o aumento do tempo total de tratamento. Uma vez que esses erros se encontram presentes, teremos, ao final, um maior número de dobras e recolagens, que acarretam em insatisfações por parte do paciente e do ortodontista (PINZAN *et al.*, 2003).

Com o avanço da tecnologia, principalmente na área da ortodontia, novas tecnologias surgiram, objetivando trazer maior precisão, previsibilidade e otimização dos processos laboratoriais da técnica de colagem. Os sistemas *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing* (CAD/CAM), por exemplo, permitem a colocação de bráquetes e acessórios ortodônticos na posição “ideal” pelo *software*, possibilitando a correção do posicionamento dos dentes nos três planos do espaço. Esse *setup* virtual admite prever a oclusão final e o melhor posicionamento de cada bráquete, confeccionando, ao final, um modelo 3D dos posicionamentos dos bráquetes para posterior transferência e colagem na boca do paciente (MOREIRA *et al.*, 2019).

Essa técnica de colagem apresenta um grande aprimoramento na precisão e estabilidade, diminuindo o tempo de tratamento ortodôntico em até cinco meses e assegurando menores erros ortodônticos (YOO *et al.*, 2022). No entanto, assim como na colagem indireta convencional, a técnica de colagem indireta digital apresenta um alto custo para aquisição de *softwares* e equipamentos, sendo inviável para muitos profissionais. Dessa forma, é preferível ainda a técnica de colagem direta dos bráquetes ortodônticos (TORRES *et al.*, 2017).

Portanto, vale ressaltar a importância dos dispositivos de posicionamento de bráquetes e acessórios, para que as alturas verticais recomendadas para os bráquetes sejam atingidas e as prescrições sejam expressadas, visando maior eficácia nos movimentos e menor número de erros durante o processo (WAGHMARE *et al.*, 2019). Assim, instrumentos para auxiliar no posicionamento dos acessórios ortodônticos nas técnicas de colagem direta e indireta já foram desenvolvidos e são amplamente utilizados na prática clínica. Alguns desses dispositivos são do tipo pré-fabricados com diferentes alturas, como o *Boone Gauge* (estrela de Boone) e o *Height bracket positioning gauge with*

*rotatable heads (pole-like)*. Estes, entretanto, apresentam algumas desvantagens quando utilizados, como o fato de permitirem inclinações vestibulo-linguais indesejadas, deixando os bráquetes em uma posição vertical não correspondente à altura apontada pelo instrumento (FOWLER, 1990; SAMUELS, 2000; CARLSON; JOHNSON, 2001; SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O protótipo de posicionador de bráquetes foi desenvolvido em material de aço inoxidável SAE 304, que contém cromo e níquel como os principais constituintes não ferrosos, por meio de processos de usinagem no equipamento KERN Pyramid Nano (CNC Machining Centre, Eschenlohe, Germany). Na sua configuração, o protótipo apresenta duas extensões para apoio na superfície vestibular do dente (posicionador retangular e posicionador circular): uma extensão para apoio na superfície incisal/oclusal (base incisal/oclusal) e outra para o centro do bráquete (pino central). A configuração cilíndrica do cabo do instrumento visa facilitar seu manuseio pelo operador. Além disso, o protótipo tem uma extremidade giratória, na qual se encontram os posicionadores retangular e circular, a base incisal/oclusal e o pino central, com o intuito de auxiliar o profissional na colagem de bráquetes e acessórios ortodônticos na região posterior dos dentes, que apresenta acesso dificultado por conta dos lábios e bochecha do paciente (Figura 1).

As distâncias entre os posicionadores são: 1.0 mm da base incisal/oclusal até o centro do posicionador retangular, 4.0 mm da base incisal/oclusal até o centro do pino central e 7.0 mm da base incisal/oclusal até o centro do posicionador circular (Figura 2). Na sua utilização, o protótipo deve ser posicionado com a base incisal/oclusal na superfície incisal ou oclusal do elemento dental, de forma que o posicionador retangular e o posicionador circular apoiem-se na superfície vestibular. No momento em que o operador pressiona o instrumento, a mola se contrai e o pino central vai ao encontro do centro do *slot* do bráquete, permitindo seu correto posicionamento no elemento dental (Figura 3).

O teste do protótipo utilizou como referência a metodologia empregada por Mota Junior *et al.* (2015). Cada participante foi orientado a colar os bráquetes (referência 380-0021, American Orthodontics®, Sheboygan, Wis, EUA) de 2º pré-molar a 2º pré-molar nas arcadas superior e inferior em um manequim *typodont* (referência 22300, Orto Central®, Poá, São Paulo, Brasil), em uma altura

de 4.0 mm a partir da superfície incisal ou oclusal na face vestibular de cada dente, totalizando vinte dentes por avaliador. Também seguindo a metodologia de Mota Júnior *et al.* (2015; 2018), um modelo de simulação *typodont* foi montado com cera (referência 11103, Orto Central®, Poá, São Paulo, Brasil) e dentes de plástico (referência 14054, Orto Central®, Poá, Brasil), simulando uma maloclusão Classe I com apinhamento dental, de forma que não prejudicasse a técnica de colagem dos bráquetes (Figura 4).

Para padronização da montagem dos dentes, foi feita uma moldagem da maloclusão do *typodont* com alginato Hydrogum 5 (Zhermack, Badia Polesine, RO, Itália) e, sobre o modelo obtido em gesso pedra especial, Durone IV Salmon (Dentsply, Pirassunung, Brasil), foi confeccionada uma placa de acetato de 1.0 mm de espessura (Bio-Art, São Carlos, São Paulo, Brasil). Realizou-se, então, o recorte desta placa de forma a copiar somente os elementos dentais e não englobar o palato, a fim de manter a mesma maloclusão para todos os avaliadores. Ao final de cada colagem, os corpos de prova foram fotografados, os bráquetes removidos e os dentes recolocados no modelo *typodont*. Em seguida, a placa de acetato foi acoplada aos dentes e a maloclusão copiada, para que uma nova colagem pudesse ser realizada por outro avaliador (Figura 4).

Para testar o protótipo, foram formados três grupos com seis indivíduos em cada. O Grupo 1 foi composto por estudantes de pós-graduação em ortodontia, nível de especialização, que se encontravam no primeiro ano de formação do curso de ortodontia com duração de três anos; o Grupo 2, por profissionais ortodontistas com menos de cinco anos de experiência clínica (~3.9 anos de formados), ativos clinicamente e que utilizavam técnica de colagem direta de bráquetes ortodônticos em seus consultórios; e o Grupo 3, integrado por profissionais ortodontistas com mais de cinco anos de experiência clínica (~6.2 anos de formados), também ativos clinicamente, e que utilizavam técnica de colagem direta de bráquetes. Foram totalizados, deste modo, dezoito avaliadores.

Os avaliadores deveriam testar dois instrumentos na presente pesquisa. O primeiro instrumento *pole-like* e o segundo instrumento o protótipo de posicionador de bráquetes. Para a identificação dos avaliadores nós determinamos a qual grupo eles pertenciam e qual instrumento estariam testando naquele momento. Seguindo essa análise: PT1 e PL1 representam os avaliadores do grupo de estudantes em ortodontia utilizando o instrumento protótipo (PT) e *pole-like* (PL); PT2 e PL2 o grupo de indivíduos com menos de cinco anos de experiência clínica; e o Grupo PT3 e PL3 o grupo de indivíduos com mais de cinco anos de experiência clínica.

Antes de os avaliadores realizarem o procedimento de colagem, dois vídeos foram reproduzidos para orientá-los sobre a utilização de cada um dos instrumentos e fornecer todas as informações necessárias sobre esse processo. A seguir, os avaliadores utilizaram, para a colagem, primeiramente o posicionador *pole-like* (PL). Eles foram instruídos a posicionarem o instrumento de forma que a base ficasse perpendicular ao longo eixo da coroa, em uma visão de corte sagital. Em um segundo momento, após pelo menos trinta dias da primeira colagem dos bráquetes, foi realizada a segunda, utilizando o instrumento protótipo (PT).

Para realizar a colagem, os avaliadores dispuseram de luva de procedimento, instrumento esculpador *Hollenback* nº 3 (referência CVHL1/29, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA), uma sonda exploradora nº 5 (referência XP23/PH6, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA), um espelho clínico (referência M8H, Duflex Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA), uma pinça clínica (referência DPU17, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA) e uma pinça ortodôntica (referência 678-212, Hu-Friedy®, Chicago, Ill, EUA). Uma vez que a resistência de colagem não estava sendo avaliada, nenhum condicionamento ácido foi realizado e nenhum agente fluído de união foi aplicado. Cada participante da pesquisa colou bráquetes em quarenta dentes, vinte com cada instrumento avaliado (PT e PL), totalizando 240 dentes em cada grupo de participantes (Grupos 1, 2 e 3).

Para analisar o posicionamento vertical de cada bráquete, inicialmente as faces mesiais dos dentes foram fotografadas. A fim de que todas as fotografias pudessem ser realizadas na mesma posição, um dispositivo de estabilização foi confeccionado, com orifícios moldados com acrílico autopolimerizável (referência Ortho Resin, Yates Motloid, Chicago, Ill, EUA) à forma da raiz de cada elemento dental. Assim, cada dente foi posicionado com a face mesial voltada para a câmera.

Utilizou-se uma câmera modelo Canon EOS Rebel T5i (Canon®, Oita, Kyushu, Japão), com lente macro 100 mm, com velocidade do obturador 1/100 segundos e abertura do diafragma igual a f32. Acoplado à câmera, um flash circular Yongnuo® YN14EX macro ring lite (Shenzhen Yong Nuo Photographic Equipment, de Shenzhen, China) com potência de ¼. Além disso, a câmera foi posicionada em um estabilizador adaptado a um suporte de câmera a uma distância de 20 cm em relação à base (Figura 5), seguindo a metodologia proposta por Mota Júnior *et al.* (2015; 2018).

Perpendicular ao dispositivo de estabilização dos corpos de prova, uma régua milimetrada (CLR6; Hu-Friedy) foi inserida no campo fotografado para determinar as dimensões reais das imagens a partir das digitais. Já o plano representativo da superfície vestibular de cada dente foi

determinado a partir da vista mesial, utilizando a união do ponto mais anterior da junção amelocementária e do ponto mais incisal (ou ponta de cúspide vestibular) do dente (Figura 6 - linha a).

Para a determinação da altura de colagem dos bráquetes, foram traçadas linhas perpendiculares ao plano da superfície vestibular (linha a): linha tangente ao ponto mais incisal (ou ponta de cúspide vestibular) (Figura 6 - linha b), e linha que representou o centro geométrico do *slot* do bráquete (Figura 6 - linha c). A distância de colagem correspondeu àquela determinada entre as linhas “b” e “c” (Figura 6 - segmento d).

Para avaliar a calibração do avaliador, o erro do método foi determinado com o coeficiente de correlação intraclass (ICC), que foi calculado por meio dos valores das medidas verticais de 720 fotografias e medido duas vezes com um intervalo de trinta dias.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O teste de Anderson-Darling foi realizado para avaliar a distribuição dos dados em análise. Para os grupos que não apresentaram distribuição normal (Protótipo Grupo 1 – PT1 e Protótipo Grupo 3- PT3), utilizou-se o teste de Wilcoxon, no intuito de analisar e comparar a precisão de colagem vertical à altura de 4.0 mm em cada grupo de indivíduos. Já para os demais grupos (PL1, PT2, PL2, PL3) foi realizado o teste *t de Student* pareado. Por fim, o teste de Levene visou comparar a variância entre os grupos de dentes e grupos de indivíduos.

O nível de significância adotado foi de 95% e as análises foram feitas com a utilização do *software* Minitab para *Windows* (referência versão 19, Minitab®, State College, Pa, EUA).

## **RESULTADOS**

O teste de normalidade de Anderson-Darling mostrou que os Grupos PT1 e PT3 não apresentaram uma distribuição normal dos dados avaliados ( $p < 0.005$ ), como pode ser observado na Tabela 1.

Na Tabela 2, observa-se que os valores das médias dos Grupos PT2 e PT3 aproximaram-se da medida de 4.0 mm, comparados aos demais Grupos. Os Grupos PT1, PL1 e PL3, por sua vez, apresentaram diferenças estatisticamente significativas, mostrando que suas médias foram diferentes da

medida de 4.0 mm.

Como demonstrado na Tabela 3, os incisivos do grupo protótipo foram o grupo com menor variância, seguidos pelos caninos e pré-molares. Já no grupo *pole-like*, os pré-molares apresentaram menores valores de variância, seguidos pelos incisivos e caninos. Para o instrumento protótipo, a variância foi menor em todos os grupos de dentes em comparação aos mesmos grupos de dentes correspondentes no instrumento *pole-like*.

Observando os *p-valores* podemos inferir que o grupo dos pré-molares do instrumento protótipo e o grupo dos caninos e pré-molares do instrumento *pole-like* apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a medida padrão de 4.0mm, encontrando-se com valores mais distantes em relação à medida padrão.

Analisando os valores das médias, observamos que o grupo dos incisivos do instrumento *pole-like* foi o grupo que mais se aproximou da medida padrão de 4.0 mm, entretanto, sua variância foi a segunda mais alta. O grupo dos caninos e pré-molares da ferramenta protótipo apresentaram, após os incisivos do grupo *pole-like*, valores de médias mais próximos aos 4.0 mm e as menores variâncias encontradas dentro de todos os grupos.

Na Tabela 4, podemos observar que, ao realizar a comparação entre os grupos de dentes sem separação por instrumento, apenas o grupo dos caninos apresentou *p-valor* com diferenças estatisticamente significativas, indicando que esse grupo não apresentou medidas tão próximas ao valor predeterminado de 4.0mm.

Já a Tabela 5 mostra os resultados do teste de Levene, indicando que somente no Grupo 3, o protótipo (PT3) e o *pole-like* (PL3) apresentaram *p-valor* > 0.005, tratando-se de variâncias iguais.

## **DISCUSSÃO**

Diferentes tipos de posicionadores de bráquetes e acessórios ortodônticos são descritos na literatura e encontram-se disponíveis para os profissionais utilizarem na rotina clínica (SAMUELS, 2000; CARLSON; JOHNSON, 2001; SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011). Nota-se, contudo, que a grande maioria desses instrumentos permite uma inclinação vertical durante o seu uso, o que resulta em falhas na colocação de bráquetes e acessórios ortodônticos (SHARMA; SHRIVASTAV; HAZAREY, 2011).

Alguns erros tais como posicionamentos mais para cervical ou incisal, ou angulações

incorretas dos bráquetes ortodônticos podem ocorrer devido ao próprio processo de colagem dos acessórios ortodônticos, realizado pelo avaliador (MOTA JUNIOR *et al.*, 2018). Isso foi demonstrado no presente estudo, visto que as colagens realizadas pelos ortodontistas com experiência de cinco anos ou mais apresentaram medidas mais próximas ao padrão preestabelecido de 4.0 mm e menor variância entre as medidas obtidas.

Outro fator que pode induzir a ocorrência de erros durante a colagem dos bráquetes e acessórios é a característica do dente no qual esses acessórios serão colados (MOTA JUNIOR *et al.*, 2015). Nesse aspecto, segundo Mota Júnior *et al.*, os incisivos são os dentes que podem apresentar maiores variações nas medidas verticais de colagem, devido à sua inclinação axial. Os resultados do estudo de Ousehal *et al.* (2011), corroboram com o trabalho de Mota Junior *et al.* (2015), na medida em que demonstram que o grupo dos incisivos foi o que apresentou maiores inclinações dos bráquetes quando o instrumento *pole-like* foi utilizado para a colagem. Esse fator pode ser justificado pela característica do instrumento, que permite, durante a sua utilização, uma inclinação do acessório tanto para cervical quanto para incisal. Já no presente estudo, observamos que o grupo dos incisivos foi o que apresentou menores variações das medidas quando o protótipo foi utilizado. Isso demonstra que as características do instrumento em apresentar quatro apoios na superfície vestibular do elemento dental, auxiliaram na eliminação de possíveis erros verticais.

O estudo de Armstrong *et al.* (2007), demonstrou que os maiores erros verticais na colocação de bráquetes e acessórios encontravam-se no grupo de pré-molares e caninos, corroborando com os achados do presente estudo, em que os *p-valores* dos grupos de caninos e pré-molares do instrumento *pole-like* e o grupo de pré-molares do instrumento protótipo apresentaram diferenças estatisticamente significativas para a medida padrão de 4.0 mm – logo, apresentaram maiores erros verticais de medidas.

Um posicionamento preciso de bráquetes e acessórios ortodônticos é necessário para expressar com eficácia as movimentações ortodônticas e as prescrições pré-programadas dos bráquetes *straight-wire* (WAGHMARE *et al.*, 2019). Afinal, posições verticais diferentes promoveram inclinações axiais diferentes (torques) (THUROW, 1962). Neste aspecto, erros verticais de 3.0 mm na colocação dos bráquetes em pré-molares podem resultar em alterações de torque de até 15° (MEYER; NELSON, 1978).

Assim, analisando os valores máximos de posicionamento dos bráquetes nos pré-molares

com o instrumento *pole-like* e com o instrumento protótipo, observamos que, de acordo com as medidas obtidas, teríamos variações de torque aproximadas de 7°, para os pré-molares do instrumento *pole-like*, e 6.75°, para o protótipo. Isso acarretaria em posições dentárias indesejadas, principalmente quando utilizada a ferramenta *pole-like*.

Essas posições inadequadas dos bráquetes podem afetar a função oclusal e a estética dental, acarretando em problemas articulares, em movimentos de intrusões, extrusões, torque, angulações inadequadas e na presença de espaços entre os dentes, que acarretam não só problemas ortodônticos como também periodontais (VIANNA; MUCHA, 2006; JOINER, 2010; TORRES *et al.*, 2017).

Vários fatores podem afetar o posicionamento dos bráquetes, incluindo altura clínica da coroa, morfologia do dente, habilidade do profissional e o tipo de instrumento utilizado para colagem. Instrumentos que não apresentam grandes precisões acabam acarretando em maiores erros e consequências para o elemento dental (LO *et al.*, 2021). Ao realizar a comparação entre o instrumento *pole-like* e o instrumento protótipo, no presente estudo, foi observado que o valor de variância do protótipo, em todos os grupos de dentes, foi menor quando comparado aos mesmos grupos de dentes do *pole-like*. Isso indica que o protótipo apresentou medidas mais próximas ao valor predeterminado de 4.0 mm e maior precisão.

Visando evitar o posicionamento dos bráquetes de forma inadequada pelo profissional, surgiu a ortodontia digital, que permitiu o uso de modelos 3D na personalização dos bráquetes, de acordo com o tipo de maloclusão do paciente (XUE *et al.*, 2020). Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos, o uso de modelos 3D e guias incorre em altos custos para os profissionais, o que torna a técnica ainda inviável (LO *et al.*, 2021). Sendo assim, este trabalho optou pela utilização da técnica de colagem direta, visando simular a realidade clínica da maioria dos profissionais atuantes no mercado atual.

Por fim, pontuamos que uma limitação do presente estudo foi a quantidade de participantes (dezoito, ao total) e a análise da eficácia da ferramenta apenas no âmbito laboratorial. Assim, recomendamos pesquisas futuras com análise clínica e comparação das ferramentas *in vivo*, visando comprovar sua eficácia e eficiência durante a colagem ortodôntica em pacientes. Além disso, sugerimos que, ao invés de utilizar fotografias odontológicas para análise das medidas de colagem, como foi feito aqui, sejam realizados escaneamentos dos modelos, a fim de obter maior precisão.

## CONCLUSÕES

- 1) O protótipo permitiu colagens mais precisas, indicando menor variação vertical dos acessórios ortodônticos.
- 2) Quanto menor o tempo de experiência do profissional em ortodontia, maiores foram os valores de variância apresentados para os instrumentos *pole-like* e protótipo.
- 3) Quanto aos grupos de dentes, as menores variâncias foram referentes aos incisivos, seguidas pelas dos caninos e pré-molares no instrumento protótipo.

## ACKNOWLEDGMENTS

Este estudo foi apoiado, em parte, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REFERÊNCIAS

Carlson SK, Johnson E. Bracket positioning and resets: five steps to align crowns and roots consistently. *Am J Orthod*. 2001;119(1):76-80.

Fowler PV. Variations in the perception of ideal bracket location and its implications for the pre-adjusted edgewise appliance. *Br J Orthod*. 1990;17(4):305-310.

Joiner M. In-house precision bracket placement with the indirect bonding technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(6):850-854.

Kushwah, A, Kumar, M, Premsagar, S, Soni, S, Jeswani, R. Misplaced or Intentionally Misplaced—A Bracket Positioning Overview. *University J Dent Scie* 2021;7(3):126-130.

Lo YC, Chen GA, Liu YC, Chen YH, Hsu JT, Yu JH. Prototype of Augmented Reality Technology for Orthodontic Bracket Positioning: An In Vivo Study. *Applied Sciences* 2021; 11(5):2315.

Meyer M, Nelson G. Preadjusted edgewise appliance, theory and practice. *Am J Orthod*. 1978;73(5):485-498.

Moreira FC, Vaz, LG, English, JD, Jacob, HB. Three-dimensional digital models accuracy and

reliability: exceed™ software validation. *Orthod Sci Pract* 2019;12(47):145-151.

Mota Júnior SL, Vitral JA, Schimitberger CA, Machado DB, Avelar JC, Fraga MR, et al. Evaluation of the vertical accuracy of bracket placement with the Boone gauge. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015;148(5):821-826.

Mota Júnior SL, Campos MJS, Schmitberger CA, Vitral JA, Fraga MR, Vitral RWF. Evaluation of the prototype of a new bracket-positioning gauge. *Dental Press J. Orthod*. 2018;23(2):68-74.

Ousehal, L, Lazrak, L. The accuracy of brackets placement in direct bonding technique: a comparison between the pole-like bracket positioning gauge and the star-like positioning bracket gauge. *OJST*, 2011;1(4):121-5.

Pinzan A, Fuziy A, Neves LS, Cançado RH. Avaliação da precisão da acuidade visual no posicionamento dos acessórios ortodônticos. *Rev Dent Press Ortod Ortop Facial*. 2003;8(3):25-31.

Samuels RH. A new bracket positioning instrument. *J Clin Orthod*. 2000;34(8):482-483.

Sharma NS, Shrivastav SS, Hazarey PV. A new 2D bracket-positioning gauge. *J Ind Orthod Soc*. 2011;45:202-204.

Torres, FC, Holanda, LS, Carvalho, PEG, Triviño, T, Freitas, CF, Fuziy, A. Posicionadores de bráquetes ortodônticos – revisão de literatura e desenvolvimento de um projeto de patente. *Rev Odontol Univ Cid São Paulo*, 2017;27(1):14-19.

Thurrow, R. *Edgewise orthodontics*. St Louis: C. V. Mosby; 1962.

Vianna, VF, Mucha, JN. O posicionamento vertical dos acessórios na montagem do aparelho ortodôntico fixo. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*, 2006;11(4):66-75.

Xue, C, Xu, H, Guo, Y, Xu, L, Dhami, Y, Wang, H, Bai, D. Accurate bracket placement using a computer-aided design and computer-aided manufacturing-guided bonding device: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2020;157(2):269-277.

Waghmare, S; Dharmadhikari, M. A Comparative Study of Accuracy in Bracket Positioning With Modified Height Bracket Positioning Gauge and Boonegauge: In Vivo Study. *Int J Med Sci Public Health* 2019; 2(3):132-141.

Yoo, SH, Choi, SH, Kim, .M, Lee, KJ, Kim, YJ, Yu, JH, Cha, JY. Precisão da bandeja de transferência de braquetes impressa em 3 dimensões usando um sistema de colagem indireta em consultório. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2022;162(1):93-102.

Tabela 1- Teste de normalidade de Anderson-Darling para os grupos de instrumentos.

Variável (Grupos)	N	Média	p-valor
PT1	120	3.7315	<0.005**
PL1	120	4.1644	0.763
PT2	120	4.0108	0.054
PL2	120	4.0615	0.335
PT3	120	4.0566	<0.005**
PL3	120	4.1717	0.928

\*\*Não mostraram evidências de seguirem uma distribuição normal.

Tabela 2 – Valores das medidas verticais dos bráquetes nos grupos de participantes e instrumentos, e a comparação com o valor de referência de 4.0 mm

Variável (Grupos)	N	Média	DP	Variância	p-valor
PT1	120	3.7315	0.4147	0.1720	0.000 <sup>a*</sup>
PL1	120	4.1644	0.6820	0.4651	0.009 <sup>b*</sup>
PT2	120	4.0108	0.3339	0.1115	0.723 <sup>b</sup>
PL2	120	4.0615	0.4928	0.2428	0.174 <sup>b</sup>
PT3	120	4.0566	0.3812	0.1453	0.128 <sup>a</sup>
PL3	120	4.1717	0.4130	0.1706	0.000 <sup>b*</sup>

Legenda: a-Teste de Wilcoxon pareado; b- teste *t de Student*.pareado; \*- Diferença estatisticamente significativa.

Tabela 3 – Variável referente ao instrumento (PT e PL) e ao grupo de dentes (incisivos, caninos e pré-molares), média, desvio padrão (DP), mínimo, mediana, máximo e p-valor. Aplicação do teste de Wilcoxon

*e t de Student*

<b>Variável</b>								
<b>(Grupos)</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Variância</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>	<b>p-valor</b>
Inc-PT	144	3.9492	0.3538	0.1251	3.0280	3.9490	5.1310	0.182 <sup>a</sup>
Can-PT	72	4.0721	0.3726	0.1388	3.1840	4.0905	5.0630	0.099 <sup>a</sup>
PM-PT	144	3.8472	0.4442	0.1973	2.6490	3.8755	5.3500	0.000 <sup>a*</sup>
Inc-PL	144	4.0269	0.5127	0.2628	2.4750	4.0570	5.0740	0.154 <sup>a</sup>
Can-PL	72	4.2609	0.6200	0.3844	2.4920	4.2360	5.7780	0.000 <sup>a*</sup>
PM-PL	144	4.1740	0.5122	0.2623	2.9710	4.1675	5.5450	0.000 <sup>b*</sup>

Legenda: a-Teste de *Wilcoxon*; b- teste *t de Student*.

\*- Diferença significativa para a medida padrão de 4.0 mm

Tabela 4 – Variáveis referentes aos grupos de dentes, média, variância e *p-valor*. Aplicação do teste de *Wilcoxon* pareado

<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>	<b>p-valor</b>
Incisivos	3.9881	0.1949	0.836
Caninos	4.1665	0.2688	0.000*
Pré-molares	4.0106	0.2558	0.963

\*diferença estatisticamente significativa

Tabela 5 – Teste de Levene para igualdade das variâncias nos grupos de instrumentos

Variável (Grupos)	N	Média	DP	p-valor
PT1	120	3,7315	0,4147	<b>0,000**</b>
PL1	120	4,1644	0,6820	<b>0,000**</b>
PT2	120	4,0108	0,3339	<b>0,000**</b>
PL2	120	4,0615	0,4928	<b>0,000**</b>
PT3	120	4,0566	0,3812	0,383
PL3	120	4,1717	0,4130	0,383

\*\* - Diferença estatisticamente significativa.

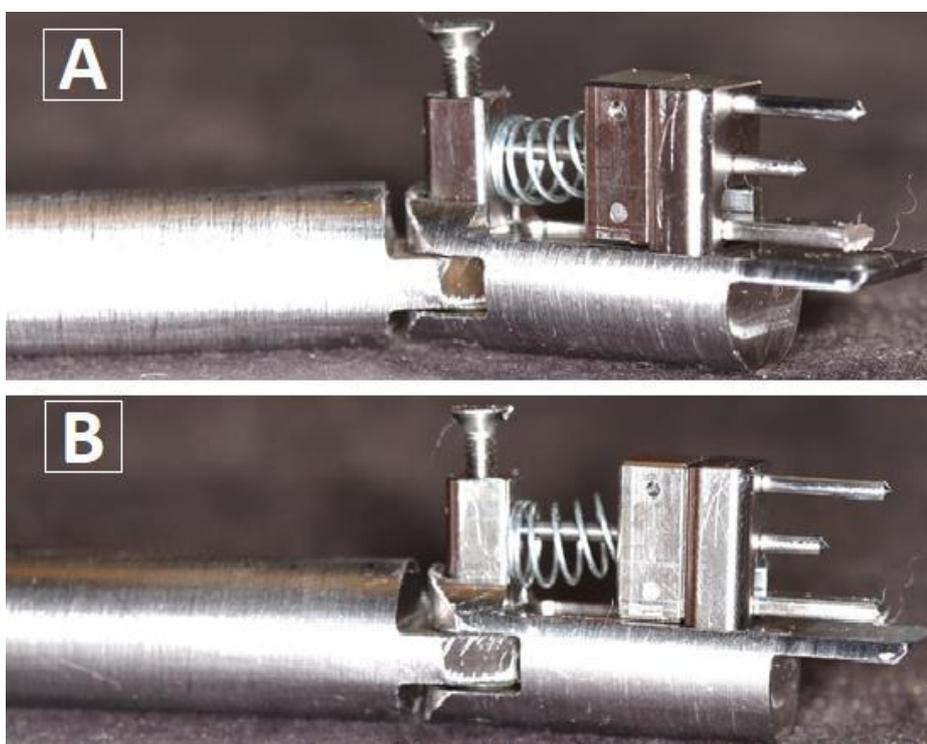


Fig1

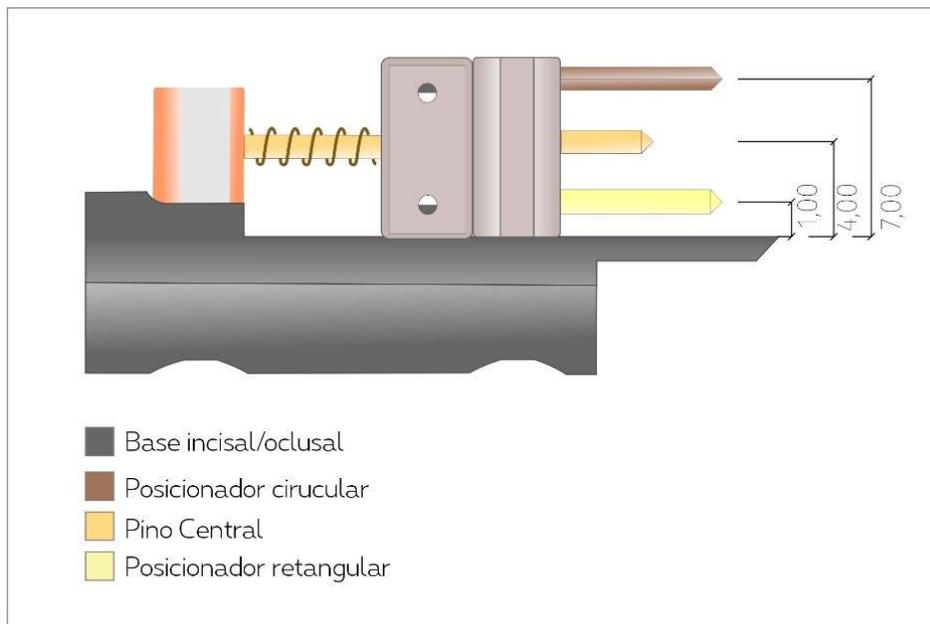


Fig 2

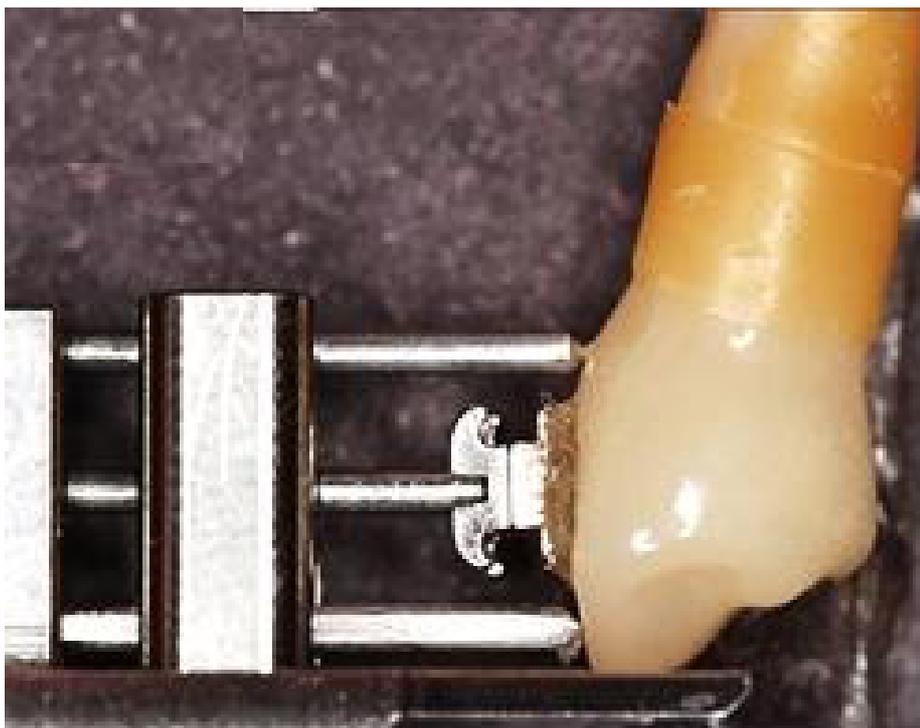


Fig 3

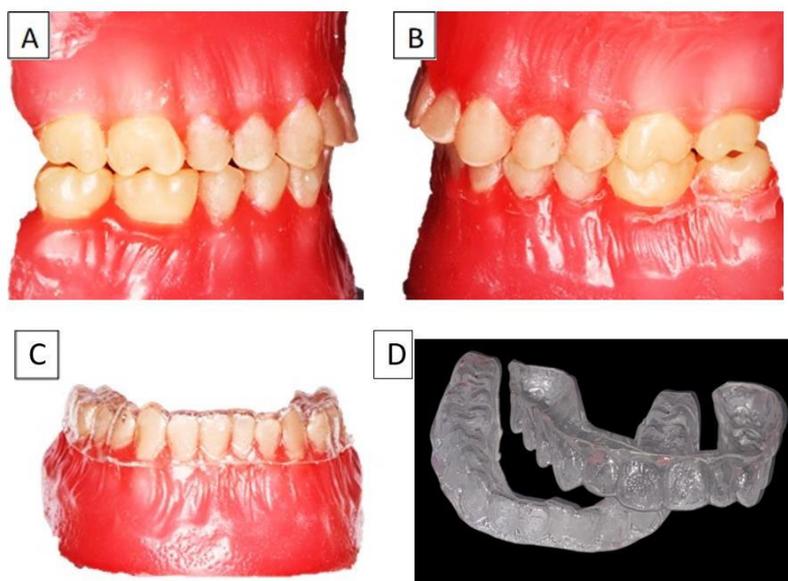


Fig. 4

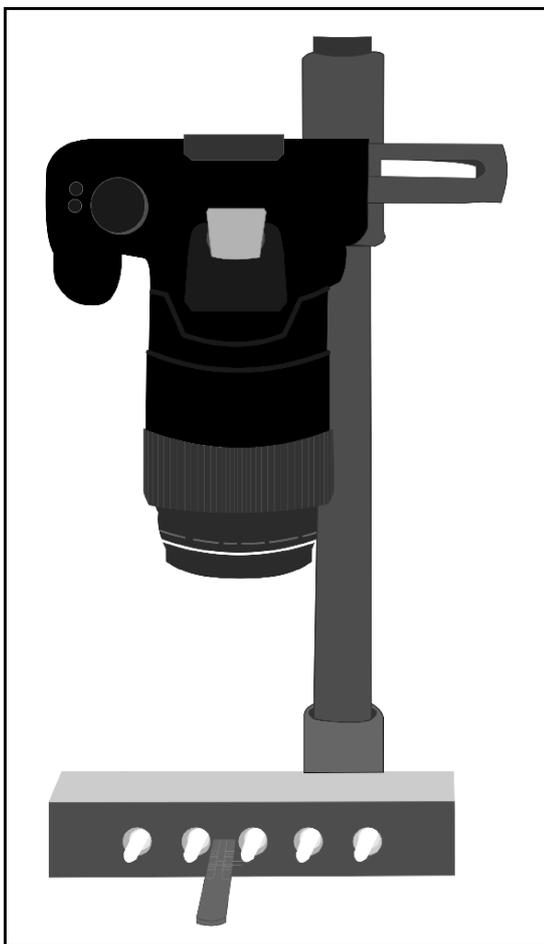


Fig 5

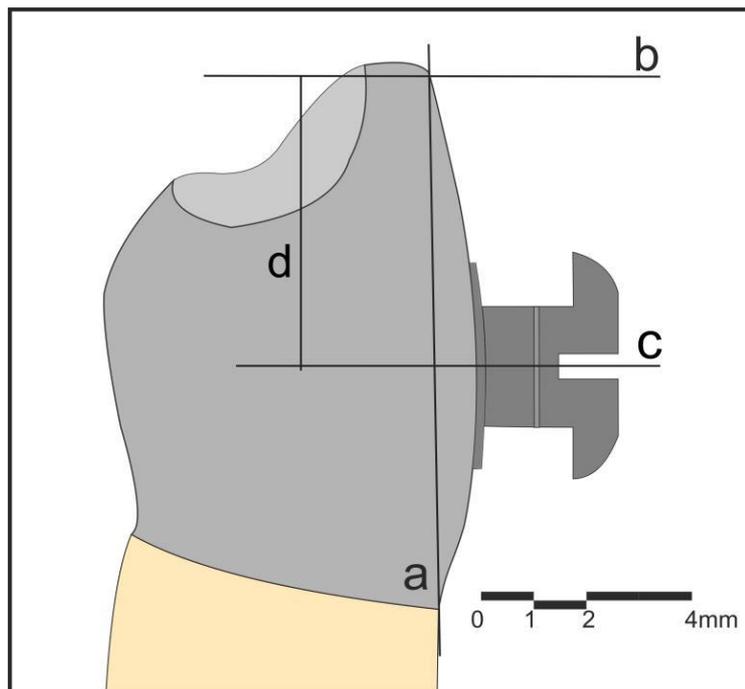


Fig 6

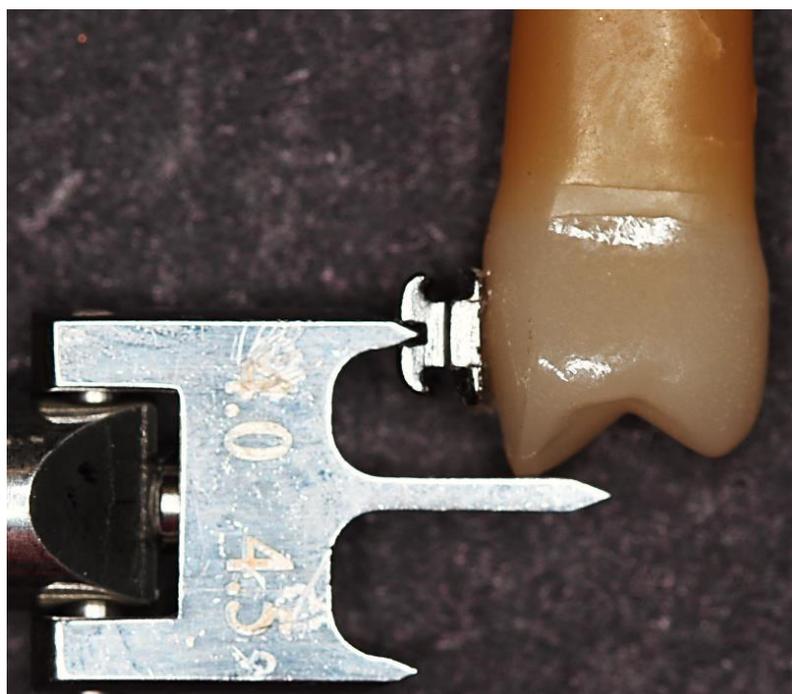


Fig 7

## FIGURE CAPTIONS

Figura 1- Instrumento protótipo em aço inoxidável, configuração cilíndrica, extremidade giratória. Apresenta duas extensões para apoio na superfície vestibular do dente: uma para apoio na superfície incisal/oclusal e outra para o centro do bráquete.

Figura 2- Distâncias entre a base central, o pino central, a barra posicionadora retangular e a barra posicionadora circular.

Figura 3- Instrumento em ação ao ser pressionado pelo avaliador para realizar a medição da altura.

Figura 4- Manequim *Typodont* com maloclusão de Classe I em vista lateral direita (A) e em vista lateral esquerda (B). Moldeiras de acetato utilizadas para fixar os dentes na cera na mesma posição para todas as colagens. C) Moldeira inferior acoplada ao *Typodont*. D) Moldeiras superior e inferior.

Figura 5- Desenho esquemático do estabilizador adaptado a um suporte de câmera, juntamente com o dispositivo de estabilização para os elementos dentais.

Figura 6- Esquema das medições feitas no computador. a) plano vestibular; b) linha tangente à ponta da cúspide vestibular e perpendicular a *a*; c) linha tangente à superfície mais incisal das aletas dos bráquetes e perpendicular a *a*; d) linha tangente à superfície mais cervical das aletas dos bráquetes e perpendicular a *a*; e) linha equidistante às linhas *c* e *d*, sendo então o centro geométrico do *slot* do bráquete; f) distância entre as linhas *e* e *b*.

Figura 7- Posição do *pole-like* para medição de altura