



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**MATEUS RODRIGUES TONETTO**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO, ÍNDICE DE REMANESCENTE ADESIVO E  
AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE ESMALTE SOBRE A BASE DE BRAQUETES  
APÓS DESCOLAGEM: ESTUDO IN VITRO**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas - Área de Concentração em Dentística Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP - como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara  
2014

MATEUS RODRIGUES TONETTO

RESISTÊNCIA DE UNIÃO, ÍNDICE DE REMANESCENTE ADESIVO  
E AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE ESMALTE SOBRE A BASE  
DE BRAQUETES APÓS DESCOLAGEM: ESTUDO IN VITRO

Tese para obtenção do grau de Doutor

Comissão julgadora

Presidente e orientador Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

2º Examinador Profa. Dra. Karina Eiras Dela Coleta Pizzol

3º Examinador Profa. Dra. Flávia Magnani Bevilacqua

4º Examinador Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas

5º Examinador Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Araraquara, 31 de Janeiro de 2014

## **DADOS CURRICULARES**

**Nascimento:** 04/02/1988 – Junqueirópolis-SP

**Filiação:** Sebastião Aparecido Tonetto

Sônia Magoga Rodrigues Tonetto

**2006 – 2009:** Curso de Graduação em Odontologia no Centro Universitário de Araraquara.

**2010 – 2012:** Mestrado em Ciências Odontológicas, área de concentração em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista - UNESP.

**2012 – 2014:** Doutorado em Ciências Odontológicas, área de concentração em Dentística Restauradora – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista - UNESP.

**2013 – Atual:** Professor do programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas Integrada, Universidade de Cuiabá-UNIC-MT.

À **Deus** por não ter me  
abandonado nos momentos mais  
difíceis dessa caminhada,  
sempre me iluminando e guiando  
em todas minhas decisões.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais

**Sebastião e Sônia**, pelo exemplo de vida, amor, carinho, dedicação, por estarem presente em cada etapa de minha vida e por ensinarem os verdadeiros valores da vida. Que nossa família permaneça sempre unida.

Ao meu irmão

**José Antônio**, pelo carinho, apoio e incentivo. Que esta união sempre permaneça. E a minha cunhada Daniele que também esteve sempre presente durante esta etapa.

À minha namorada

**Daiane**, pelo carinho, pelo apoio, companheirismo e compreensão durante os momentos mais difíceis dando-me o suporte necessário para seguir em frente.

**Amo muito vocês!!!**

A Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista – UNESP, representada pela **Prof. Dra. Andréa Affonso B. Montandon** (Diretora) e **Elaine Maria S. Massucato** (Vice-diretora).

Ao Programa de Ciências Odontológicas, Faculdade de Odontologia de Araraquara, representado por **Osmir Batista de Oliveira Junior** (coordenador).

Ao meu orientador Professor Doutor **Marcelo Ferrarezi de Andrade**, pelo voto de confiança, pelas oportunidades proporcionadas, pela motivação e colaboração com todo este trabalho e fazer parte do meu crescimento e acima de tudo pelo carinho e amizade.

Ao Professor Doutor **Edson Alves de Campos**, pela amizade, pelos ensinamentos, pela sábia orientação e fundamental apoio para realização deste trabalho, sempre disposto a ajudar, além de fazer parte da banca examinadora.

A professora Doutora **Andréa Abi Rached Dantas**, pela amizade e respeito, desde a graduação, e por ter aceito o convite de participar da banca examinadora disposta a ajudar-me na finalização desta etapa.

Ao Professor Doutor **José Roberto Cury Saad**, pela cordialidade, amizade, apoio e respeito.

Ao Professor Doutor **Osmir Batista de Oliveira Junior**, por todo empenho, amizade e apoio desde o ingresso no programa

A professora Doutora **Alessandra Nara Rastelli**, que desde o início incentivou a dedicar pela pós-graduação.

Ao Professor Doutor **Sizenando de Toledo Porto Neto**, pelo acolhimento e respeito.

Aos professores do curso de odontologia do Centro Universitário de Araraquara – Uniara, representado pelo **Prof. Dr. Wellington Dinelli** (coordenador do curso), onde tudo começou.

A professora Doutora **Karina Eiras Dela Coleta Pizzol**, que além de ter feito parte do meu aprendizado durante a graduação, pôde engrandecer este trabalho participando da banca examinadora.

A professora Doutora **Flávia Magnani Bevilacqua**, por ter aceito o convite de participar da banca examinadora e pela essencial contribuição na finalização desta etapa.

Ao grande amigo Professor **Dr. Matheus Coelho Bandéca**, pelo desprendimento de compartilhar seus conhecimentos e experiência, pela valiosa contribuição desde a fase inicial até a fase final deste trabalho. Sou imensamente grato ao seu apoio.

Aos amigos Dr. **Rafael Calixto** e Dr. **William Kabbach**, pela contribuição na minha formação profissional amizade e exemplo de profissionalismo.

Aos meus grandes parceiros do departamento de periodontia e implantodontia, **Fausto, Luiz Guilherme, Rubinho, João,**

**Mário, Rafael, Vinícius, Cássio, Lélis, Eltinho, Guilherme, João Paulo, Cláudio, Jônatas**, pela amizade, convivência e troca de experiência nesta constante busca por conhecimento.

Aos companheiros da pós-graduação, **Thiago, Carol, Flávia, Leopoldina, Cláudia, Cristina, Kamila, Renata, Héliida, Keren, Kelly, Mariana, Marina, Camila, Fabrício, Máyra, Janaina, Fernanda, Vanessa, Adriana**, pela troca de experiência, pela amizade e contribuição durante esta caminhada

Aos funcionários da disciplina dentística, **Dona Cida, Creuza, Vanderlei, Priscila, Alessandra, Marinho, Ariovaldo**, por estarem sempre presente em nossas caminhadas, pelo respeito e amizade.

Aos amigos **Dr. Jorge Salun e Cláudio Tita**, pela amizade e por continuarem sempre incentivando.

As bibliotecárias **Ceres, Marley e Ana Cristina** pela boa vontade e auxílio constante na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Pós-Graduação, **Mara, Cristiano e Alexandre** pela boa vontade e presteza apresentada.

Ao Prof. Dr. **Álvaro Henrique Borges**, pelo voto de confiança depositado em mim para próxima etapa que se inicia.

A empresa **3M ESPE**, em especial a **Mara**, por apoiarem e disponibilizarem materiais para realização dessa pesquisa.

Ao órgão **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram no desenvolvimento desse trabalho. MUITO OBRIGADO!!!

“O sucesso nasce do querer, da  
determinação e persistência em se chegar a  
um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo,  
quem busca e vence obstáculos, no mínimo  
fará coisas admiráveis”.

*José de Alencar*

Tonetto MR. Resistência de união, índice de remanescente adesivo e avaliação da presença de esmalte sobre a base de braquetes após descolagem: estudo in vitro [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

## RESUMO

Este estudo in vitro avaliou a resistência de união e índice de remanescente adesivo (IRA) de um braquete modificado colado com cimento resinoso auto-adesivo, e verificou a presença de substrato de esmalte na base do braquete após a descolagem. Foram selecionados noventa dentes bovinos e distribuídos aleatoriamente (n=15) de acordo com os grupos: G1 – Braquetes metálicos colados com Transbond™ XT; G2 – Braquetes metálicos do sistema APC colados sem procedimento adesivo adicional; G3 - Braquetes metálicos do sistema APC colados com sistema adesivo auto-condicionante; G4 - Braquetes metálicos colados com RelyX U200; G5 – Braquetes modificados (alteração na base do braquete Victory™) colados com Transbond™ XT; G6 - Braquetes modificados colados com RelyX U200. Foi realizado ensaio de resistência ao cisalhamento dos braquetes e após a remoção dos mesmos, o IRA foi observado em lupa estereoscópica (30x) (Carl Zeiss, Brasil) e as bases dos braquetes foram verificadas quanto a presença de resíduos de esmalte dental (Ca) por meio de EDS. Os resultados mostraram que o maior valor médio de resistência ao cisalhamento foi encontrado no grupo 1 (14,33 MPa) e o menor valor médio de resistência ao cisalhamento foi no grupo 4 (2,36 MPa). O IRA foi avaliado e os grupos que utilizaram o ácido fosfórico ou primer auto-condicionante (grupos 1, 2, 3 e 5) apresentaram adesivo parcialmente e totalmente aderido ao dente. Quanto ao remanescente adesivo na base do braquete, o EDS identificou substratos de esmalte nos grupos 1 e 3 enquanto nos outros grupos verificou-se apenas remanescente adesivo sobre a base do braquete. Os resultados mostraram que os valores médio de resistência ao cisalhamento encontrados nos grupos de base modificada foram suficientes para suportar o tratamento ortodôntico. Após análise por EDS, concluiu-se que os braquetes modificados mostraram-se livres de fragmentos de esmalte, o que sugere a possível utilização no futuro.

**Palavras-chave:** Braquetes ortodônticos. Cimentos dentários. Resistência ao cisalhamento.

Tonetto MR. In vitro study of an experimental bracket: bond strength, adhesive remnant index and evaluation of the presence of enamel on the base after takeoff [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

## **ABSTRACT**

This study evaluated the bond strength of an experimental bracket bonded with self-adhesive resin cement, assessed the presence of enamel substrate on the bracket base after debonding and reviewed the possible methods to remove the remnant of enamel surface. Ninety bovine teeth were selected; the roots were sectioned and embedded in acrylic resin. The teeth were randomly assigned (n=15) according to the groups: G1 - metal brackets (Victory™) bonded with total etch adhesive system (Transbond™ XT), G2 - metal brackets APC (APC Plus System) without additional adhesive procedure; G3 - metal brackets APC (APC Plus system) bonded with self-etching adhesive system; G4 - metal brackets (Victory™) bonded with self-adhesive resin cement (RelyX U100); G5 - experimental brackets (modified on the Victory™ bracket basis) bonded with total etch adhesive system (Transbond™ XT); G6 - experimental brackets (modified on the Victory™ bracket basis) bonded with self-adhesive resin cement (RelyX U100) . Shear strength test of brackets was performed and after removal of the brackets, the adhesive remnant index (ARI) was observed in a stereomicroscope (30x) (Carl Zeiss, Brazil) and the bases of brackets were checked for the presence of enamel residues (Ca) by EDS . The results showed that the highest average value of shear strength was found in group 1 (14.33 MPa) and lower mean shear strength was in group 4 (2.36 MPa). Of the remaining adhesive on the bracket base EDS identified enamel substrates in groups 1 and 3, while the other groups there was only remaining adhesive on the bracket base. Therefore the experimental brackets are possible to be used in the future for orthodontics for showing lower risk of damage to the enamel.

**Keywords:** Orthodontic Brackets. Dental Cements. Shear Strength.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABREVIATURA / SIGLA	SIGNIFICADO
ARI	Adhesive Remnant Index
CP	Corpo de Prova
GPa	GigaPascal
EDS	Espectrometria dispersiva de feixes de raios-x
IRA	Índice de Remanescente Adesivo
MPa	MegaPascal
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
N/mm <sup>2</sup>	Newton por milímetro quadrado
<i>p</i>	Intervalo de Confiança
PVC	Poli Vinil Cloreto Rígido
°C	Grau Celsius
%	Por cento
x	Vezes
+	Desvio Padrão
SBS	Shear Bond Strength
<sup>TM</sup>	Trade Mark

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	20
2.1	OBJETIVO GERAL.....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1</b> Resistência de união e índice de remanescente adesivo de braquetes modificados colado com cimento resinoso auto-adesivo.....	21
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2</b> Índice de esmalte remanescente sobre a base de braquetes modificados após a descolagem da superfície: análise qualitativa por meio da espectrometria dispersiva de feixes de raios-x – eds.....	38
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO 3</b> Métodos para remoção de remanescente resinoso após descolagem de braquetes ortodônticos. Revisão da literatura.....	56
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	66
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68
	<b>APÊNDICE</b> .....	72

## 1 INTRODUÇÃO

A ortodontia é uma especialidade da odontologia responsável por supervisionar, guiar e corrigir o crescimento/maturação das estruturas dentofaciais (Brook, Shaw<sup>4</sup>, 1989).

A colagem dos braquetes representou um dos avanços mais significativos na montagem de aparelhos ortodônticos (Correr et al.<sup>11</sup>, 2002). O desenvolvimento de novas técnicas para colagem de braquetes ocasionou mudanças significativas na clínica ortodôntica, representando simplificação de técnica e economia de tempo (Graber et al.<sup>19</sup>, 2005). Esse procedimento apresenta vantagens em relação à bandagem convencional como maior estética, menor desconforto, posicionamento mais preciso, maior simplicidade e rapidez, e facilidade na higienização (Graber et al.<sup>19</sup>, 2005).

Essas técnicas envolvem diretamente o uso de materiais que promovem união química, como os cimentos de ionômero de vidro, ou adesiva, como sistemas adesivos, resinas compostas, ou a associação dos dois, por meio do uso dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Mandall et al.<sup>24</sup>, 2002).

Dentro da odontologia adesiva, os cimentos resinosos são amplamente utilizados para cimentações de núcleos e peças protéticas na estrutura dental (Haddad et al.<sup>21</sup>, 2011). Dentre elas, o cimento resinoso auto-adesivo tem sido uma boa opção por promover uma menor sensibilidade pós-operatória e simplificação de técnica. Além disso, possibilita menor erro de técnica e redução do tempo de trabalho (Ferracane et al.<sup>17</sup>, 2011).

O cimento resinoso auto-adesivo, como exemplo o RelyX Unicem/U100, consiste em monômeros modificados em ácidos fosfóricos metacrilatos (Rodovic et

al.<sup>26</sup>, 2008). Estes monômeros formam altas ligações cruzadas na matriz do cimento durante o processo de polimerização. Considerando que o grupo de ácido fosfórico contribuem para a auto-adesão, as ligações duplas de carbono provocam uma alta reatividade do monômeros metacrilato uns com os outros. Assim, o cimento apresenta um grau elevado de partículas de monômeros inter-relacionados. Desta forma boas propriedades mecânicas desse cimento com ausência do tratamento prévio do substrato dental podem ser alcançadas. Além disso, um grau elevado de ligações é um requisito essencial para a estabilidade a longo prazo do cimento (Ferracane et al.<sup>17</sup>, 2011).

Existem poucos estudos na literatura sobre os cimentos resinosos auto-adesivos utilizados para colagem de braquetes. Al-Saleh e El-Mowafy<sup>2</sup> (2010) avaliaram dois braquetes, sendo um metálico e outro cerâmico, e concluíram que os cerâmicos apresentaram os mesmos valores de cisalhamento quando colados com cimentos resinosos com sistema adesivo auto-condicionante após 3000 termociclagens.

Dursun et al.<sup>14</sup> (2010) avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois cimentos resinosos (cimento resinoso hidrofóbico e cimento resinoso auto-adesivo) na colagem de braquetes em esmalte seco e úmido. Os resultados mostraram que os dois cimentos não tiveram diferença estatística e os melhores valores foram para esmalte seco.

Bishara et al.<sup>5,6</sup> (2006) realizaram dois estudos de resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso auto-adesivo comparado ao sistema *Transbond* e um sistema adesivo auto-condicionante na união ao esmalte. Os resultados mostraram que o cimento resinoso auto-adesivo apresentou menores valores de adesão.

Os artigos utilizaram o índice ARI (*Adhesive Remnant Index*) para avaliar o tipo de falha ocorrida após o teste de cisalhamento. Entretanto, existem controversas quanto aos tipos de falhas, sendo ocorridas falhas na união entre a malha dos braquetes e do cimento, e entre o cimento e a estrutura dental (Al-Saleh, El-Mowafy<sup>2</sup>, 2010; Bishara et al.<sup>5,6</sup>, 2006; Dursun et al.<sup>14</sup>, 2010).

Adesivos permanecidos na estrutura dental provenientes de falhas ocorridas na interface braquete/material adesivo devem ser removidos posteriormente por materiais abrasivos que, eventualmente podem desgastar desnecessariamente a estrutura dental, além de necessitar um maior tempo de trabalho (Bishara et al.<sup>7</sup>, 1998, Bishara et al.<sup>8</sup>, 2000).

Sistemas simplificados estão sendo amplamente utilizados na Odontologia adesiva devido aos benefícios relatados anteriormente. A indústria e os pesquisadores são unânimes na busca por técnicas e materiais que possam simplificar a utilização pelos profissionais.

Essas simplificações ocorrem paralelamente na Ortodontia, onde podemos citar o sistema APC ou *pre-coated*. Esse sistema contém compósito incorporado à base do braquete, conhecidos como APC I, II e Plus (3M Unitek, Monrovia, USA). O compósito presente na base é semelhante ao *Transbond* (3M Unitek, Monrovia, USA), porém com pequenas alterações de proporção dos componentes e deve ser fotoativado no momento da sua utilização. Além disso, fazem uso de um sistema adesivo auto-condicionante (*Transbond Plus Self-etching Primer*, 3M Unitek, Monrovia, USA) (Hirani, Sherriff<sup>22</sup>, 2006).

A união entre braquete e estrutura dental deve ser entre 5,9 até 15 MPa (Al Maaitah et al.<sup>1</sup>, 2011; Arthun, Arman<sup>3</sup>, 2007). Esses valores seriam suficientes para promover a movimentação ortodôntica sem ocorrer ruptura precoce (Arthun, Arman<sup>3</sup>, 2007). Estudos mostram que esses sistemas apresentaram valores de união entre 8 a 15 MPa (Al Maaitah et al.<sup>1</sup>, 2011; Rego, Romano<sup>27</sup>, 2007; Vicente, Bravo<sup>29</sup>, 2007; Vicente, Bravo<sup>30</sup>, 2006). Os cimentos resinosos auto-adesivos apresentaram valores entre 3 a 8 MPa (Al-Saleh, El-Mowafy<sup>2</sup>, 2010; Bishara et al.<sup>6</sup>, 2006). Estas diferenças ocorrem devido a diferentes metodologias empregadas para avaliações de resistência de união. Entretanto, é importante que esta adesão permita uma união necessária para a movimentação ortodôntica sem que ocorra a ruptura precoce do braquete. Por outro lado, materiais adesivos que permitem uma união excessiva do braquete à estrutura dental poderão ocasionar dificuldades durante a remoção desses braquetes, ou provocar trincas e/ou fraturas de esmalte (Campbell<sup>6</sup>, 2006, Eminkahyagil<sup>15</sup>, 2006).

O cimento resinoso auto-adesivo rompe precocemente, provavelmente, pelo fato de existir uma espessura demasiada entre a malha da base do braquete e a estrutura dental, o que não contribui para a união do mesmo. Essa suposição poderia ser explicada baseado em estudos de resistência de união entre pinos intrarradiculares (Faria et al.<sup>22</sup>, 2009; Chieffi et al.<sup>23</sup>, 2009; D'Arcangelo et al.<sup>24</sup>, 2007; Grandini et al.<sup>25</sup>, 2005). O espaço entre o pino e a dentina radicular deve ser menor que 0,3 mm de espessura, melhorando o embricamento mecânico do cimento e o aumento da pressão suprime a formação de bolhas e absorção de água (Faria et al.<sup>16</sup>, 2009; Chieffi et al.<sup>10</sup>, 2009; D'Arcangelo et al.<sup>13</sup>, 2007; Grandini et al.<sup>20</sup>, 2005). Portanto, esses cimentos resinosos utilizados para cimentação de braquetes não

tiveram resultados satisfatórios e uma mudança na base dos braquetes seria necessária para melhorar os resultados encontrados por esses cimentos.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo geral foi avaliar as propriedades adesivas de um braquete modificado colado com cimento resinoso auto-adesivo.

### 2.2 Objetivos específicos

Avaliar se o braquete modificado colado com cimento resinoso auto-adesivo não apresenta diferença significativa de resistência ao cisalhamento em comparação ao braquete do sistema APC;

Avaliar se o sistema adesivo com condicionamento total e resina composta apresenta diferença significativa de resistência ao cisalhamento em comparação ao cimento resinoso auto-adesivo;

Avaliar se há resíduos de esmalte dental nas bases dos braquetes descolados;

Revisar os diferentes métodos para remoção do material remanescente após a descolagem dos braquetes ortodônticos.

### 3 CAPÍTULO 1

#### **Resistência de união e índice de remanescente adesivo de braquetes modificados colado com cimento resinoso auto-adesivo. \***

#### RESUMO

Este trabalho avaliou a resistência de união ao cisalhamento e índice de remanescente do adesivo (IRA) de braquetes modificados colado com cimento resinoso auto-adesivo e se o sistema adesivo com condicionamento total e resina composta apresenta diferença em relação ao cimento. Foram selecionados noventa dentes bovinos e distribuídos aleatoriamente (n=15) de acordo com os grupos: G1 – Braquetes metálicos colados com Transbond™ XT; G2 – Braquetes metálicos do sistema APC colados sem procedimento adesivo adicional; G3 - Braquetes metálicos do sistema APC colados com sistema adesivo auto-condicionante; G4 - Braquetes metálicos colados com RelyX U200; G5 – Braquetes modificados (alteração na base do braquete Victory™) colados com Transbond™ XT; G6 - Braquetes modificados colados com RelyX U200. Foi realizado ensaio de resistência ao cisalhamento dos braquetes e após a remoção dos mesmos, o IRA foi observado em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Brasil) com aumento de 30 vezes. Os resultados mostraram que o maior valor médio de resistência ao cisalhamento foi encontrado no grupo 1 (14,33 MPa) e o menor valor médio de resistência ao cisalhamento foi no grupo 4 (2,36 MPa). O IRA foi avaliado e os grupos que utilizaram o ácido fosfórico ou primer auto-condicionante (G 1, 2, 3 e 5) apresentaram adesivo parcialmente e totalmente aderido ao dente. Portanto, os valores médios de resistência ao cisalhamento encontrados nos grupos com as bases dos braquetes modificadas foram superiores em relação aos mesmos braquetes sem a modificação. Quanto ao IRA, concluiu-se que nos braquetes modificados, maior quantidade de remanescente fica aderido à base do braquete, minimizando riscos de danos ao esmalte dentário, já que este necessitará de mínimo acabamento. Estes resultados sugerem que os braquetes modificados são interessantes opções de serem utilizadas no futuro pela ortodontia.

**Palavras Chave:** Braquetes ortodônticos; Cimentos dentários; Resistência ao cisalhamento.

\* Artigo a ser submetido para revista The Angle Orthodontist.

## INTRODUÇÃO

A colagem dos braquetes representou um dos avanços mais significativos na montagem de aparelhos ortodônticos<sup>1</sup>. O desenvolvimento de novas técnicas para colagem de braquetes ocasionou mudanças significativas na clínica ortodôntica, representando simplificação de técnica e economia de tempo<sup>2</sup>. Esse procedimento apresenta vantagens em relação à bandagem convencional como maior estética, menor desconforto, posicionamento mais preciso, maior simplicidade e rapidez, e facilidade na higienização<sup>2</sup>.

Embora a colagem apresente vários benefícios tanto para o paciente quanto para o cirurgião dentista, o procedimento adesivo é uma técnica sensível. As resinas tornaram-se o material mais utilizado pelos ortodontistas para colagem de braquetes, pois apresenta adesão comprovada por alguns estudos<sup>3,4</sup>.

Na composição das resinas compostas encontra-se diferenças no tipo de carga, quantidade de carga e peso molecular, levando a diferentes comportamentos mecânicos. A principal diferença das resinas compostas tradicionais em relação às ortodônticas pode ser a quantidade de carga. Resinas ortodônticas apresentam menor quantidade de carga para maior escoamento do material possibilitando o preenchimento da malha do braquete e das porosidades na superfície do esmalte.

Com comportamento semelhante, resinas de baixa viscosidade, do tipo *flow* ou *flowable* apresentam baixo custo, baixo módulo de elasticidade e alta fluidez, possibilitando melhor adaptação nas áreas de ancoragem e região desmineralizada do esmalte<sup>5,6</sup>. Em relação à eficácia do uso em colagem de bráquetes, alguns estudos mostram a sua viabilidade clínica<sup>7,8,9</sup>, enquanto outros estudos não

recomendam o uso de resina *flow* para colagem de braquetes ortodônticos por apresentarem resultados inferiores de resistência de união<sup>10,11</sup>. Isto pode ocorrer devido à contração de polimerização que pode levar a uma ruptura da camada adesiva<sup>12</sup>.

Outra opção de material adesivo são os cimentos resinosos utilizados para cimentação de peças protéticas. Este material é capaz de formar uma união com esmalte, dentina, porcelana, metal e compósitos<sup>13</sup>. A fim de diminuir o tempo de trabalho e diminuir o risco de contaminação por umidade, empresas investem em materiais com menor número de passos no procedimento de adesão. Isto levou ao desenvolvimento de iniciadores de auto-condicionamento consistindo em apenas dois componentes. O cimento resinoso auto-adesivo tem sido uma boa opção por promover uma menor sensibilidade pós-operatória e simplificação de técnica. Além disso, possibilita menor erro de técnica e diminuição do tempo de trabalho<sup>14</sup>.

Essas simplificações ocorrem paralelamente na Ortodontia, onde podemos citar o sistema APC ou *pre-coated*. Esse sistema contém compósito incorporado à base do braquete, conhecidos como APC I, II e Plus (3M Unitek, Monrovia, USA). O compósito presente na base é semelhante ao *Transbond* (3M Unitek, Monrovia, USA), porém com pequenas alterações de proporção dos componentes e deve ser fotoativado no momento da sua utilização. Além disso, fazem uso de um sistema adesivo auto-condicionante (*Transbond Plus Self-etching Primer*, 3M Unitek, Monrovia, USA)<sup>15</sup>.

Portanto, este trabalho avalia *in vitro* a resistência de união de braquetes modificados colado com cimento resinoso auto-adesivo no esmalte dental.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Preparação dos espécimes

Noventa dentes bovinos foram selecionados, limpos e armazenados em solução de timol (0,1% volume) até o momento da utilização. As raízes foram seccionadas e os dentes foram incluídos com resina acrílica quimicamente ativada (Vipi Flash, DentalVipi, Pirassununga, Brazil) dentro de cilíndricos de P.V.C. (Tigre, Brazil), com 20 mm de diâmetro interno por 20 mm de altura. A porção vestibular apresentou-se paralela à mesa.

Foi realizada profilaxia com taça de borracha e pedra-pomes sem flúor (S. S. White, Petrópolis, Brazil) e água por 10 segundos, seguida de lavagem e secagem pelo mesmo tempo com seringa tríplice (Gnatus, Ribeirão Preto, Brazil).

Os dentes foram aleatoriamente distribuídos (n=15) de acordo com os grupos descritos na tabela abaixo:

<b>Grupo</b>	<b>Braquete</b>	<b>Procedimento adesivo</b>
<b>G1</b>	Tradicional Metálico*	Sistema adesivo de condicionamento total**
<b>G2</b>	Sistema APC Metálico***	Ausente
<b>G3</b>	Sistema APC Metálico***	Sistema adesivo auto-condicionante****
<b>G4</b>	Tradicional Metálico*	Cimento resinoso auto-adesivo*****
<b>G5</b>	Modificado*****	Sistema adesivo de condicionamento total**
<b>G6</b>	Modificado*****	Cimento resinoso auto-adesivo*****

\*Victory™ series 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*Transbond™ XT, 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*\*Sistema APC Plus, 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*\*\*Transbond™ Plus Self-Etching Primer, 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*\*\*\*RelyX U200, 3M ESPE, Seefeld, Alemanha

\*\*\*\*\*Alteração na base do braquete Victory™ series 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

### Braquete modificado

A modificação na base do bráquete foi realizada a partir dos braquetes tradicionais metálicos (Victory™ series 3M Unitek) no qual sua malha foi alterada. Para isso, resina composta Z 350XT (3M ESPE™) foi acomodada de maneira uniforme sobre a malha da base do braquete. Um único incrementado da resina foi inserido de forma a preencher o espaço existente na malha, tornando-se uma base lisa e uniforme. Essa modificação permite que o cimento resinoso auto-adesivo entre em contato com a base de compósito e o esmalte dental, pois o cimento resinoso auto-adesivo em contato com a malha metálica do braquete mostrou ser ineficiente. Essa modificação no braquete faz-se necessária para possível melhora nos valores de união (Fig. 1).

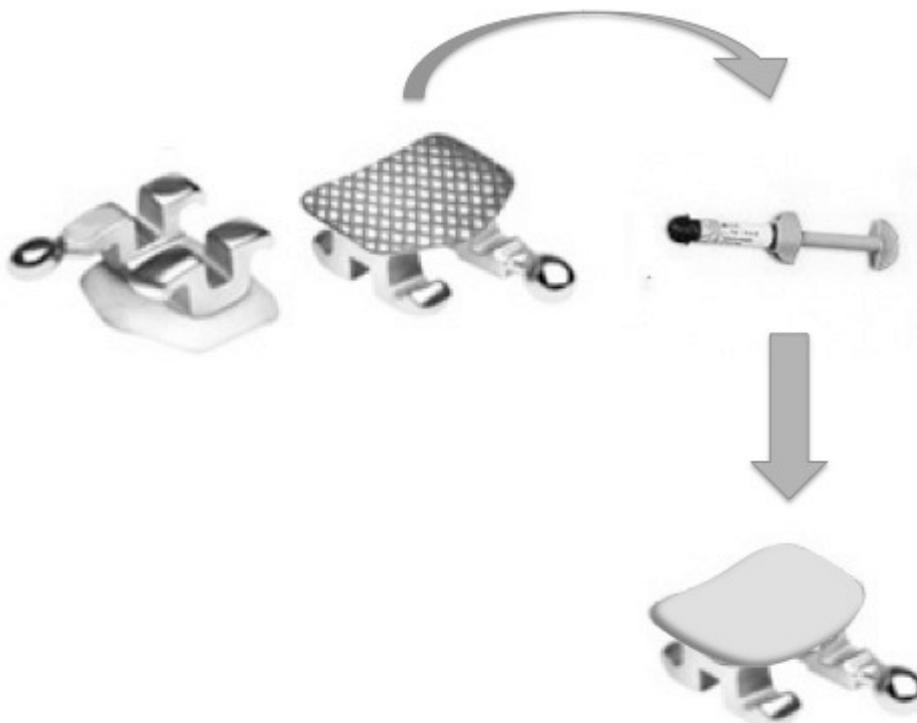


Figura 1 – Modificação do braquete.

## Procedimento adesivo

### **Grupo 01**

O esmalte bovino foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos no centro da superfície vestibular, numa área correspondente ao tamanho da base do braquete, foi lavado e secado pelo mesmo tempo. Em seguida, aplicado o Transbond XT primer e sobre o mesmo um jato de ar seco de dois segundos e posteriormente os braquetes metálicos (Victory™ series 3M Unitek) colados com Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

### **Grupo 02**

Não foi realizado nenhum procedimento adesivo adicional. Os braquetes foram colados com o próprio compósito do sistema APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

### **Grupo 03**

O Transbond™ Plus Self-Etching Primer foi aplicado ativamente durante 5 segundos na superfície vestibular do esmalte, um jato de ar foi aplicado por dois segundos e foi colado o braquete APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

### **Grupo 04**

Nenhum tratamento prévio foi realizado no esmalte. O cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) foi manipulado e aplicado somente sobre a área correspondente à base do acessório e assim foram colados os braquetes metálicos Victory™ (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

### **Grupo 05**

Foi realizado o mesmo procedimento do grupo 01.

### **Grupo 06**

Foi realizado o mesmo procedimento do grupo 04.

### **Colagem dos braquetes**

Para este procedimento foram utilizados braquetes de acordo com cada grupo, para incisivo central superior, foram posicionados na face vestibular do dente com auxílio de pinça de apreensão para colagem (Ortoply, Philadelphia, USA). Todas as colagens foram realizadas pelo mesmo operador. Após o posicionamento do braquete, o mesmo foi pressionado contra o esmalte dental com a finalidade de diminuir a espessura do compósito entre o braquete e o esmalte. O excesso do compósito foi removido respeitando os limites externos da base do braquete e a fotoativação realizou-se por 10 segundos em cada face (mesial, distal, incisal e gengival) com o aparelho de LED (Radii-plus, SDI, Au) com  $1100 \text{ mW/cm}^2$ .

### Teste de retenção (Resistência ao cisalhamento - SBS)

O ensaio de resistência ao cisalhamento dos braquetes foi realizado na máquina universal de ensaios mecânicos (EMIC – DL 2000, Araraquara-SP, Brasil), por único examinador previamente treinado, regulada para uma velocidade de compressão de 0,5 mm/min. O cilindro de resina acrílica contendo o dente foi fixado no mordente inferior da máquina.

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em kgf e transformados em kgf/cm<sup>2</sup>, por meio da seguinte fórmula;

$$E = Kgf A$$

E = Ensaio Mecânico

Kgf = Força necessária para remoção do braquete.

A= área do braquete

Posteriormente, os valores de resistência ao cisalhamento em kgf/cm<sup>2</sup> foram transformados em MPa.

#### Análise do índice de adesivo aderido ao dente após descolagem dos braquetes

Após a remoção dos braquetes, o índice de remanescente do adesivo (IRA) foi observado em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Brasil), por um examinador, com aumento de (30X). A quantidade de material aderido ao esmalte após a descolagem foi avaliada segundo os escores propostos por Artun & Bergland (1984)<sup>16</sup>, como se segue: escore 0- nenhum compósito aderido ao dente; escore 1- menos da metade do compósito aderido ao dente; escore 2- mais da metade do compósito aderido ao dente; e, escore 3- todo o compósito aderido ao dente.

## RESULTADOS

Os resultados do teste de resistência ao cisalhamento estão descritos na tabela 2. Os maiores valores de resistência ao cisalhamento foram encontrados nos grupos 1 e 3 (20,60 e 20,59, respectivamente). O menor valor de resistência foi encontrados no grupo 4 (0,98). O grupo 1 apresentou a maior média com 14,33 MPa e o grupo 4 o menor (2,36). Os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA de um fator, seguido de pós-teste de Tukey ( $p=0,05$ ) (Figura 2).

Tabela 2. Descrição dos valores da média, desvio-padrão, mínimo, máximo e intervalo de confiança de 95% expressos em Mega-Pascal - MPa dos grupos submetidos ao teste de resistência de união ao cisalhamento.

Grupo	Média	D.P	Mínimo	Máximo	95% I. C. (Min;Max)
1	14,33	4,01	8,76	20,60	12,11; 16,56
2	4,78	1,95	2,15	8,64	3,69; 5,86
3	10,46	4,18	4,57	20,59	8,14; 12,78
4	2,36	0,79	0,98	3,45	1,92; 2,80
5	9,99	1,94	7,20	13,41	8,92; 11,08
6	5,33	1,22	3,12	7,53	4,65; 6,01

O teste Tukey demonstrou que os grupos 2 e 4 foram semelhantes estatisticamente com menores valores de resistência ao cisalhamento. O grupo 6 apresentou diferença estatisticamente significativa do grupo 4, com maior média. O

grupo 1 apresentou maior média e diferença estatisticamente significativa de todos os grupos.

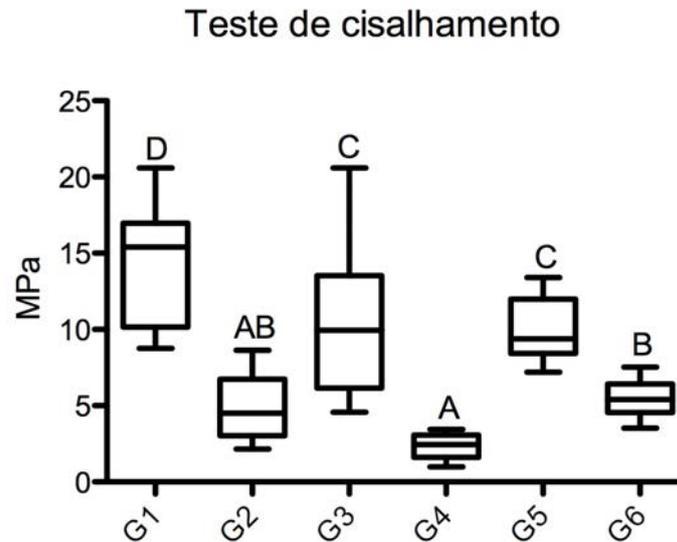


Figura 2. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA um fator) e o pós-teste de Tukey ( $p= 0,05$ ). As letras diferentes demonstram que os grupos apresentaram-se estatisticamente diferentes.

Por meio da análise do índice de remanescente adesivo no esmalte dental, a frequência dos escores foi avaliada e pôde ser visto que os grupos 4 e 6 não apresentaram escores 2 e 3, ou seja, não houve material aderido ao dente. Entretanto, o grupo que utilizou o ácido fosfórico ou primer auto-condicionante (grupos 1, 2, 3 e 5) apresentaram adesivo parcialmente e totalmente aderido ao dente (Tabela 3).

Tabela 3. O índice de remanescente adesivo foi avaliado de acordo com Artun e Bergland (1984) e a frequência do aparecimento dos escores foram analisados em cada grupo.

Grupo	Escore			
	0	1	2	3
1	0	6	7	2
2	2	7	3	3
3	1	5	6	3
4	4	11	0	0
5	1	6	5	3
6	1	14	0	0

Escore 0- nenhuma quantidade de compósito aderido ao dente; escore 1- menos da metade do compósito aderido ao dente; escore 2- mais da metade do compósito aderido ao dente; e, escore 3- todo o compósito aderido ao dente.

## DISCUSSÃO

O cimento resinoso auto-adesivo consiste em monômeros modificados em ácidos fosfóricos metacrilatos que formam altas ligações cruzadas na matriz do cimento durante o processo de polimerização<sup>17</sup>. Considerando que o grupo de ácido fosfórico contribuem para a auto-adesão, as ligações duplas de carbono provocam

uma alta reatividade do monômeros metacrilato uns com os outros. Assim, o cimento apresenta um grau elevado de partículas de monômeros inter-relacionados. Desta forma boas propriedades mecânicas desse cimento com ausência do tratamento prévio do substrato dental pode ser alcançada<sup>17</sup>.

A literatura relata que a maioria do remanescente de cimento após a descolagem fica na interface resina-braquete<sup>18</sup>. Isto ocorre devido à polimerização incompleta do cimento abaixo da base do suporte metálico, pois a luz não é capaz de alcançar o cimento por trás da malha do braquete<sup>19</sup>. Em uma tentativa de melhorar os valores de SBS de braquetes metálicos colados com cimento auto-adesivo, foi desenvolvido um projeto de novo design da base do braquete.

O design inovador da base do braquete metálico consiste em uma fina camada de metacrilato multifuncional derivado de Bis-GMA. Em nosso estudo, este braquete modificado colado com cimento auto-adesivo (G6) apresentou um valor médio de SBS significativamente maior nos braquetes metálicos colados com o mesmo cimento (G4) . No entanto, os valores SBS foram menores do que os braquetes metálicos colados com Transbond XT (G1). Além disso, os SBS de braquetes colados com cimento auto-adesivo foram insuficientes para a colagem de braquetes ortodônticos com sucesso. Os baixos valores encontrados nos suportes modificados pode ser explicado pelo fato que as suas alterações terem sido feitas à mão e alguns detalhes na base dos braquetes poderiam ser melhorados. Por outro lado, os braquetes modificados tiveram melhores resultados do que braquetes de base metálicas colados com cimento auto-adesivo.

Os sistemas adesivos tradicionais utilizados na colagem de braquetes ortodônticos têm contado com a utilização da técnica de condicionamento ácido para

obter melhor retenção<sup>20-22</sup>. Embora os adesivos tradicionais sejam amplamente utilizados, métodos para simplificação dos procedimentos adesivos têm sido relatados na literatura, sendo a maior parte derivado dos cimentos auto-adesivos<sup>21-22</sup>.

Cimentos resinosos auto-adesivos são utilizados para a cimentação de coroas, inlays, onlays e próteses parciais fixas<sup>23-26</sup>. O uso destes materiais simplifica o procedimento de união por redução dos passos de adesão, eliminando a necessidade de condicionamento ácido e adesivo. RelyX Unicem foi o primeiro produto a partir da classe de cimento auto-adesivo a ser introduzido no mercado e é o material mais testado. Ele contém monômeros multifuncionais com grupos de ácido fosfórico que simultaneamente desmineraliza e infiltra monômeros adesivos no esmalte e dentina<sup>24,25</sup>.

Vicente et al.<sup>26</sup> relataram que RelyX Unicem tem SBS inferior a um sistema adesivo convencional após armazenamento das amostras em água durante 24 horas a 37° C. No entanto, a SBS seria clinicamente suficiente para suportar a força de ativação de aparelho. Por outro lado, Bishara et al.<sup>26</sup> e Al-Saleh & El-Mowafy<sup>18</sup> descobriram que a SBS de braquetes metálicos colados com cimento resinoso auto-adesivo foi insuficiente para colagem de braquetes ortodônticos com sucesso.

A magnitude da força de adesão clinicamente necessária para suportar o tratamento ortodôntico sem ocorrência de falha é difícil de ser medida. A literatura relata que forças entre 5,9 e 8 MPa são suficientes para atender à necessidade clínica<sup>28,29</sup>.

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que os valores médios de resistência ao cisalhamento encontrados nos grupos com as bases dos braquetes modificadas foram superiores em relação aos mesmos braquetes sem modificação na base. Quanto ao remanescente adesivo, concluiu-se que nos braquetes modificados, maior quantidade de remanescente fica aderido à base do braquete, minimizando riscos de danos ao esmalte dentário, já que este necessitará de mínimo acabamento. Estes resultados sugerem que os braquetes modificados são interessantes opções de serem utilizadas no futuro pela ortodontia.

## REFERÊNCIAS

1. Correr Sobrinho L, Correr GM, Consani S, Sinhoreti MA, Consani RL. Influence of post-fixation time on shear bond strength of brackets fixed with different materials. *Pesqui Odontol Bras* 2002, 16, 43-49.
2. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig K. *Orthodontics: Current principles & Techniques*. 4 ed.; Mosby: 2005; Vol. 4.
3. Abdelnaby YL, Al-Wakeel Eel S. *Am J Orthod Dento- facial Orthop*. Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems: 2010;138(2):208-14.
4. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-178.

5. Senawongse P, Sattabanasuk V, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J. Bond strengths of current adhesive systems on intact and ground enamel. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(2):107-115.
6. Frankenberger R, Lopes M, Perdigao J, Ambrose WW, Rosa BT. The use of flow- able composites as filled adhesives. *Dent Mater* 2002;18(3):227-238.
7. D'Attilio M, Traini T, Di Iorio D, Varvara G, Festa F, Tecco S. Shear bond strength, bond failure, and scanning electron mi- croscopy analysis of a new flowable com- posite for orthodontic use. *Angle Orthod* 2005;75(3):410-5.
8. Sadowsky PL, Retief DH, Cox PR, Orsini RH, Rape WG, Bradley EL. Effects of etchant concentration and duration on the retention of orthodontic brackets: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Or- thop* 1990;98(5):417-421.
9. Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under metallic and ceramic brackets bonded with orthodontic self- etching primer systems. *Angle Orthod* 2008;78(6):1089-1094.
10. Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J. A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod* 2004;74(2):264-268.
11. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27(1):17-28.
12. Braga RR, Hilton TJ, Ferracane JL. Contraction stress of flowable composite materials and their efficacy as stress-relieving layers. *J Am Dent Assoc* 2003;134(6):721-8.

13. Ireland AJ, Sherriff M. Use of an adhesive resin for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 1994;16(1):27-34.
14. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil* 2011;38: 295-14.
15. Hirani S, Sherriff M. Bonding characteristics of a self-etching primer and precoated brackets: an in vitro study. *Eur J Orthod* 2006;28: 400-4.
16. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85: 333-40.
17. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Selfadhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent* 2008;10: 251-8.
18. Al-Saleh M, El-Mowafy O. Bond strength of orthodontic brackets with new self-adhesive resin cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:528-33.
19. Ramesh Kumar KR, Shanta Sundari KK, Venkatesan A, Chandrasekar S. Depth of resin penetration into enamel with 3 types of enamel conditioning methods: a confocal microscopic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:479-85.
20. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:615-22 e613.
21. Ishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod* 2006;76:123-6.
22. Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic braquetes bonded with different self-etching adhesives. *Am J Orthod*

- Dentofacial Orthop 2009;136:425-30.
23. Faria-e-Silva AL, Pedrosa-Filho CDF, Menezes MDS, Silveira DMD, Martins LRM. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *Journal of Applied Oral Science* 2009;17: 604.
  24. Chieffi N, Chersoni S, Papacchini F, Vano M, Goracci C, Davidson CL, Tay FR, Ferrari M. The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. *Dent Mater* 2007;23: 159-64.
  25. D'Arcangelo C, Cinelli, M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent* 2007;98: 193-8.
  26. Vicente A, Bravo LA. Direct bonding with precoated brackets and self-etching primers. *Am J Dent* 2006; 19: 241-4.
  27. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod* 2006; 76: 123-6.
  28. Reynolds IR. Letter: 'Composite filling materials as adhesives in orthodontics'. *Br Dent J* 1975;138:83.
  29. Damon PL, Bishara SE, Olsen ME, Jakobsen JR. Bond strength following the application of chlorhexidine on etched enamel. *Angle Orthod* 1997;67:169-72.

## 5 CAPÍTULO 2

### **Índice de esmalte remanescente sobre a base de braquetes modificados após a descolagem da superfície: análise qualitativa por meio da espectrometria dispersiva de feixes de raios-x – EDS. \***

#### RESUMO

Este estudo objetivou investigar a presença de esmalte dentário na base do braquete modificado após a descolagem. Foram selecionados noventa dentes bovinos, incluídos com resina acrílica, e os dentes foram aleatoriamente distribuídos (n=15) de acordo com os grupos: G1 – Braquetes tradicionais metálicos (Victory™) colados com sistema adesivo de condicionamento total (Transbond™ XT); G2 – Braquetes APC metálicos (Sistema APC Plus) colados sem procedimento adesivo; G3 - Braquetes APC metálicos (Sistema APC Plus) colados com sistema adesivo auto-condicionante; G4 - Braquetes tradicionais metálicos (Victory™) colados com cimento resinoso auto-adesivo (RelyX U100); G5 – Braquetes modificados (alteração na base do braquete Victory™) colados com sistema adesivo de condicionamento total (Transbond™ XT); G6 - Braquetes modificados (alteração na base do braquete Victory™) colados com cimento resinoso auto-adesivo (RelyX U100). Ao analisar o remanescente adesivo na base dos braquetes, o EDS identificou substratos de esmalte nos grupos 1 e 3 enquanto nos outros grupos verificou-se apenas remanescente adesivo sobre a base do braquete. Portanto, os braquetes com modificação na base mostraram-se livres de fragmentos de esmalte.

**Palavras Chave:** Braquetes ortodônticos; Cimentos dentários; Espectrometria por Raios X.

\* Artigo a ser submetido para revista The Angle Orthodontist.

## INTRODUÇÃO

Após remoção dos braquetes ortodônticos, o esmalte dental deve apresentar-se idealmente íntegro quanto ao substrato e sem remanescente de material adesivo, já que o procedimento para remoção deste pode prejudicar a estrutura de esmalte. O descolamento do braquete leva a diferentes falhas de adesão, na interface esmalte - adesivo ou adesivo – braquete (falha adesiva); falha interna no adesivo (falha coesiva); e combinação de falha adesiva e coesiva (falha mista).

Fatores como técnica de adesão, material utilizado para adesão e tipo de base do braquete podem influenciar no momento da remoção do acessório<sup>1</sup>. O adequado material adesivo deve resistir ao período de tratamento, sem descolagem ou infiltrações marginais e possibilitar a remoção do braquete sem danos ao esmalte e com o mínimo de adesivo remanescente<sup>2,3</sup>. Entre os materiais utilizados na colagem dos aparelhos ortodônticos estão os sistemas adesivos, resinas compostas, cimentos de ionômero de vidro e cimentos resinosos. Apesar de pouco estudado para colagem de braquetes, cimentos resinosos auto-adesivos podem ser uma boa opção pela simplicidade de utilização, menor tempo de trabalho e simplificação de técnica<sup>4</sup>. Quando utilizados em braquetes cerâmicos, tais sistemas auto-condicionantes influenciam positivamente na resistência da adesão e no aspecto final do esmalte após a remoção do aparelho<sup>5,6</sup>. Estes sistemas promovem adequados valores de resistência para finalidade clínica<sup>7</sup>, e no momento da remoção, a falha ocorre na camada de adesivo, o que minimiza riscos de danos ao esmalte<sup>8-10</sup>. Já em braquetes metálicos os valores de adesão são menores<sup>11</sup>, provavelmente pelo cimento resinoso auto-adesivo não possuir boa afinidade com a estrutura metálica, além de existir maior espessura de material entre a malha da

base do braquete e estrutura dental, levando a um prejuízo nos valores de união.

Assim, uma alteração na base dos braquetes metálicos com compósito sugere menor espessura para o cimento resinoso auto-adesivo, melhorando os resultados para estes cimentos, além de ser um material que reduz o risco à estrutura de esmalte e possui adequado valor de união para colagem. Portanto, este estudo objetivou investigar a presença de esmalte dentário na base do braquete experimental após a descolagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 90 dentes bovinos livres de fratura e com superfície vestibular regular. As coroas foram seccionadas e inclusas com resina acrílica quimicamente ativada (Vipi Flash, DentalVipi, Pirassununga, Brasil) em cilindricos de P.V.C. (Tigre, Brasil), com a porção vestibular paralela à bancada de trabalho.

As superfícies de esmalte foram limpas e polidas com taça de borracha e pedra-pomes (S. S. White, Petrópolis, Brasil) com água, e em seguida foram lavadas e secadas com seringa tríplice (Gnatus, Ribeirão Preto, Brasil) durante 10 segundos.

Os dentes foram divididos em 6 grupos (n=15) de acordo com o tipo de braquete e material utilizado para colagem. No grupo 1 (controle), o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos no centro da superfície vestibular, numa área correspondente ao tamanho da base do braquete, foi lavado e secado pelo mesmo tempo. Em seguida, aplicado o Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA) primer e sobre o mesmo um jato de ar seco de dois segundos

e posteriormente os braquetes metálicos Victory™ (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA) foram colados com a resina Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

Nos grupos 2 e 3 foram utilizados os braquetes APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA). Porém no grupo 2 não foi realizado nenhum procedimento adesivo adicional, e os braquetes foram colados com compósito APC Plus, e no grupo 3 foi utilizado o adesivo auto-condicionante Transbond™ Plus Self-Etching Primer (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA), aplicado ativamente por 5 segundos na superfície vestibular do esmalte, um jato de ar aplicado por dois segundos, e seguiu-se pela colagem dos braquetes APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA). Para o grupo 4, foi manipulado o cimento RelyX U100 (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e aplicado sobre a base dos braquetes metálicos Victory™ (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

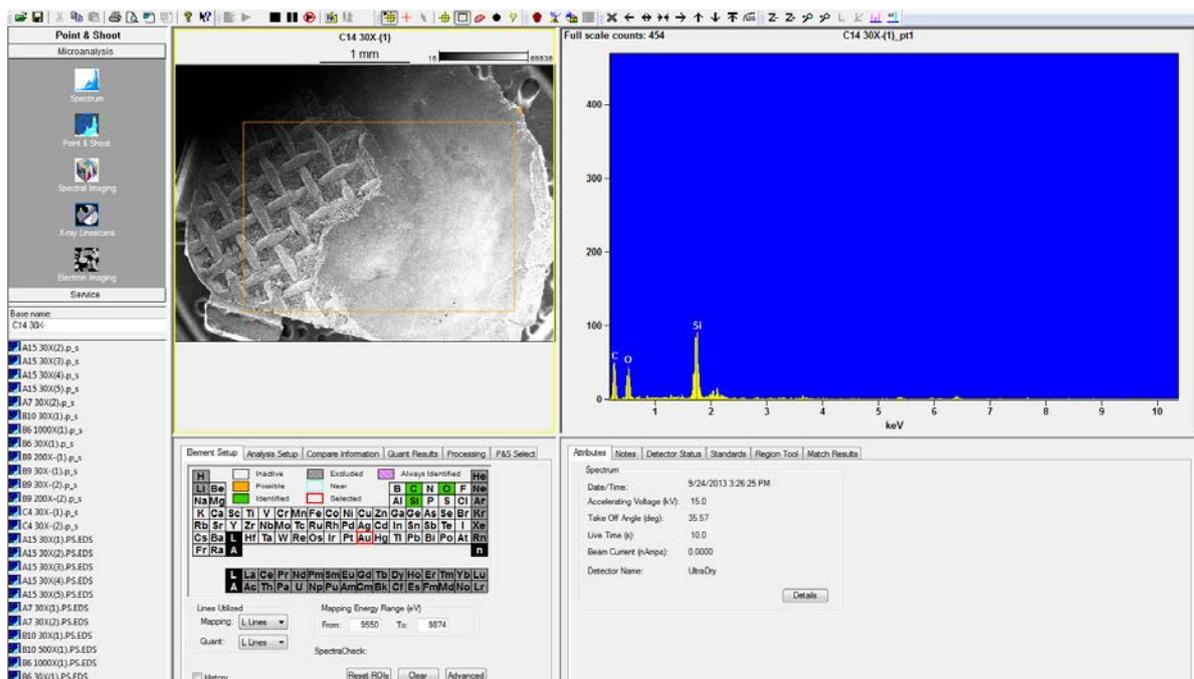
Nos grupos 5 e 6, onde os braquetes foram alterados a partir do braquete metálico Victory™ (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA) com modificação na base. A resina composta Z350 XT (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) foi inserida de maneira uniforme em toda base do braquete, recobrando a malha metálica e posteriormente fotoativada, de maneira a permitir que o cimento resinoso fique em contato com a base de compósito e a superfície de esmalte, já que o cimento resinoso auto-adesivo mostrou-se ineficiente quando em contato com a malha metálica do braquete. O procedimento adesivo para o grupo 5 foi o mesmo do grupo 1, o qual foi realizado o condicionamento total, enquanto que o grupo 6 recebeu o mesmo procedimento do grupo 4, o qual foi utilizado o cimento RelyX U100 (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e colado o braquete que teve sua base alterada com o resina composta.

Foram utilizados braquetes de acordo com cada grupo, para incisivo central superior, posicionados na face vestibular do dente com uma pinça para colagem (Ortoply, Philadelphia, USA). Os braquetes foram posicionados e pressionados contra a superfície de esmalte para diminuir a espessura do compósito. O excesso era removido e seguido pela fotoativação por 10 segundos em cada face (mesial, distal, incisal e gengival) com o aparelho de LED (Radii-plus, SDI, Au) com 1100 mW/cm<sup>2</sup>.

Os braquetes foram descolados pela máquina universal de ensaios mecânicos (EMIC DL 2000), regulada para uma velocidade de compressão de 0,5 mm/min. O cisalhamento foi realizado utilizando: cinzel, mesa posicionadora e instrumento de fixação. O cilindro de resina acrílica contendo o dente foi fixado no mordente inferior da máquina e a borda ativa do cinzel foi posicionada nas bases dos braquetes.

A análise do remanescente de esmalte na base dos braquetes após descolagem foi realizada por único examinador previamente treinado para análise micro-morfológica das superfícies das bases dos braquetes. As bases dos braquetes foram revestidas por uma camada de ouro e analisados por microscopia eletrônica de varredura MEV (JSM- 5200, JEOL, Tokyo, Japan) em aumentos de 35 a 2000 vezes, onde foram categorizados de acordo com a presença de remanescente de resina ou esmalte. Em seguida, as mesmas foram examinadas por meio da espectrometria dispersiva de feixes de raios-x - EDS (EDX-Stereo Scan 360, Cambridge Instrument Ltd, Cambridge, UK; using accelerating voltage, 20kV; type of detector, Si(Li)-liquid N<sub>2</sub> cooled; detector dead time 17%; spectra acquisition time, 70 seconds; resolution, 133 eV; magnification, between 20 and 303; scan mode, area),

onde a amostra fica posicionada com a superfície plana inclinada a  $70^\circ$  com o feixe de elétrons incidente. Os elétrons geram um padrão de difração, que pode ser visualizado em um monitor de vídeo junto com a imagem SEM do local de incidência do feixe, permitindo a identificação de qualquer material cristalino a partir dos elementos constituintes, da simetria e dos parâmetros do retículo cristalino (figura 1). Assim, foi analisada a presença de cálcio (Ca), indicando presença de remanescente de esmalte dental, já que materiais resinosos ou adesivos são livres de cálcio, e analisou-se o indicativo do elemento silício (Si), presente nos materiais adesivos.



**Figura 1-** Imagem ilustrativa da análise por meio da espectrometria dispersiva de feixes de raios-x - EDS (EDX-Stereo Scan 360, Cambridge Instrument Ltd, Cambridge, UK), indicando elementos químicos encontrados na área de varredura selecionada.

## RESULTADOS

Após análise qualitativa das amostras (n=15) dos 6 grupos, utilizando a

análise por EDS, foi observado que no grupo 1, onde foi feito o condicionamento total do esmalte previamente à aplicação do sistema adesivo, parte das amostras tiveram pequena área de remanescente adesivo no braquete, como mostra a figura 2, ou seja, o remanescente permaneceu no esmalte dentário. Porém pôde ser evidenciado que amostras do mesmo grupo mostraram fragmentos de esmalte pela presença de Ca, além de Si, que representa remanescente resinoso na base dos braquetes (figura 3).

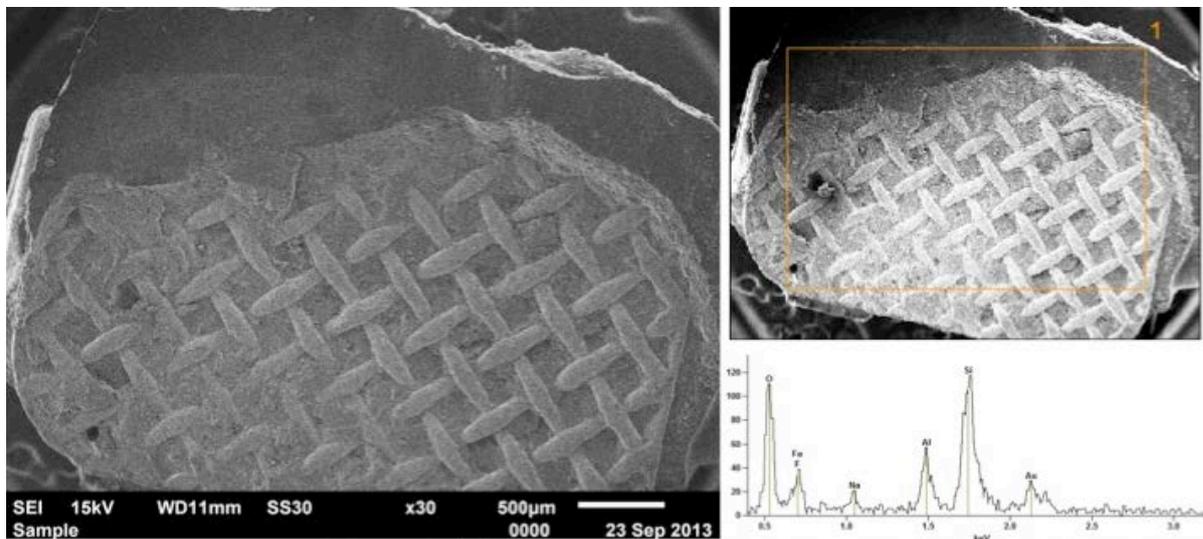


Figura 2- Imagem representativa da base do braquete metálico do grupo 1 com aumento de 30x, mostrando pequena área de material resinoso (Si) e nenhum substrato de esmalte (Ca) pôde ser notado pela análise por feixes de raio-x – EDS.

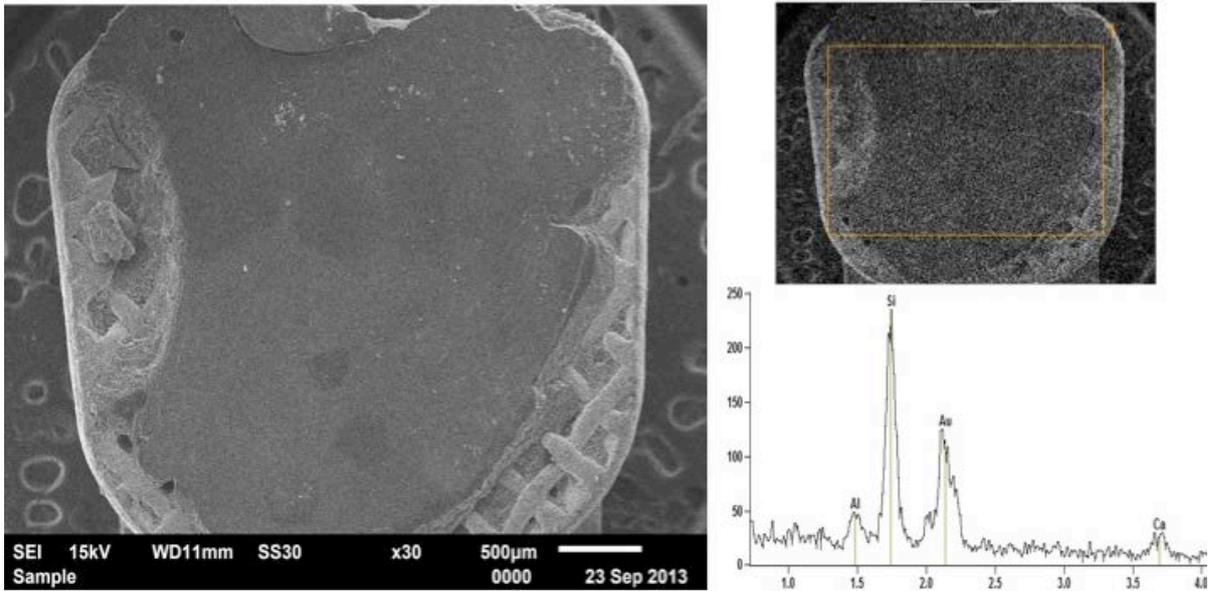


Figura 3- Imagem representativa da área remanescente na base do braquete metálico Victory™ (grupo 1). Aumento de 30x evidenciando grande quantidade de material resinoso (Si) além de substrato de esmalte (Ca) registrado pelo mapeamento da análise por feixes de raio-x – EDS.

Quando se observa o grupo 2, onde foram utilizados os braquetes APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA), sem tratamento do esmalte, em nenhuma amostra elementos de cálcio foram encontrados. Nota-se que na maior parte dos braquetes, mais da metade da malha ficou recoberta de remanescente adesivo, sem fragmentos de esmalte identificados na análise por EDS (figura 4).

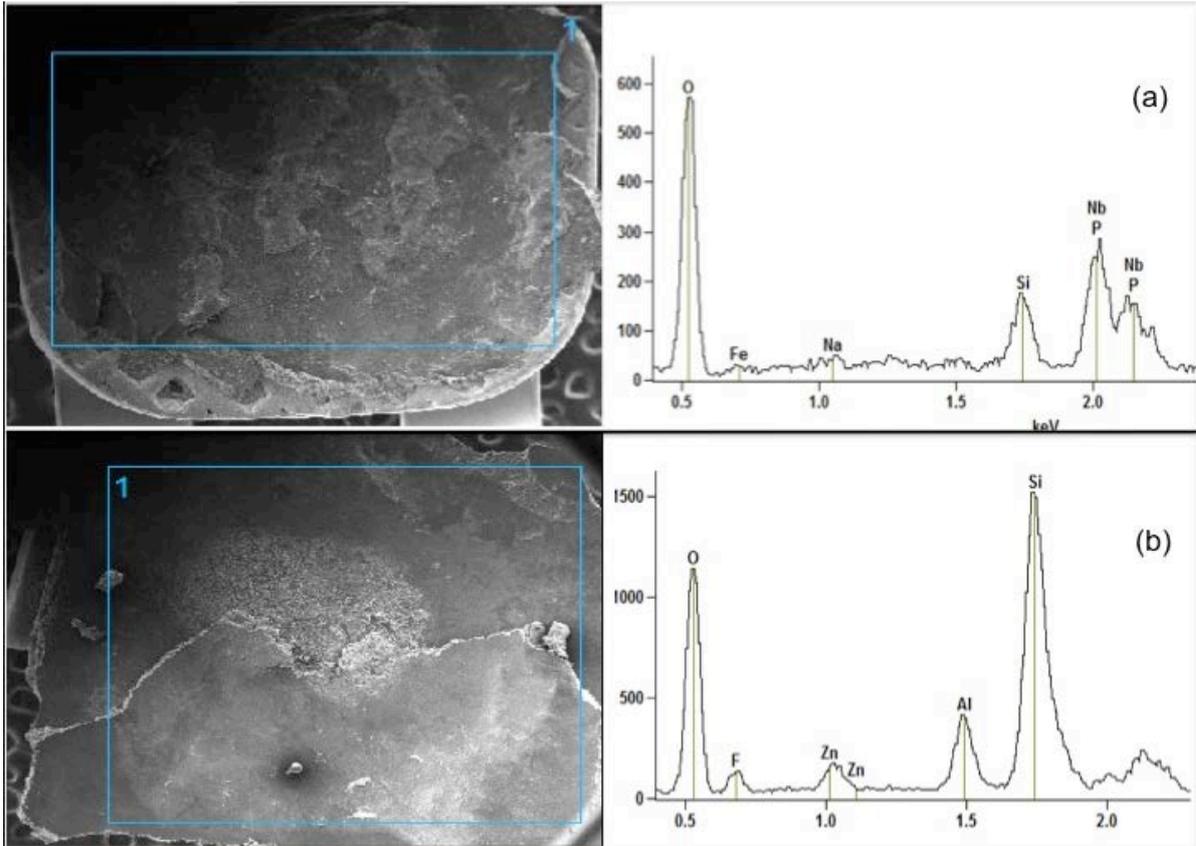


Figura 4 (a, b)- Análise por feixes de raio-x – EDS de amostras do grupo 2 que mostram extensa área irregular recobrando a base do braquete do sistema APC Plus, identificado como material resinoso (Si), sem danos à estrutura de esmalte (Ca).

O grupo 3 utilizou sistema adesivo auto-condicionante para colagem dos braquetes APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA), e apesar de pouco, foi evidenciada a presença do elemento Ca juntamente com o Si (figura 5).

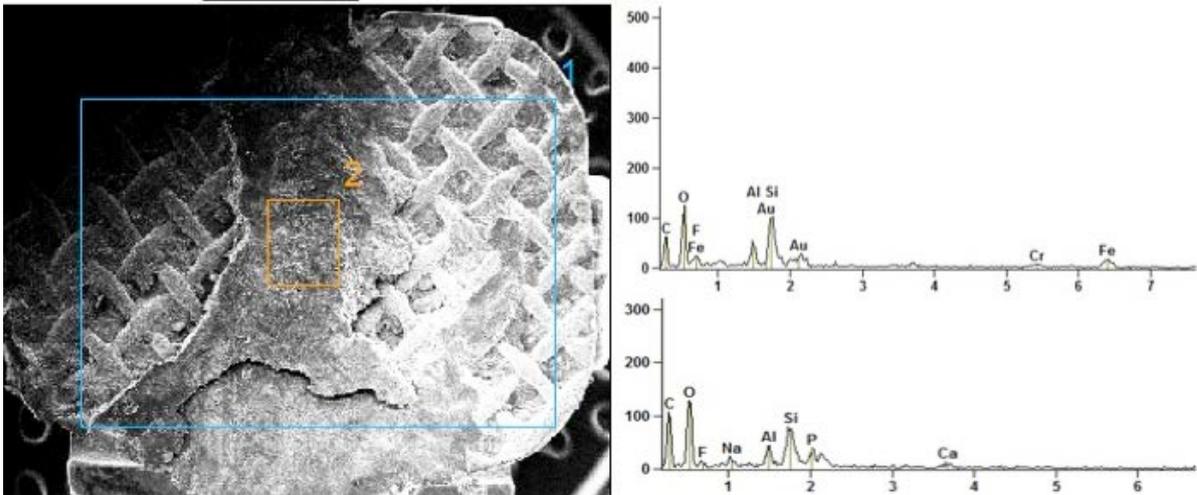


Figura 5- Imagem representativa do grupo 3, com duas áreas de varreduras representada por diferentes gráficos de mapeamento da análise por EDS, onde foi observado menos da metade da área do braquete com remanescente após descolagem. Elementos de silício (Si) e cálcio (Ca) foram observados, sugerindo remanescente resinoso e substrato de esmalte, respectivamente.

Quando se observa uma amostra do mesmo grupo, com aumento de 30x no MEV, pequenas partículas esbranquiçadas podem ser notadas no remanescente adesivo (figura 6), e com aumentos de 30x e 500x foi realizada a análise dos elementos químicos, mostrando além de resina composta (Si), partículas esbranquiçadas que foram identificadas no segundo aumento como substrato de esmalte dental, evidenciando alto nível de Ca pela análise por EDS (figura 7).

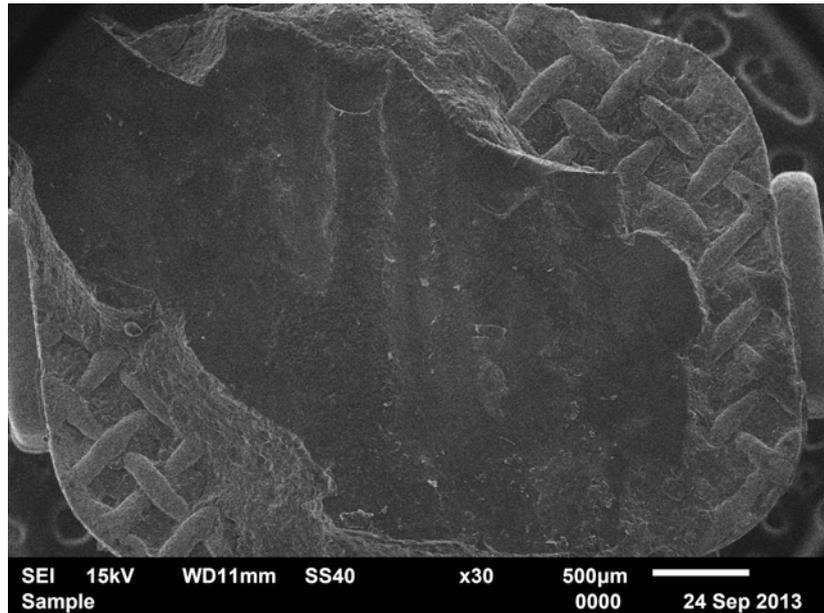


Figura 6- Imagem representativa do grupo 3 com aumento de 30x, evidenciando material resinoso sobre a base do braquete e partículas esbranquiçadas que foram submetidas a análise por feixes de raio-x – EDS para identificação dos elementos encontrados.

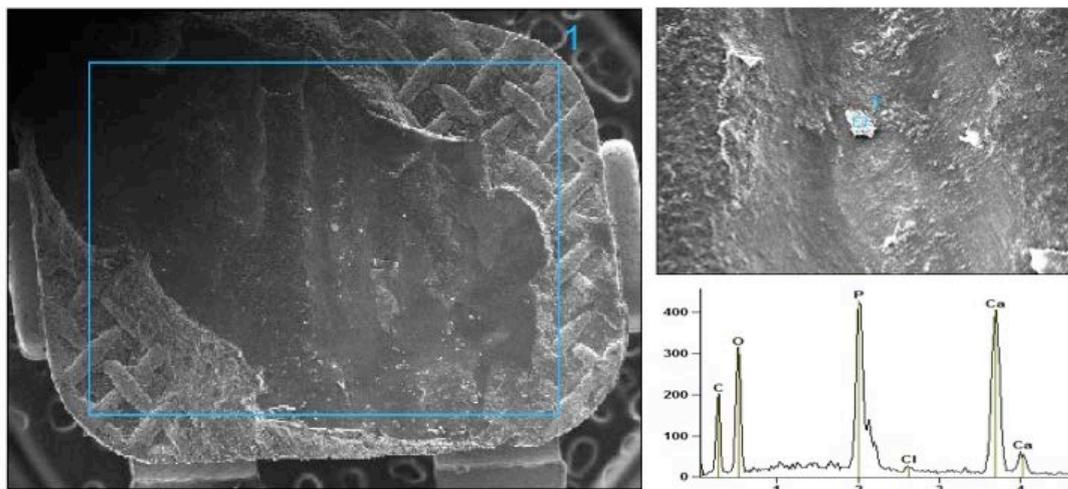


Figura 7- Identificação dos elementos químicos encontrados na amostra do grupo 3 com aumento de 30x e 500x, evidenciando além de material resinoso (Si), partículas esbranquiçadas que foram identificadas no segundo aumento como substrato de esmalte dental, evidenciando alto nível de Ca pela análise por EDS.

A análise do grupo 4 identificou apenas elementos de remanescente adesivo (Si), e nenhuma amostra evidenciou a presença de esmalte (figura 8).

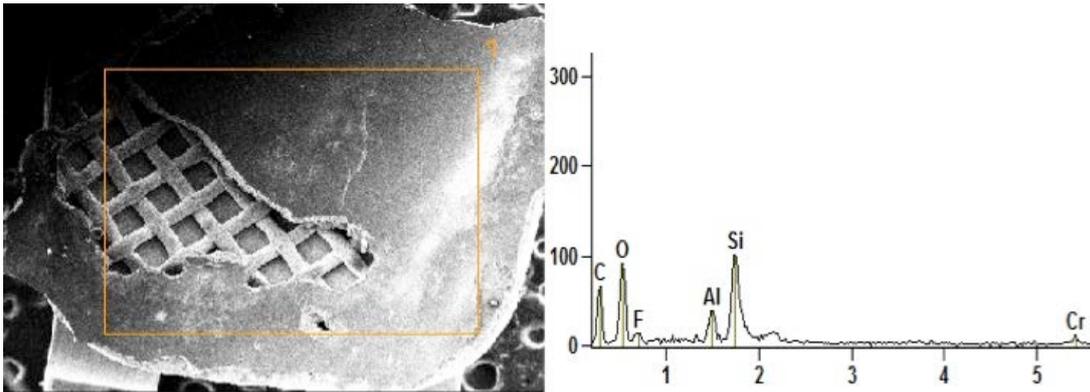


Figura 8- Aumento de 30x e análise por EDS de amostra do grupo 4, mostrando grande área da base recoberta por remanescente adesivo (Si), sem identificação de substrato de esmalte (Ca).

Se analisarmos o grupo 5, a maioria das amostras ficaram com pequena área de remanescente sobre a malha do bráque, não foi identificado substrato de esmalte, como também pode ser notado na imagem 9, onde um aumento maior foi realizado e a análise de EDS mostrou a presença apenas de Si.

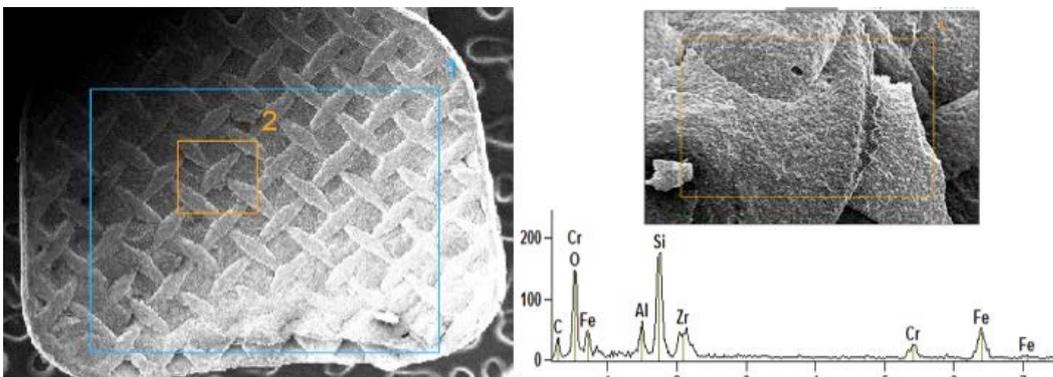


Figura 9- Imagem do grupo 5, representado pelo braquete experimental colado com condicionamento total do esmalte, onde aumentos de 30x, 200x e análise por EDS mostram exposição da malha do braquete e pequenos fragmento de resina composta (Si), sem identificação de substrato de esmalte (Ca).

Já os braquetes do grupo 6, observa-se que na maioria das amostras, grande parte da malha do braquete ficou recoberta por remanescente adesivo e mesmo em aumentos maiores na imagem do MEV, ao fazer a análise por EDS verifica-se que não há danos a estrutura de esmalte (figura 10).

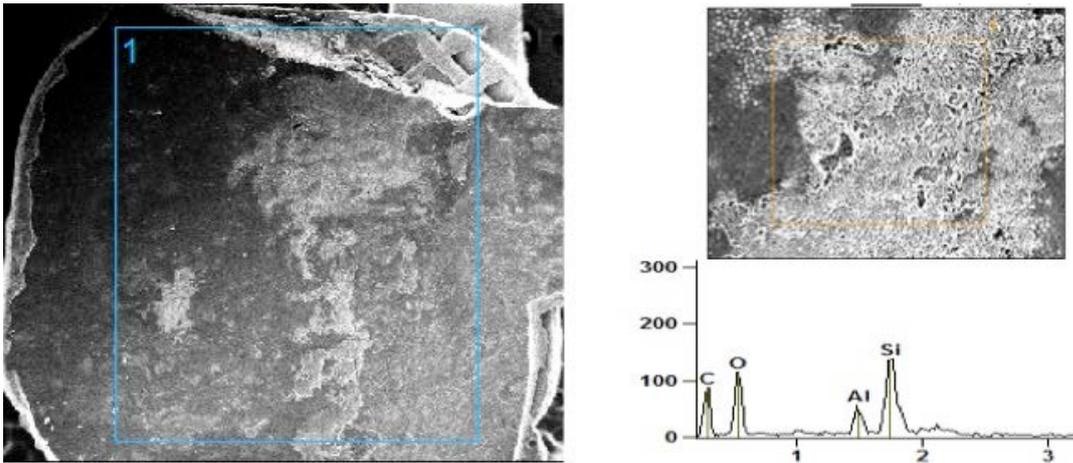


Figura 10- Aumentos de 30x e 500x da imagem do grupo 6, onde o braquete experimental foi colado com cimento resinoso, observou-se que grande área da malha do braquete ficou recoberta pelo remanescente, sendo identificado pela análise por EDS apenas remanescente adesivo (Si), sem danos a estrutura de esmalte.

## DISCUSSÃO

Estudos mostram que os valores de resistência de união dos braquetes em que o esmalte é condicionado com ácido fosfórico são mais elevados do que os valores nos grupos com sistema auto-condicionantes<sup>12-15</sup>. Isto pode levar à maior tensão para o esmalte dental no momento da descolagem dos bráques, já que estes apresentam alta resistência.

Neste trabalho foi observado que o grupo 1, o qual foram utilizados braquetes metálicos Victory™ (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA) colados em esmalte condicionado com ácido fosfórico, maiores evidências de remanescente de esmalte foram encontradas pela análise da espectrometria dispersiva de feixes de raios-x - EDS (EDX-Stereo Scan 360, Cambridge Instrument Ltd, Cambridge, UK). Remanescente de esmalte (Ca) também foram observados neste grupo, onde a tensão gerada no esmalte previamente condicionado levou à ocorrência de pequenas fraturas de esmalte, como também foi verificado em outros trabalhos<sup>16-18</sup>.

Apesar de menor prevalência, o mesmo ocorreu no grupo 3, em que o esmalte foi tratado com sistema adesivo auto-condicionante, como ocorreu em outro estudo que utilizou análise EDS para verificar a presença de Ca no remanescente de braquetes colados com adesivo auto-condicionante<sup>19</sup>.

Nos grupos 2, 4, 5 e 6 não foram encontrados substratos de esmalte pela análise de EDS. Quando se observa o grupo 5, verifica-se que a maior parte do remanescente adesivo ficou aderido no dente, enquanto que principalmente no grupo 6 nota-se grande parte do braquete recoberto pelo remanescente adesivo. Ao estudarmos o tipo de fratura no momento da descolagem, pode ser visto que idealmente os remanescentes adesivos devem permanecer no dente após a descolagem para preservar a integridade da camada de esmalte<sup>1</sup>, entretanto, quando isso ocorre, há necessidade de intervenções utilizando métodos de remoção com pontas de desgaste, o que leva inevitavelmente à modificação da superfície do esmalte<sup>2,20-24</sup>. E quando esta situação é agravada com maiores quantidades de adesivo, o tempo de trabalho necessário para remover o remanescente sobre o dente passa a ser maior, o que aumenta o risco de danos à sua superfície<sup>20-22</sup>.

Estudos são contraditórios em relação à perda de substrato de esmalte após a descolagem, e uma possível explicação para o fato é a potencialização ou aumento da probabilidade de ocorrer danos ao esmalte quando realizado estudos com dentes extraídos, pois são mais desidratado do que os dentes vitais<sup>1</sup>, porém as condições para os dentes dos diferentes grupos são as mesmas, o que não desqualifica este trabalho.

No presente estudo, quando avaliamos os grupos experimentais, apesar de nenhum deles ter apresentado fragmentos de esmalte no remanescente, foi possível

verificar que o grupo 6, ao contrário do grupo 5, teve a maior parte do remanescente adesivo aderido ao braquete. Esta condição pode ser explicada por ter sido realizado condicionamento ácido do esmalte para o grupo 5, gerando maior tensão de união do remanescente sobre o esmalte, enquanto que no grupo 6 o cimento resinoso ficou mais aderido na base modificada pela resina composta. O mesmo ocorre na cimentação de pinos de fibra, em que a o maior índice de falhas parece estar na interface cimento resinoso – estrutura dentária<sup>26</sup>.

Até o momento, o descolamento do braquete de forma atraumática ainda não foi alcançado, portanto os profissionais devem estar cientes sobre o possível dano ao esmalte. Assim, é de grande importância a eleição de um material adequado para colagem do acessório ortodôntico, que tenha uma retenção suficiente para o tratamento, mas que não seja alta ao ponto de danificar a estrutura dental.

## CONCLUSÃO

Após análise qualitativa das amostras utilizando o escaneamento por EDS, concluiu-se que os braquetes com base modificada mostraram-se livres de fragmentos de esmalte.

## REFERENCIAS

1. Zanarini M, Gracco A, Lattuca M, Marchionni S, Gatto MR, Bonetti GA. Bracket base remnants after orthodontic debonding. *Angle Orthod.* 2013; 83(5):885-91.
2. Fox NA, McCabe JF, Gordon PH. Bond strengths of orthodontic bonding materials: an in-vitro study. *Br J Orthod.* 1991;18(2):125-30.

3. Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F. Bracket bonding with 15- or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. *Angle Orthod.* 1999; 69(1):45-8.
4. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011;38(4):295-314.
5. Parrish BC, Katona TR, Isikbay SC, Stewart KT, Kula KS. The effects of application time of a self-etching primer and debonding methods on braquete bond strength. *Angle Orthod* 2012;82:131-136.
6. Iijima M, Muguruma T, Brantley WA, Ito S, Yuasa T, Saito T et al. Effect of braquete bonding on nanomechanical properties of enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:735-740.
7. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic braquetes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:621- 624.
8. Uysal T, Ustdal A, Kurt G. Evaluation of shear bond strength of metallic and ceramic braquetes bonded to enamel prepared with self-etching primer. *Eur J Orthod* 2009;32:214-218.
9. Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic braquetes bonded with different self-etching adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:425-430.
10. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Laffoon JF. Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:348-350.
11. Al-Saleh M, El-Mowafy O. Bond strength of orthodontic brackets with new self-adhesive resin cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(4):528-33.

12. Ramesh Kumar KR, Shanta Sundari KK, Venkatesan A, Chandrasekar S. Depth of resin penetration into enamel with 3 types of enamel conditioning methods: a confocal microscopic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(4):479-85.
13. Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Yamamoto K. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different self-etching adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):425-30.
14. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2006;76(1):123-6.
15. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(5):615-622.e3.
16. Scougall Vilchis RJ, Yamamoto S, Kitai N, Hotta M, Yamamoto K. Shear bond strength of a new fluoride-releasing orthodontic adhesive. *Dent Mater J* 2007;26:45-51.
17. Newman RA, Newman GV, Sengupta A. In vitro bond strengths of resin modified glass ionomer cements and composite resin self-cure adhesives: introduction of an adhesive system with increased bond strength and inhibition of decalcification. *Angle Orthod* 2001;71:312-317.
18. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic braquetes: an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:390-395.
19. Chu CH, Ou KL, Dong de R, Huang HM, Tsai HH, Wang WN. Orthodontic bonding with self-etching primer and self-adhesive systems. *Eur J Orthod.* 2011

- Jun;33(3):276-81.
20. Bishara SE, Fehr DE. Comparisons of the effectiveness of pliers with narrow and wide blades in debonding ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:253-257.
  21. Bishara SE, Fonseca JM, Boyer DB. The use of debonding pliers in the removal of ceramic brackets: force levels and enamel cracks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:242-248.
  22. Jost-Brinkmann PG, Stein H, Miethke RR, Nakata M. Histologic investigation of the human pulp after thermodebonding of metal and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:410-417.
  23. Takla PM, Shivapuja PK. Pulpal response in electrothermal debonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:623-629.
  24. Crooks M, Hood J, Harkness M. Thermal debonding of ceramic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:163-172.
  25. Theodora kopolou LP, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W Jr. Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2004;125:329–336.
  26. Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, Ferrari M. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *J Endod*. 2006; 32(12):1174-7.

### 5 CAPÍTULO 3

#### **Métodos para remoção de remanescente resinoso após descolagem de braquetes ortodônticos. Revisão da literatura. \***

##### RESUMO

A remoção dos restos de resina e/ou cimento resinoso da superfície do esmalte dental sem causar iatrogenias é o principal objetivo da remoção dos braquetes ortodônticos. Alguns fatores como tempo necessário para remoção, danos causados à estrutura do dente, são fatores essenciais para o clínico no momento da remoção. Variadas técnicas são utilizadas para a remoção dos suportes ortodônticos ao final do tratamento. É de conhecimento do clínicos que a utilização de procedimentos como utilização de fresas diamantadas e alguns alicates removedores podem danificar a estrutura do esmalte, muitas vezes em função da força de união que deve ser levada em consideração no momento da remoção. Essa revisão de literatura tem por objetivo reunir os trabalhos mais relevantes que possam esclarecer ao clínico qual técnica pode ser mais adequada para remoção dos braquetes.

**Palavras Chave:** Braquetes ortodônticos; Cimentos dentários; Adesivos dentinários.

\* Artigo a ser submetido para revista Journal of International Oral Health.

## INTRODUÇÃO

Desde o advento do condicionamento ácido do esmalte proposto por Buonocore em 1955<sup>1</sup>, possibilitou-se a utilização de colagem de braquetes ortodônticos com resinas compostas. Porém, dependendo da concentração ou tempo de condicionamento ácido, tipo de sistema adesivo, material restaurador ou cimento resinoso utilizado, a união deste ao esmalte dentário pode ser maior do que a união do material com a base do braquete<sup>2</sup>.

A remoção dos braquetes ortodônticos visa desunir não só a base do braquete como também todo o remanescente de material adesivo, de forma a restabelecer a condição inicial de tratamento. Contudo, nem sempre isto é possível, o que leva à remoção mecânica do remanescente sobre o esmalte, colocando em risco a estrutura dentaria sadia com danos irreversíveis no esmalte. Danos estes que podem ser reduzidos a níveis menores dependendo da técnica utilizada para remoção. Entre essas, alicates para remoção mecânica, diferentes pontas de alta e baixa rotação, discos abrasivos, pontas de borracha, unidades ultrassônicas e abrasão a ar estão entre as técnicas mais utilizadas<sup>3,4,5</sup>.

Diante da grande diversidade de materiais para colagem dos braquetes e métodos para sua remoção, fica difícil o clínico estabelecer uma forma eficaz que provoque menor dano à estrutura de esmalte. Assim, o presente estudo propôs relacionar diferentes métodos entre aqueles que são mais utilizados, para remoção do material remanescente após a descolagem de braquetes ortodônticos.

## REVISÃO DA LITERATURA

A quantidade de esmalte perdido e agente cimentante residual tem sido amplamente discutida na literatura. Vários fatores como o cimento resinoso utilizado, os instrumentos para remoção são relacionados na avaliação da quantidade de esmalte perdido<sup>5</sup>.

Diferentes técnicas têm sido utilizadas para remover os restos de adesivo após a descolagem dos braquetes. Métodos estes que devem devolver ao esmalte dentário o mesmo aspecto do início do tratamento ortodôntico, com o mínimo de dano possível. A literatura relata procedimentos que vão desde a remoção com alicates removedores de banda, diferentes tipos de brocas de tungstênio em baixa e alta rotação, pontas de óxido de zinco, discos soflex, até aplicações ultrasônicas, e laser<sup>6,7,8,9</sup>.

Em 1979, Zachrisson & Arthun<sup>3</sup> avaliaram por meio de lupa estereoscópica e microscopia eletrônica de varredura, a qualidade da superfície do esmalte após a descolagem de braquetes. Ponta diamantada fina, tiras de lixa grossa, média e fina, ponta de borracha verde e brocas de carboneto de tungstênio foram testados e atribuiu-se a característica qualitativa observável com pontuação de 0 a 4 de acordo com o sistema de índice de superfície: 0 = superfície perfeita, 1 = superfície satisfatória, 2 = superficial aceitável, 3 = superfície imperfeita, 4 = superfície inaceitáveis. Assim, entre as técnicas testadas, os resultados mais adequados foram obtidos com as brocas de tungstênio em baixa rotação, produzindo o melhor padrão com menor perda de esmalte, e foi superior na acessibilidade aos sulcos de desenvolvimento e outras áreas difíceis de alcançar.

Um estudo utilizando os marcadores de referência de aço no esmalte foi realizado a fim de determinar a perda de esmalte resultante de cada passo na colocação e remoção dos acessórios ortodônticos colados. O remanescente foi removido com instrumentos rotativos. Neste contexto, maior perda de esmalte foi observada quando utilizada broca 7902 em alta velocidade e ponta de borracha verde. Já as brocas 7111 de baixa velocidade obtiveram menor perda de esmalte<sup>10</sup>.

Hong & Lew<sup>11</sup>, a fim de desafiar as brocas de tungstênio, avaliaram de maneira independente quatro outros métodos pelo sistema de índice de remanescente e Microscopia Eletrônica de Varredura. Após descolagem dos braquetes, as amostras de cada grupo foram submetidos aos diferentes tipos de acabamento: Alicate removedor Ormco; Broca de tungstênio Komet em baixa velocidade; Brocas diamantadas ultrafinas em alta velocidade; Broca de tungstênio em alta velocidade; Pedra branca de acabamento. A análise estatística com o teste de Friedman indicou que não houve diferença significativa na variabilidade inter-examinador nos dois sistemas de avaliação. Verificou-se que nenhum método único absoluto foi considerado ideal para a remoção do compósito.

Em 2001 Radlanski<sup>12</sup> propôs uma nova broca de tungstênio com ponta arredondada e oito lâminas com uma forma ligeiramente afunilada. Em geral, a capacidade de corte foi reduzido no esmalte, enquanto que a broca se manteve suficientemente cortante. Para os testes de protótipo, o remanescente após descolagem foi removido com brocas convencionais de carboneto de tungstênio e com protótipos gradualmente modificados da nova broca de acabamento. As superfícies do esmalte resultantes foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura. Em seguida, tratou-se com uma pasta de polimento e avaliadas

novamente. As brocas convencionais removeram não apenas o remanescente de resina, mas também parte da estrutura de esmalte. O protótipo desenvolvido tem sido comprovado por avaliação morfológica, ser menos agressivo na remoção da resina residual após a descolagem dos braquetes.

Com o objetivo de avaliar quantitativamente a rugosidade da superfície de esmalte usando dois métodos de remoção de resina, Eliades et al, 2004, submeteram as superfícies de esmalte a perfilometria, registrando quatro parâmetros de rugosidade (Ra, Rq , Rt e Rz). A remoção dos remanescentes dos espécimes foi realizada com broca de carboneto de tungstênio oito lâminas, e com broca de diamante ultrafino, ambos em alta velocidade e a duração de cada protocolo de remoção da resina também foi registrada. Com relação ao parâmetro de rugosidade do esmalte houve diferença significativa entre os dois métodos. A remoção da resina com broca diamantada foi obtida em aproximadamente metade do tempo em comparação com a broca de tungstênio de oito lâminas. independentemente do protocolo utilizado para remoção da resina, nota-se um efeito irreversível na textura de esmalte.

Em 2013, o estudo de Ahrari et al<sup>1</sup>, avaliou a rugosidade do esmalte após a remoção do adesivo com diferentes pontas e laser Er: YAG. As superfícies vestibulares do esmalte foram inicialmente submetidas à análise de perfilometria de acordo com quatro parâmetros de irregularidade da superfície (Ra, Rq, Rt e Rz). Após descolamento dos braquetes, os remanescentes adesivos foram removidos por brocas de carboneto de tungstênio em baixa e alta, broca diamantada ultrafina e laser Er: YAG (250 mJ, tempo de pulso, 4 Hz). Os parâmetros de rugosidade foram medidos novamente e as superfícies vestibulares foram polidas e a terceira

perfilometria foi realizada. A aplicação da ponta ultrafina de diamante ou o laser Er: YAG causou danos irreversíveis na superfície do esmalte dos dentes e, assim, estes métodos não podem ser indicados para a remoção de restos de cimento após a descolagem dos suportes ortodônticos.

## DISCUSSÃO

Apesar de vasta a literatura, ainda não há um consenso de qual técnica é mais eficaz para remover o remanescente do esmalte dentário após descolagem do braquete ortodôntico. Uma das formas utilizadas para analisar o esmalte após a remoção do braquete é a análise da rugosidade ou morfologia do esmalte por meio de microscopia eletrônica e fotomicrografias<sup>3,5,14-16</sup>. Para quantificar o dano ao esmalte, podem ser utilizado índices que avaliam a superfície do esmalte por meio de escores, como o IRE/ARI (índice de remanescente adesivo) ou SRI (surface roughness index).

Desde a década de 70 era sugerida a remoção do restante do compósito após a descolagem do acessório ortodôntico, com broca de tungstênio com 30 lâminas, pois assim o prejuízo ao esmalte era menor<sup>3,5</sup>. Mesmo com as diferentes brocas lançadas posteriormente, nota-se que para uma remoção mais segura, com mínimo dano ao esmalte deve ser feita com brocas de carboneto de tungstênio, principalmente em baixa rotação<sup>10,12,17-19</sup>. Quando se compara multilaminadas de 8 e 30 lâminas, pode ser observado que brocas de 30 lâminas apresentam resultados melhores, podendo ser justificado pelo maior número de lâminas proporcionar uma menor distância inter lâminas, gerando um alisamento da superfície do esmalte de

forma mais refinada<sup>3,19</sup>.

Apesar de não ser o ponto primordial, quando se avalia o tempo de execução da técnica observa-se que o uso de rotatórios em baixa velocidade leva a maior tempo para executar o procedimento. Tempo este que não deve ser o fator de escolha para o método empregado, mas sim a preservação do aspecto original da superfície do esmalte<sup>13,20</sup>.

Quando se utilizam métodos como o laser Er: YAG a rugosidade da estrutura de esmalte é maior em comparação aos instrumentos rotatórios. O mesmo também pode ser observado quando são utilizadas pontas diamantadas ultrafinas, que não retornam o esmalte à sua integridade original, indicando danos irreversíveis<sup>3</sup>.

Um dos problemas que podem ser notados nos estudos em que se avaliam os métodos para remoção do material resinoso é a falta de padronização da quantidade de material presente na superfície de esmalte quando se faz a descolagem do braquete<sup>20-22</sup>, e isso pode influenciar nos resultados obtidos quanto ao método mais adequado para remoção do remanescente. Assim, estudos com melhor delineamento devem ser realizados a fim de se chegar ao consenso final.

## CONCLUSÃO

A remoção dos braquetes ortodônticos com pontas diamantadas pode remover esmalte em excesso. O ideal é que sejam utilizados instrumentos rotatórios, que tenham a capacidade de remover os restos de cimento resinoso aderidos à superfície do esmalte, sem que ocorra o desgaste da estrutura dental. Pontas multilaminadas, como a de tungstênio mostram-se cortantes e eficientes na remoção

dos adesivos, sem causar danos ao esmalte.

## REFERENCIAS

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34(6): 849-53.
2. Ahrari F, Akbari M, Akbari J, Dabiri G. Enamel surface roughness after debonding of orthodontic brackets and various clean-up techniques. *J Dent (Tehran).* 2013; 10(1): 82-93.
3. Zachrisson BU, Arthun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques *Am J Orthod.* 1979 Feb;75(2):121-7.
4. Cehreli ZC, Lakshmipathy M, Yazici R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness of human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. *Dent Traumatol.* 2008 Apr;24(2):177-82.
5. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod.* 1995 April;65(2):103-10.
6. Burapavong, V., Marshall, G. W., Apfel, D. A., et al. Enamel surface characteristics on removal of bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod*, v.74, n.2, Aug, p.176-87. 1978.
7. Rouleau, B. D., Jr., Marshall, G. W., Jr. e Cooley, R. O. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Orthod*, v.81, n.5, May, p.423-6. 1982.

8. Howell, S. e Weekes, W. T. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures. *Aust Dent J*, v.35, n.3, Jun, p.245-52. 1990.
9. Thomas, B. W., Hook, C. R. e Draughn, R. A. Laser-aided degradation of composite resin. *Angle Orthod*, v.66, n.4, p.281-6. 1996.
10. Pus, M. D. e Way, D. C. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod*, v.77, n.3, Mar, p.269-83. 1980.
11. Hong, Y. H. e Lew, K. K. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *Eur J Orthod*, v.17, n.2, Apr, p.121-8. 1995.
12. Radlanski, R. J. A new carbide finishing bur for bracket debonding. *J Orofac Orthop*, v.62, n.4, Jul, p.296-304. 2001.
13. Eliades, T., Gioka, C., Eliades, G., et al. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod*, v.26, n.3, Jun, p.333-8. 2004.
14. Bishara, S. E. e Trulove, T. S. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study. Part I. Background and methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.98, n.2, Aug, p.145-53. 1990.
15. Retief, D. H. e Denys, F. R. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic attachments. *Angle Orthod*, v.49, n.1, Jan, p.1-10. 1979.
16. Zarrinnia, K., Eid, N. M. e Kehoe, M. J. The effect of different debonding

- techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.108, n.3, Sep, p.284-93. 1995.
17. Ireland AJ, Hosein I, Sherriff M. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. *Eur J Orthod* 2005;27:413-419.
  18. Arcuri MR, Schneider RL, Strug RA, Clancy JM. Scanning electron microscope analysis of tooth enamel treated with rotary instruments and abrasives. *J Prosthet Dent* 1993;69:483-490.
  19. Gwinnett AJ, Gorelick L. Microscopic evaluation of enamel after debonding: clinical application. *Am J Orthod* 1977;71:651-665.
  20. Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding. *Angle Orthod* 2010;80:1081-1088.
  21. Ozer T, Basaran G, Kama JD. Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:368-374.
  22. Ulusoy C. Comparison of finishing and polishing systems for residual resin removal after debonding. *J Appl Oral Sci* 2009;17:209-215.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seria mais valioso lançar mão de ensaios clínicos controlados e randomizados para avaliar sistemas e métodos para colagem de braquetes<sup>18,24</sup>. Contudo as dificuldades na padronização da condução desses ensaios clínicos e limitações nos resultados por eles evidenciados explicam a pequena quantidade de estudos com esse tipo de metodologia.

Os dentes bovinos foram utilizados neste estudo devido à grande dificuldade em se obter incisivos humanos hígidos. Além disso, a utilização de incisivos bovinos permite uma maior padronização das amostras, além de uma homogeneidade da dentina radicular, devido a estes dentes serem da mesma idade, evitando uma interferência da morfologia dentinária nos resultados entre os diferentes grupos<sup>23,28,31</sup>.

Estudos in vivo seriam mais adequados para os testes de resistência das colagens de braquetes<sup>10</sup>. Contudo, inúmeras variáveis inerentes ao procedimento de colagem podem prejudicar ou inviabilizar a padronização desses estudos<sup>5,12,20</sup>. Por isso, os testes mecânicos para avaliar as resistências das colagens justificam-se uma vez que viabilizam maior controle das condições do experimento e permitem maior espectro de avaliações do que a longevidade da colagem obtida<sup>9,13,20</sup>.

Neste trabalho concluiu-se que quando utilizado o sistema adesivo com condicionamento total e resina composta houve diferença significativa em comparação com os demais grupos. Além disso, os braquetes experimentais colados com cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 tiveram maiores valores de resistência em comparação com o grupo em que o foi utilizado o cimento auto-adesivo em braquete metálico comum. Com base nas limitações deste estudo in

vitro, pode-se concluir que os braquetes modificados apresentaram valores de resistência de união suficientes para suportar o tratamento ortodôntico, mostrando-se possíveis de serem utilizadas no futuro pela ortodontia já que apresentam menor risco de danos ao esmalte dental.

## REFERÊNCIAS\*

1. Al Maaitah EF, Adeyemi AA, Higham SM, Pender N, Harrison JE. Factors affecting demineralization during orthodontic treatment: a post-hoc analysis of RCT recruits. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(2): 181-91.
2. Al-Saleh M, El-Mowafy, O. Bond strength of orthodontic brackets with new self-adhesive resin cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(4): 528-33.
3. Arhun N, Arman A. Effects of orthodontic mechanics on tooth enamel: a review. *Semin Orthod.* 2007; 13(4): 281-91.
4. Brook PH, Shaw WC. The development of an index of orthodontic treatment priority. *Eur J Orthod.* 1989; 11(4): 309-20.
5. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2006; 76(1): 123-6.
6. Bishara SE, Ostby AW, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2006; 76(4): 689-93.
7. Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Olson ME. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(3): 243-7.

\* De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver. Disponível no site: <http://www.foar.unesp.br/#!/biblioteca/manual>

8. Bishara SE, Vonwald L, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 118(3): 288-94.
9. Campbell PM. Re: effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod.* 2006; 76(6): i; author reply i-ii.
10. Chieffi N, Chersoni S, Papacchini F, Vano M, Goracci C, Davidson CL, et al. The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. *Dent Mater.* 2007; 23(2): 159-64.
11. Correr Sobrinho L, Correr GM, Consani S, Sinhoreti MA, Consani RL. Influence of post-fixation time on shear bond strength of brackets fixed with different materials. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(1): 43-9.
12. Damon PL, Bishara SE, Olsen ME, Jakobsen JR. Bond strength following the application of chlorhexidine on etched enamel. *Angle Orthod.* 1997; 67(1): 169-72.
13. D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent.* 2007; 98(3): 193-8.
14. Dursun E, Wiechmann D, Attal JP. The effect of moisture on the shear bond strength of gold alloy rods bonded to enamel with a selfadhesive and a hydrophobic resin cement. *Eur J Orthod.* 2010; 32(3): 264-7.
15. Eminkahyagil N, Arman A, Cetinsahin A, Karabulut E. Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets. *Angle Orthod.* 2006; 76(2): 314-21.

16. Faria-e-Silva AL, Pedrosa Filho C de F, Menezes M de S, Silveira DM, Martins LR. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(6): 604.
17. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011; 38(4): 295-314.
18. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(5): 615- 22.
19. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig K. *Orthodontics: current principles & techniques.* 4th ed. St. Louis: Mosby; 2005. v.4.
20. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent.* 2005; 7(3): 235-40.
21. Haddad MF, Rocha EP, Assunção WG. Cementation of prosthetic restorations: from conventional cementation to dental bonding concept. *J Craniofac Surg.* 2011; 22(9): 952-8.
22. Hirani S, Sherriff M. Bonding characteristics of a self-etching primer and precoated brackets: an in vitro study. *Eur J Orthod.* 2006; 28(4): 400-4.
23. Machado C, Lacefield W, Catledge A. Human enamel nanohardness, elastic modulus and surface integrity after beverage contact. *Braz Dent J.* 2008; 19(1): 68-72.
24. Mandall NA, Millett DT, Mattick CR, Hickman J, Worthington HV, Macfarlane TV. Orthodontic adhesives: a systematic review. *J Orthod.* 2002; 29(3): 205-10.

25. Perez BEM, Barbosa SH, Melo RM, Zamboni SC, Ozcan M, Valandro LF, Bottino MA. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? *Int J Prosthodont*. 2006; 19(6): 606-9.
26. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Selfadhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent*. 2008; 10(4): 251-8.
27. Rego EB, Romano FL. Shear bond strength of metallic brackets photo-activated with light-emitting diode (LED) at different exposure times *J Appl Oral Sci*. 2007; 15(5): 412-5.
28. Rios D, Honorio HM, Magalhaes AC, Silva SM, Delbem AC, Machado MA, et al. Scanning electron microscopic study of the in situ effect of salivary stimulation on erosion and abrasion in human and bovine enamel. *Braz Oral Res*. 2008; 22(2): 132-8.
29. Vicente A, Bravo LA. Shear bond strength of precoated and uncoated brackets using a self-etching primer. *Angle Orthod*. 2007; 77(3): 524-7.
30. Vicente A, Bravo LA. Direct bonding with precoated brackets and self-etching primers. *Am J Dent*. 2006; 19(4): 241-4.
31. Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci*. 2011; 53(3): 273-82.

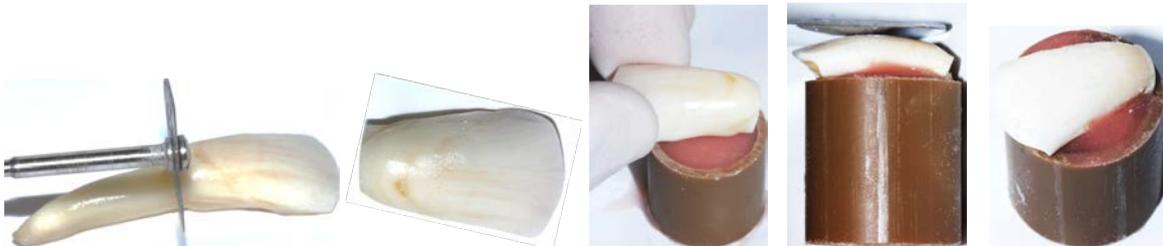
## APÊNDICE

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Preparação dos espécimes

Noventa dentes bovinos foram selecionados, limpos e armazenados em solução de timol (0,1% volume) até o momento da utilização. As raízes foram seccionadas e os dentes foram incluídos com resina acrílica quimicamente ativada (Vipi Flash, DentalVipi, Pirassununga, Brazil) dentro de cilindros de P.V.C. (Tigre, Brazil), com 20 mm de diâmetro interno por 20 mm de altura. A porção vestibular apresentou-se paralela à mesa (Figura 1).

Figura 1 - Inclusão das coroas dos dentes com resina acrílica dentro de cilindros de P.V.C.



Foi realizada profilaxia com taça de borracha e pedra-pomes sem flúor (S. S. White, Petrópolis, Brasil) e água por 10 segundos, seguida de lavagem e secagem pelo mesmo tempo com seringa tríplice (Gnatus, Ribeirão Preto, Brazil).

Os dentes foram aleatoriamente distribuídos (n=15) de acordo com os grupos descritos na Quadro abaixo:

<b>Grupo</b>	<b>Braquete</b>	<b>Procedimento adesivo</b>
<b>G1</b>	Tradicional Metálico*	Sistema adesivo de condicionamento total**
<b>G2</b>	Sistema APC Metálico***	Ausente
<b>G3</b>	Sistema APC Metálico***	Sistema adesivo auto-condicionante****
<b>G4</b>	Tradicional Metálico*	Cimento resinoso auto-adesivo*****
<b>G5</b>	Modificado*****	Sistema adesivo de condicionamento total**
<b>G6</b>	Modificado*****	Cimento resinoso auto-adesivo*****

\*Victory™ series 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*Transbond™ XT, 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*\*Sistema APC Plus, 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

\*\*\*\*Transbond™ Plus Self-Etching Primer, 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

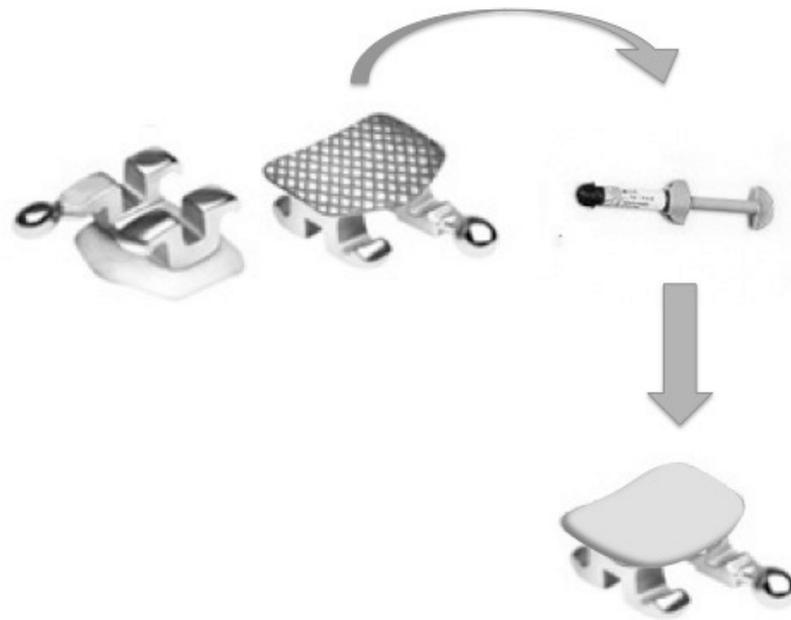
\*\*\*\*\*RelyX U200, 3M ESPE, Seefeld, Alemanha

\*\*\*\*\*Alteração na base do braquete Victory™ series 3M Unitek, Monrovia, Calif, USA

#### Braquete modificado

A modificação na base do bráquete foi realizada a partir dos braquetes tradicionais metálicos (Victory™ series 3M Unitek) no qual sua malha foi alterada. Para isso, resina composta Z 350XT (3M ESPE™) foi acomodada de maneira uniforme sobre a malha da base do braquete. Um único incremento da resina foi inserido de forma a preencher o espaço existente na malha, tornando-se uma base lisa e uniforme. Essa modificação permite que o cimento resinoso auto-adesivo entre em contato com a base de compósito e o esmalte dental, pois o cimento resinoso auto-adesivo em contato com a malha metálica do braquete mostrou ser ineficiente. Essa modificação no braquete faz-se necessária para possível melhora nos valores de união (Figura 2).

Figura 2 – Modificação da base do braquete.



### Procedimento adesivo

#### **Grupo 01**

O esmalte bovino foi condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos no centro da superfície vestibular, numa área correspondente ao tamanho da base do braquete, foi lavado e secado pelo mesmo tempo. Em seguida, aplicado o Transbond XT primer e sobre o mesmo um jato de ar seco de dois segundos e posteriormente os braquetes metálicos (Victory™ series 3M Unitek) colados com Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA)(Figura 3).

Figura 3 – Sequência do tratamento do esmalte dental para colagem do braquete.



**Grupo 02**

Não foi realizado nenhum procedimento adesivo adicional. Os braquetes foram colados com o próprio compósito do sistema APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

**Grupo 03**

O Transbond™ Plus Self-Etching Primer foi aplicado ativamente durante 5 segundos na superfície vestibular do esmalte, um jato de ar foi aplicado por dois segundos e foi colado o braquete APC Plus (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

**Grupo 04**

Nenhum tratamento prévio foi realizado no esmalte. O cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) foi manipulado e aplicado somente sobre a área correspondente à base do acessório e assim foram colados os braquetes metálicos Victory™ (3M Unitek, Monrovia, Calif, USA).

**Grupo 05**

Foi realizado o mesmo procedimento do grupo 01.

**Grupo 06**

Foi realizado o mesmo procedimento do grupo 04.

## Colagem dos braquetes

Para este procedimento foram utilizados braquetes de acordo com cada grupo, para incisivo central superior, foram posicionados na face vestibular do dente com auxílio de pinça de apreensão para colagem (Ortoply, Philadelphia, USA). Todas as colagens foram realizadas pelo mesmo operador. Após o posicionamento do braquete, o mesmo foi pressionado contra o esmalte dental com a finalidade de diminuir a espessura do compósito entre o braquete e o esmalte. O excesso do compósito foi removido respeitando os limites externos da base do braquete e a fotoativação realizou-se por 10 segundos em cada face (mesial, distal, incisal e gengival) com o aparelho de LED (Radii-plus, SDI, Au) com  $1100 \text{ mW/cm}^2$  (Figura 4).

Figura 4 – Sequência da colagem do braquete.



### Teste de retenção (Resistência ao cisalhamento - SBS)

O ensaio de resistência ao cisalhamento dos braquetes foi realizado na máquina universal de ensaios mecânicos (EMIC – DL 2000, Araraquara-SP, Brasil), por único examinador previamente treinado, regulada para uma velocidade de compressão de  $0,5 \text{ mm/min}$ . O cilindro de resina acrílica contendo o dente foi fixado no mordente inferior da máquina.

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em kgf e transformados em kgf/cm<sup>2</sup>, por meio da seguinte fórmula;

$$E = Kgf A$$

E = Ensaio Mecânico

Kgf = Força necessária para remoção do braquete.

A= área do braquete

Posteriormente, os valores de resistência ao cisalhamento em kgf/cm<sup>2</sup> foram transformados em MPa.

#### Análise do índice de adesivo aderido ao dente após descolagem dos braquetes

Após a remoção dos braquetes, o índice de remanescente do adesivo (IRA) foi observado em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Brasil), por um examinador, com aumento de (30X). A quantidade de material aderido ao esmalte após a descolagem foi avaliada segundo os escores propostos por Artun, Bergland<sup>16</sup> (1984), como se segue: escore 0- nenhum compósito aderido ao dente; escore 1- menos da metade do compósito aderido ao dente; escore 2- mais da metade do compósito aderido ao dente; e, escore 3- todo o compósito aderido ao dente.

Autorizo a reprodução deste trabalho  
(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 31 de Janeiro de 2014

Mateus Rodrigues Tonetto