



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**LAYENE FIGUEIREDO ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO IN VITRO DO TEMPO DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO COM LED DE  
ALTA POTÊNCIA DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS E REMOÇÃO DE ADESIVO  
REMANESCENTE SOB LUZ ULTRAVIOLETA**

**Araraquara**

**2016**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**LAYENE FIGUEIREDO ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO IN VITRO DO TEMPO DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO COM LED DE  
ALTA POTÊNCIA DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS E REMOÇÃO DE ADESIVO  
REMANESCENTE SOB LUZ ULTRAVIOLETA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Ortodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para título de Mestre em Ortodontia.

**Orientador: Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins.**

**Co-orientador: Prof. Dr. Renato Parsekian Martins.**

**Araraquara**

**2016**

Almeida, Layene Figueiredo

Avaliação in vitro do tempo de foto polimerização com LED de alta potência de bráquetes ortodônticos e remoção de adesivo remanescente sob luz ultravioleta / Layene Figueiredo Almeida. -- Araraquara: [s.n.], 2016.

49 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia  
Orientadora: Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins

1. Cura luminosa de adesivos dentários    2. Resistência ao  
cisalhamento    3. Esmalte dentário    4. Raios ultravioleta I. Título

**LAYENE FIGUEIREDO ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO IN VITRO DO TEMPO DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO COM LED DE  
ALTA POTÊNCIA DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS E REMOÇÃO DE ADESIVO  
REMANESCENTE SOB LUZ ULTRAVIOLETA**

Dissertação para obtenção de grau de Mestre

**COMISSÃO JULGADORA**

Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins

Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

Prof. Dr. Alexandre Protásio Vianna

Araraquara, 22 de janeiro de 2016

## **DADOS CURRICULARES**

**LAYENE FIGUEIREDO ALMEIDA**

**NASCIMENTO:** 29 de junho de 1986 – Feira de Santana/BA.

**FILIAÇÃO:** Luiz Augusto Almeida Figueiredo

Selma Figueiredo Almeida.

**2006/2010:** Graduação em Odontologia – Universidade Estadual de Feira de Santana

**2010/2013:** Curso de Especialização em Ortodontia – União Metropolitana de Educação e Cultura – Lauro de Freitas/BA

**2013/2016:** Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Nível Mestrado– Área de Ortodontia, Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP- Araraquara/SP

## DEDICATÓRIA

À minha família, pai, mãe, irmã e amor,  
que fizeram dos meus sonhos os seus e  
foram fortes para me manter no foco dos  
meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Acredito que somente aqueles que passam pela experiência de finalizar um curso de mestrado, conseguem compreender a importância dos agradecimentos. Sozinha eu não chegaria aqui, por isso agradeço a todos os que me ajudaram de maneira direta ou indireta neste processo:

Primeiramente a Deus, por me proporcionar uma vida cheia de alegrias e de conquistas, e por me conceder saúde e força para sempre ir além.

Aos meus pais, Selma e Guto, que sempre trabalharam arduamente para fazer dos meus sonhos realidade. Tenho muito orgulho de vocês por tudo que conquistaram, mas principalmente pelo amor que sempre deram às suas filhas. Não tenho como agradecer tudo o que fizeram por nós, só posso dizer que essa conquista é nossa e que vocês são o meu grande exemplo. Muito obrigada! Amo vocês!

A minha irmã Lore, que se fez presente na minha ausência, por me dar força para continuar, por me incentivar a ser sempre mais e nunca desistir. Obrigada por tudo Hermanita!

Ao meu grande amor Marcel, que se dispôs a tentar de novo mesmo com mais de 1800 km nos separando. Agradeço pela paciência, apoio, amizade e principalmente amor que você sempre me deu. Sei que os sacrifícios para chegar aqui não foram só meus, mas conseguimos, obrigada por tudo. Te amo muito, STTOD!

Aos professores da área de Ortodontia, Ary dos Santos-Pinto, Dirceu Barnabé Raveli, João Roberto Gonçalves, Lídia Parsekian Martins e Luiz Gonzaga Gandini Júnior, por todo o conhecimento oferecido e pela oportunidade de fazer parte do curso.

A minha querida orientadora Profa. Lídia Parsekian Martins, pelos conhecimentos, pelos conselhos de mãezona e pelos puxões de orelha quando foram necessários. Tive a sorte de tê-la como orientadora, que me acolheu e me guiou sempre de maneira carinhosa e cuidadosa. Obrigada por tudo professora!

Ao meu co-orientador Prof. Renato Parsekian Martins, por seu empenho em me ajudar com a pesquisa e por me permitir acompanhá-lo em atendimentos clínicos, sempre compartilhando novos conhecimentos. Todo o seu conhecimento e

vontade de fazer mais me inspira e terei você como exemplo a ser seguido em minha vida profissional. Obrigada!

Aos colegas da Ortodontia, que foram pessoas sempre prontas a estender a mão nos momentos necessários e que tornaram meus dias em Araraquara mais agradáveis: Rachel Mendonça, Talles Fernando, Jonas Bianchi, Juan Mariscal Patrícia Pigatto, Kélei Matias, Taísa Raveli, Liliane Rosas, Ricardo Lima, Luégua Knop, Cláudia Nakandakari, Roberto Júnior e Sandra Palomino. Aos demais colegas Camila Lorenzetti, Paula Masetti e Natália Bertolo, agradeço pela diversão e amizade.

Aos grandes amigos que tive a oportunidade de conhecer e que com certeza serão sempre amigos: Kamila de Figueiredo, que recebeu uma desconhecida baiana em sua casa e me acolheu, me ajudou e me apoiou sempre, obrigada por tudo Ka; a Fernando Carvalho e seu companheiro Johnny, que sempre tentou tirar um pouquinho do meu jeito rígido, fazendo minha vida mais leve e despreocupada, sei que hoje tenho um irmão pronto para o que der e vier; a Maysa Vasconcelos por todo o seu companheirismo e cumplicidade, pelos jantares e conversas de horas, você deixou saudades quando foi embora; a Matheus Strelow, por ter sido um grande companheiro e por sempre me mostrar o outro lado das coisas, você é uma pessoa diferenciada e levarei seus exemplos pra vida; e por fim, a minha amiga Tatyane Mesquita, a minha irmã gêmea de outra mãe, mas com um adicional de stress, rrsrrs, obrigada pela amizade, ajuda, apoio, por me ouvir, por trabalhar comigo aos finais de semana, por ter sido meu braço direito, não tenho como te agradecer por tudo. Amo vocês!

A todos os funcionários da faculdade, por sempre nos ajudarem, em especial a Totó e Diego, que sempre me salvavam nos momentos de sufoco!

Aos professores Patrícia Sakima e Alexandre Sakima, por terem contribuído enormemente na minha formação como Ortodontista e por terem acreditado em mim. Obrigada!

E por fim, aos professores Ronald Paixão e Alexandre Vianna, que cada um com seu jeito, me fizeram desejar ser sempre melhor na profissão que escolhi. Obrigada!

Almeida LF. Avaliação in vitro do tempo de fotopolimerização com LED de alta potência de bráquetes ortodônticos e remoção de adesivo remanescente sob luz ultravioleta [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar o efeito da redução do tempo de foto polimerização com LED de alta potência (Valo, Ultradent, South Jordan, EUA) na força de adesão de bráquetes metálicos ortodônticos e na quantidade de adesivo remanescente de duas resinas ortodônticas, e avaliar a quantidade de resina remanescente e o dano ao esmalte após a sua remoção com dois métodos distintos de iluminação, sob luz ultravioleta (UV) e sob iluminação artificial convencional. **MÉTODOS:** Oitenta pré-molares humanos foram divididos em quatro grupos, de acordo com a resina utilizada para a colagem e o tempo de foto polimerização: G1 (Transbond XT, 6s), G2 (Opal Bond MV, 6s), G3 (Transbond XT, 3s) e G4 (Opal Bond MV, 3s). Os bráquetes foram submetidos a um teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina de testes universal. A superfície do esmalte foi então fotografada em microscópio eletrônico de varredura e avaliada a quantidade de resina remanescente por meio do software Image J. Os grupos 2 e 4 foram aleatoriamente divididos em dois grupos de acordo com a iluminação utilizada para a remoção da resina residual com broca multilaminada de tungstênio em baixa rotação. O grupo UV recebeu iluminação comum associada à luz UV e o grupo convencional apenas a iluminação convencional. Antes da colagem (T1) e após a remoção da resina (T2), réplicas dos dentes foram fotografados em microscópio eletrônico de varredura com 20 vezes de aumento para a determinação do Enamel Damage Index (EDI) e em T2 foram feitas fotografias digitais sob iluminação ultravioleta para evidenciação e quantificação da resina restante no software Image J. Uma análise de variância de dois níveis foi utilizada para a análise estatística dos dados do cisalhamento enquanto os testes de Friedman e Post Hoc de Mann-Whitney foram utilizados para os dados da quantidade de resina remanescente. Para os dados da quantidade de adesivo remanescente (T2) e do EDI, foi utilizado o teste de Mann-Whitney com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ). **RESULTADOS:** O tempo e a resina influenciaram de maneira significativa os valores do teste de cisalhamento ( $p < ,001$ ). O tempo de 6 segundos apresentou uma média superior (21,56 MPa) ao tempo de 3 segundos (15,79 MPa) e a resina Transbond XT apresentou uma média superior (21,06 MPa) à da resina Opal Bond MV (16,29 MPa). O ARI foi influenciado pela resina, onde a Opal Bond MV deixou maiores quantidades de resina aderida ao esmalte ( $p < ,001$ ). Houve diferença entre os dois métodos quanto à quantidade de resina remanescente após a remoção com broca multilaminada, onde o grupo convencional deixou maiores quantidades de resina sobre o esmalte ( $p < ,001$ ) e não houve diferença entre os dois métodos de remoção do adesivo remanescente quanto ao dano do esmalte ( $p = ,729$ ). **CONCLUSÃO:** Houve diferença significativa nos valores de resistência ao cisalhamento entre os tempos de 3 e 6 com maiores valores para o tempo de 6 segundos e redução do tempo não influenciou na quantidade de adesivo remanescente e A utilização da iluminação ultravioleta resultou em maior remoção da resina residual sem aumentar o dano causado ao esmalte.

**Palavras-chave:** Cura luminosa de adesivos dentários. Resistência ao cisalhamento. Esmalte dentário. Raios ultravioleta.

Almeida LF. In vitro evaluation of the curing time of orthodontic brackets with high power LED and remaining adhesive removal under UV light. [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2016.

## **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** To assess the effect of time reduction in bond strength of metal orthodontics brackets using a high-power LED (Valo, Ultradent, South Jordan, USA) and the amount of adhesive remaining of two orthodontic resins, and assess the amount of adhesive remnant and enamel damage upon removal of an ultraviolet (UV) sensitive adhesive under conventional lighting and UV light. **METHODS:** Eighty human premolars were divided into four groups, according to the composite utilized and light-curing time: G1 (Transbond XT, 6s), G2 (Opal Bond MV, 6s), G3 (Transbond XT, 3s) and G4 (Opal Bond MV, 3s). The brackets were removed by a shear bond strength test on a universal testing machine. After the test, the enamel surface was photographed by scanning electron microscopy and the amount of adhesive remnant was assessed by the Image J software. Groups 2 and 4 were randomly divided into two groups according to the lighting used for the removal of residual resin by a low-speed tungsten bur. The UV group received conventional lighting associated with UV light, whereas the conventional group received conventional lighting only. Before bonding (T1) and after resin removal (T2), teeth replicas were photographed in a scanning electron microscope for the assess of The enamel damage index (EDI) and on T2 teeth digital photographs were made under UV lighting to assess the amount of resin left over the enamel by Image J software. Two-way analysis of variance was used for statistical analysis of shear bond strength data, whereas Friedman and Mann-Whitney post hoc tests were used to analyze data on the amount of adhesive remnant. The adhesive remnant (T2) and the EDI data were analyzed by the Mann-Whitney test, set at 95% ( $p < 0.05$ ). **RESULTS:** Time and composite affected shear bond strength test values ( $p < .001$ ). The time of 6 seconds had a higher mean (21.56 MPa) than the time of 3 seconds (15.79 MPa) and Transbond XT composite showed a higher mean (21.06 MPa) than the Opal Bond MV (16.29 MPa). The ARI was influenced by the composite, where the Opal Bond MV left over larger amounts of composite on the enamel ( $p < .001$ ). The two methods differed on the amount of adhesive remnant left after removal, the conventional group showed more adhesive left on the enamel ( $p < .001$ ) than the UV group. There was no difference between methods regarding enamel damage ( $p = .729$ ). **CONCLUSION:** There was significant difference in shear bond strength values between 3 and 6-second intervals, with the latter showing higher values. Reduction in time did not affect the amount of adhesive remnant. U.V. lighting allowed significantly more adhesive removal without increasing the damage caused to the enamel.

**Keywords:** Light Curing of Dental Adhesives. Shear Strength. Dental enamel. Ultraviolet Rays.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>PUBLICAÇÕES.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Artigo 1.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Artigo 2.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento do condicionamento ácido por Buonocore<sup>7</sup> (1955), foi possível a substituição das bandas ortodônticas pela colagem dos bráquetes, preconizada por Newman<sup>24</sup> (1964). Desde então, existe uma busca constante por materiais que aperfeiçoem o procedimento, fornecendo ao mesmo tempo uma adesão satisfatória.

A adesão de bráquetes ortodônticos na superfície do esmalte dentário tem o objetivo de ser temporária e forte o suficiente para resistir ao tempo de tratamento e às forças ortodônticas e mastigatórias. De acordo com Reynolds<sup>27</sup> (1975) a força de adesão in vitro que se adequa às necessidades clínicas varia de 5,9 a 7,8Mpa. Quando as forças de adesão entre bráquete/resina/esmalte são mantidas nesses valores, os riscos de injúrias ao esmalte durante a remoção das peças são diminuídos, visto que valores a partir de 13 Mpa estão associados a fraturas de esmalte (Bishara<sup>5</sup>, 2003; Retief<sup>26</sup>, 1974).

Com a introdução dos materiais adesivos foto polimerizáveis, os ortodontistas ganharam tempo para posicionar adequadamente as peças ortodônticas, mas por outro lado passaram a dispendir um tempo maior para a cura do sistema adesivo que pode ser até de 40 segundos em cada dente, a depender do equipamento utilizado (Bishara et al.<sup>4</sup>, 2003).

As resinas foto ativadas não necessitam de mistura prévia, pois no mesmo material existem as duas moléculas necessárias para a reação de polimerização, o iniciador e o monômero. O iniciador mais comumente utilizado é a canforoquinona (CQ) que absorve luz visível com comprimentos de onda entre 400 e 500 nm. Com a absorção da luz a CQ torna-se ativada, formando radicais livres que irão reagir com os monômeros, iniciando assim a reação de polimerização das resinas. Os radicais livres quebram ligações duplas entre carbonos presentes nos monômeros, o que permite que eles se liguem entre si formando polímeros. Desta maneira, quanto maior a intensidade da luz, um maior número de moléculas de CQ serão ativadas e mais radicais livres serão formados sendo maior a extensão da polimerização da resina composta (Blankenau et al.<sup>6</sup>, 1999; Rueggeberg, Jordan<sup>28</sup>, 1993).

O grau de conversão das resinas é caracterizado pelo número de ligações duplas entre os carbonos que reagiram e é um fator que interfere nas características

da resina, como solubilidade, propriedades mecânicas, descoloração e biocompatibilidade (Lohbauer et al.<sup>17</sup>, 2005). Já se sabe que o grau de conversão se mantém quando é utilizada uma quantidade de energia entre 21-24 J/cm<sup>2</sup>, para um incremento de resina com 2 mm de espessura (Emami, Söderholm<sup>12</sup>, 2003). Sabendo que a densidade de energia é o resultado da multiplicação da intensidade de luz (mW/cm<sup>2</sup>) e do tempo de irradiação, é possível reduzir o tempo, desde que a potência seja elevada, mantendo o mesmo grau de conversão das resinas (Rueggeberg<sup>29</sup>, 2011; Staudt et al.<sup>30</sup>, 2006).

Os fotopolimerizadores convencionais de luz halógena, introduzidos no mercado na década de 1970, foram os aparelhos mais populares por muitos anos, apesar das suas desvantagens (Bayne<sup>3</sup>, 2005; Yoon et al.<sup>34</sup>, 2002). Estes aparelhos podem produzir intensidade luminosa de 400 mW/cm<sup>2</sup> até 1000 mW/cm<sup>2</sup> nos mais recentes, no entanto, apresentam como desvantagens a produção de calor que pode ser transmitida ao dente, tempo de vida útil das lâmpadas curto (100 horas), diminuição progressiva da intensidade luminosa e a degradação do filtro que seleciona os comprimentos de onda (Mavropoulos et al.<sup>19</sup>, 2005; Miyazaki et al.<sup>22</sup>, 1998).

Os aparelhos de luz halógena produzem vários comprimentos de onda, portanto, necessitam de filtros para limitar a saída de ondas em uma faixa que varia de 370 a 550 nm, com o intuito de ser eficiente para ativar a canforoquinona. Parte da luz produzida é transformada em calor (12%) e apenas cerca de 5% é transformada em luz visível, sendo o restante composto por luz no espectro infravermelho (Mills et al.<sup>21</sup>, 2002).

Como alternativa à luz halógena, foi proposta por Mills et al.<sup>20</sup> (1999) a fonte de luz *light-emitting-diode* (LED), a qual na sua primeira geração emitia luz com espectro entre 420 e 490 nm, que engloba o comprimento de absorção máxima da CQ (468 nm), porém apresentava baixa potência (Blankenau et al.<sup>6</sup>, 1999; Nakamura et al.<sup>23</sup>, 1994). Como evolução desses aparelhos, foi introduzida a 3ª geração do LED, que pode chegar a potências superiores a 3.200 mW/cm<sup>2</sup> e espectros entre 390-510 nm aproximadamente, sendo capaz de foto polimerizar resinas com diferentes fotoiniciadores (Flury et al.<sup>13</sup>, 2014; Jandt, Mills<sup>15</sup>, 2013).

Os dispositivos de LED não necessitam de filtros, são eficientes, resistentes a choques e apresentam vida útil de aproximadamente 10000 horas (Mavropoulos et al.<sup>19</sup>, 2005; Mills et al.<sup>20</sup>, 1999). Estudos prévios avaliaram a eficiência de aparelhos

de LED de alta potência mostrando que é possível obter foto polimerizações adequadas em menor tempo, quando comparado com as fontes de luz halógena convencionais (Cerekja, Cakirer<sup>8</sup>, 2011; Mavropoulos et al.<sup>19</sup>, 2005; Thind et al.<sup>31</sup>, 2006; Yoon et al.<sup>35</sup>).

Para o aparelho VALO (Ultradent, South Jordan, EUA), fotopolimerizador LED de 3ª geração, quando da polimerização no modo de potência Xtra (3.200 mW/cm<sup>2</sup>), indicado para a colagem de bráquetes, recomenda-se utilizar o tempo de apenas 3 segundos. Em estudo recente, foi avaliado o grau de conversão de resinas ortodônticas com a redução do tempo de foto polimerização com o aparelho VALO para 8.5, 6 e 3 segundos, e foi observado que apesar de haver redução no grau de conversão para o tempo de 3 segundos (75%), ocorreu aumento na micro dureza do compósito (Amato et al.<sup>2</sup>, 2014).

Cada compósito responde de maneira diferente aos processos de foto polimerização, mesmo quando a mesma quantidade de energia é utilizada (Usümez et al.<sup>32</sup>, 2005). Nas resinas ortodônticas, em especial, foto polimerizações inadequadas irão resultar em propriedades físico-químicas inferiores, diminuindo o desempenho clínico (Eliades et al.<sup>9</sup>, 2000).

Além da diminuição do tempo de trabalho clínico, o aspecto final do esmalte dentário é outro fator relevante na satisfação dos pacientes ortodônticos e para uma aparência adequada do sorriso é necessário que o esmalte dentário esteja livre de manchas ao final do tratamento (Van der Geld et al.<sup>33</sup>, 2007).

As pigmentações do esmalte resultantes do tratamento ortodôntico normalmente são associadas aos *tags* de resina remanescentes, que não apresentam estabilidade na cor (Eliades et al.<sup>10</sup>, 2004; Karamouzos et al.<sup>16</sup>, 2010). Eliades et al.<sup>11</sup> (2001) ainda acrescentam que os procedimentos de remoção do bráquete e resina remanescente podem modificar a coloração do esmalte. Além disso, quando restos de resina são deixados sobre a superfície do esmalte, são formados locais de retenção de biofilme dentário, aumentando as chances do desenvolvimento de lesões de cárie (Karamouzos et al.<sup>16</sup>, 2010).

Já se sabe que um dos melhores métodos para a remoção do adesivo remanescente é a utilização de broca multilaminada de tungstênio em baixa rotação, onde melhor contraste entre a resina e o dente é obtido, causando menor dano ao esmalte (Macieski et al.<sup>18</sup>, 2011; Ogaard, Fjeld<sup>25</sup>, 2010). No entanto, a inspeção da presença do adesivo ainda é visual e tátil, sob iluminação convencional, o que

dificulta o procedimento, pois a resina apresenta coloração semelhante ao dente (Abdallah et al.<sup>1</sup>, 2014).

Tem-se buscado maneiras para facilitar a visualização do remanescente adesivo no momento da remoção do aparelho ortodôntico, como a utilização da luz ultravioleta ou o uso de substâncias pigmentadoras (Abdallah et al.<sup>1</sup>, 2014; Hermanson et al.<sup>14</sup>, 2008). Além de causar menor dano ao esmalte, possibilitaria evidenciar o material adesivo deixando menores quantidades de remanescentes sobre o esmalte, evitando a geração de áreas de retenção de biofilme dentário e de superfícies suscetíveis à pigmentação.

Com o intuito de otimizar o atendimento clínico do especialista em Ortodontia e possibilitar remoção de resina remanescente eficiente e segura, maiores investigações são necessárias acerca da influência dos tempos de foto ativação na força de adesão dos bráquetes e de melhores métodos de remoção da resina remanescente, reduzindo a pigmentação e os danos ao esmalte após a remoção do aparelho ortodôntico.

O objetivo deste estudo é avaliar *in vitro* a influência do tempo de foto polimerização com fonte LED de alta potência por meio de ensaio mecânico de resistência ao cisalhamento e avaliar um método de remoção de resina remanescente sob luz ultravioleta, comparando com um método convencional quanto ao dano ao esmalte e à quantidade de material remanescente.

## **2 PROPOSIÇÃO**

Serão descritos neste tópico os objetivos gerais e específicos deste trabalho científico.

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a o efeito do tempo de foto-ativação de dois sistemas adesivos com fotopolimerizador de alta potência para a colagem direta de bráquetes metálicos e avaliar comparativamente dois métodos de remoção de adesivo remanescente sob luz ultravioleta e luz artificial convencional.

### **2.2 Objetivos específicos**

- 1- Avaliar o efeito de diferentes tempos de foto-ativação na resistência da colagem direta de bráquetes metálicos, por meio de ensaio mecânico de cisalhamento.
- 2- Avaliar o efeito de diferentes tempos de foto-ativação na quantidade de adesivo remanescente após descolagem de bráquetes por meio de ensaio mecânico de cisalhamento.
- 3- Avaliar a quantidade de resina remanescente mesmo após a sua remoção com broca multilaminada em baixa rotação sob luz UV e luz convencional.
- 4- Avaliar microscopicamente o dano ao esmalte após a remoção do adesivo remanescente com dois métodos distintos de iluminação, sob luz ultravioleta e sob iluminação artificial convencional.

### **3 PUBLICAÇÕES**

Este trabalho de dissertação de mestrado foi subdividido em dois artigos científicos que serão posteriormente publicados em periódicos da área.

#### **3.1 Artigo 1**

### **EFEITOS DA REDUÇÃO DO TEMPO DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO EM BRÁQUETES ORTODÔNTICOS\***

\* Artigo a ser submetido ao periódico The Angle Orthodontist.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar o efeito da redução do tempo de foto polimerização com LED de alta potência (Valo, Ultradent, South Jordan, EUA) na força de adesão de bráquetes metálicos ortodônticos e na quantidade de adesivo remanescente de duas resinas ortodônticas. **MÉTODOS:** Oitenta pré-molares humanos foram divididos em quatro grupos, de acordo com a resina utilizada para a colagem e o tempo de foto polimerização: G1 (Transbond XT, 6s), G2 (Opal Bond MV, 6s), G3 (Transbond XT, 3s) e G4 (Opal Bond MV, 3s). Vinte e quatro horas após a colagem, os bráquetes foram submetidos a um teste de resistência ao cisalhamento em máquina de testes universal. A superfície do esmalte após o cisalhamento foi fotografada em microscópio eletrônico de varredura e avaliada a quantidade de resina remanescente por meio do software Image J, utilizando a ferramenta de cálculo da área. Uma análise de variância de dois níveis foi utilizada para tratamento estatístico dos dados do cisalhamento enquanto os testes de Friedman e Post Hoc de Mann-Whitney foram utilizados para os dados relativos à quantidade de resina remanescente. **RESULTADOS:** O tempo e a resina influenciaram de maneira significativa os valores do teste de cisalhamento ( $p < .001$ ). O tempo de 6 segundos apresentou média superior (21,56 MPa) ao tempo de 3 segundos (15,79 MPa) e a resina Transbond XT apresentou média superior (21,06 MPa) à da resina Opal Bond MV (16,29 MPa). O ARI foi influenciado pelo sistema adesivo ( $p < .001$ ), tendo a Opal Bond MV deixado maiores quantidades de resina aderida ao esmalte. **CONCLUSÃO:** Houve diferença significativa nos valores de resistência ao cisalhamento entre os tempos de 3 e 6 com maiores valores para o tempo de 6 segundos. A redução do tempo de foto polimerização não influenciou na quantidade de adesivo remanescente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cura luminosa de adesivos dentários. Bráquetes ortodônticos. Resistência ao cisalhamento.

## INTRODUÇÃO

A colagem é um dos procedimentos que mais consome tempo dentro da ortodontia, por isso, a redução do tempo de foto polimerização dos compósitos utilizados para colagem traria maior eficiência, sem contar o maior conforto proporcionado ao paciente. Nos dias de hoje, o aparelho mais utilizado para esse propósito é o LED (Light Emiting Diode), e a literatura já mostrou reduções no tempo de foto ativação de até  $10^{1-3}$ ,  $8^4$ ,  $6^4$  e  $4^5$  segundos, com bons resultados. Mas como estes estudos foram realizados com aparelhos de LED com irradiância aproximada de  $1000 \text{ mW/cm}^2$ , pode se sugerir que os aparelhos que emitam irradiância ao redor de  $3.200 \text{ mW/cm}^2$  <sup>6</sup> possam reduzir mais ainda o tempo de polimerização.

Recentemente foi mostrado que com potência de  $1520 \text{ mW}$  (irradiância aproximada de  $3200 \text{ mW/cm}^2$ ) e tempo de 3 segundos, pode-se alcançar até mais do

que 80% de foto conversão, dependendo da resina utilizada<sup>7</sup>, mas ainda não se testou a resistência ao cisalhamento de bráquetes com tempo de foto polimerização tão reduzido para os LEDs de alta potência. Além disso, o tipo de falha durante a descolagem que pode ser adesiva, quando ocorre entre a superfície do esmalte e a resina, ou coesiva, quando ocorre na interface entre bráquete e resina<sup>8</sup>, não foi avaliada com protocolos reduzidos de foto ativação, uma vez que isso pode variar de resina para resina, similarmente à própria dinâmica de foto polimerização e o tempo necessário para a foto conversão.

O objetivo deste estudo é avaliar *in vitro* o efeito da redução do tempo de foto polimerização com LED de alta potência na força de adesão de bráquetes metálicos ortodônticos e na quantidade de adesivo remanescente de duas resinas ortodônticas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para o cálculo do tamanho da amostra foram utilizados dados de médias e desvios padrão encontrados na literatura ( $M=9,5$ ,  $DP=4,3^9$ ;  $M=4,99$ ,  $DP=1,00^{10}$ ), com nível de significância de 5% e poder de 80%, o que resultou em tamanhos de amostra de 10 e 18 dentes. Por segurança, optou-se pela amostra maior acrescida de dois dentes, resultando em uma amostra de 20 corpos de prova por grupo de teste.

Oitenta pré-molares humanos, sem colagem prévia de bráquetes e com face vestibular livre de cáries, fraturas e restaurações, obtidos em banco de dentes, foram divididos aleatoriamente em 4 grupos que receberam diferentes protocolos de colagem.

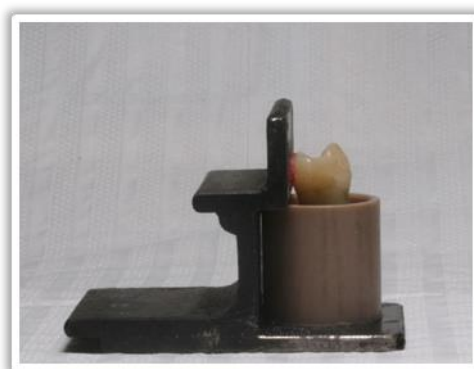
No grupo 1 foi utilizada a resina Transbond XT (3M/Unitek, Monrovia, EUA) com seu respectivo adesivo e no grupo 2 a resina Opal Bond MV e o adesivo Opal Seal (Opal Orthodontics, South Jordan, EUA), ambos os grupos 1 e 2 foram polimerizados por 6 segundos (3 por mesial e 3 por distal). Os grupos 3 e 4 utilizaram os mesmos sistemas adesivos dos grupos 1 e 2, respectivamente, mas foram polimerizados por 3 segundos em somente uma das faces (Tabela 1). Os adesivos dos quatro grupos foram previamente foto polimerizados por 3 segundos. O aparelho fotopolimerizador utilizado foi o LED de 3ª geração VALO Cordless (Ultradent, South Jordan, EUA), utilizando o modo de potência Xtra (irradiância de

3.200 mW/cm<sup>2</sup>, informado pelo fabricante). O aparelho foi avaliado com o medidor de energia laser Fieldmaster (Coherent, Santa Clara, EUA) encontrando a potência de 1520 mW.

**Tabela 1** – Descrição dos grupos estudados.

Grupos	Sistema adesivo	Tempo de foto polimerização da resina	N
1	Resina Transbond XT + Adesivo Transbond	6 segundos	20
2	Opal Bond + Opal Seal	6 segundos	20
3	Resina Transbond XT + Adesivo Transbond	3 segundos	20
4	Opal Bond + Opal Seal	3 segundos	20

Os dentes foram fixados por inclusão das raízes em anéis de PVC com 2 cm de altura e 2 cm de diâmetro com resina acrílica autopolimerizável JET (Produtos Odontológicos Clássico, São Paulo, BR), com a área central da face vestibular dos dentes posicionada perpendicularmente à base do anel com auxílio de um esquadro metálico (Fig. 1). Os corpos de prova foram armazenados em água destilada sob refrigeração a 4°C até o momento da colagem dos bráquetes, de acordo com a ISO/TS 11405/2014.

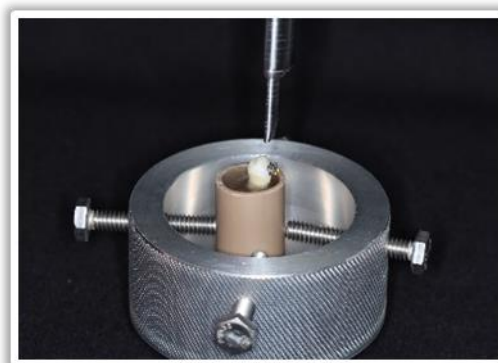


**Figura 1** Posicionamento do cilindro de PVC no conjunto esquadro/dente.

Previamente à colagem, foi realizada profilaxia com pasta de pedra pomes e taça de borracha por 15 segundos, após a qual os dentes foram lavados e completamente secos com jato de ar por 10 segundos.

Bráquetes metálicos de pré-molares Avex (Ultradent, South Jordan, EUA), prescrição Roth 0,022", com tamanho de base de 11,045 mm<sup>2</sup> [medida com paquímetro de precisão, modelo Coolant Proof Micrometer IP65 (Mitutoyo Sul Americana, São Paulo, BR)] foram colados aos dentes de acordo com os protocolos determinados (Tabela 1).

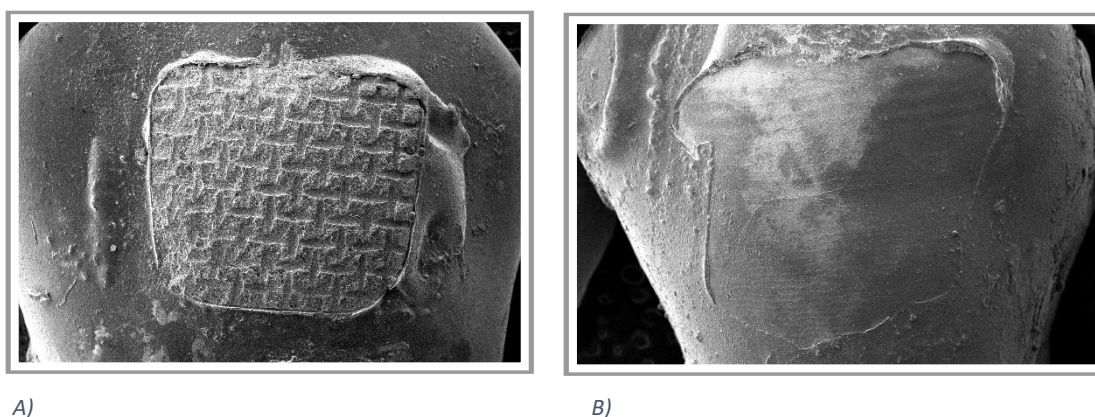
Após a colagem, os corpos de prova foram imersos em água destilada e armazenados à temperatura de 37°C durante 24h previamente à realização do teste. Um cinzel customizado foi acoplado a uma máquina EMIC DL 2000 (NSTRON - ITW, São José dos Pinhais, BR) com célula de carga de 2500 N, posicionado na base do bráquete com movimentação à velocidade de 0,5mm/min. Os corpos de prova foram fixados à base estabilizadora confeccionada para evitar a movimentação do conjunto dente/bráquete no momento do teste (Fig. 2). A força máxima de cisalhamento foi registrada em Newtons (N) e calculada em Mega Pascal (Mpa) por meio do software TESC.



**Figura 2** Corpo de prova fixado à base estabilizadora e cinzel confeccionado para o teste de cisalhamento.

Após o teste, as faces vestibulares dos dentes foram moldadas com silicona por adição leve Elite HD (Zhermack®, Badia Polesine, IT) e réplicas foram feitas com resina epóxi Epofix (Struers, Ballerup, DK). As réplicas foram metalizadas com camada de ouro e fotografadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (JEOL, Tóquio, JP) com aumento de 20 vezes para a quantificação do adesivo remanescente (Fig. 3). Um dos autores (L.A.) realizou a determinação de porcentagem residual de resina aos dentes com o auxílio do software Image J Versão 1.36 (Nacional Institutes of Health, Rockville, EUA), o qual calcula a área de resina residual comparada com a área da base dos bráquetes para determinação de

percentual. A avaliação foi repetida após intervalo de uma semana, para a análise do erro através do gráfico de Bland-Altman<sup>11,12</sup>, e a média das duas medidas utilizada para a análise estatística.



**Figura 3** A) Fotografia em MEV com 20x de aumento, mostrando um corpo de prova com 100% do adesivo sobre a superfície do esmalte. B) Fotografia em MEV com nenhum adesivo sobre a superfície do esmalte.

Para a análise estatística dos dados do ensaio mecânico, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) de dois níveis, com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

Os dados das porcentagens de adesivo remanescente foram avaliados pelos testes estatísticos de Friedman e Post Hoc de Mann-Whitney, com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

O tempo influenciou de maneira significativa a força de cisalhamento entre os grupos ( $p < ,001$ ) (Tabela 2). O tempo de 3 segundos apresentou média de 15,79 MPa enquanto o tempo de 6 segundos apresentou média de 21,56 MPa (Tabela 3).

**Tabela 2** Resultados do teste ANOVA de dois níveis, onde a influência das variáveis tempo de polimerização e tipo de resina foram avaliadas na força de resistência ao cisalhamento.

Fator	Quadrado médio	F	p
Tempo	453,96	17,42	<,001
Resina	667,19	25,60	<,001

<b>Tempo*Resina</b>	4,88	,19	,67
---------------------	------	-----	-----

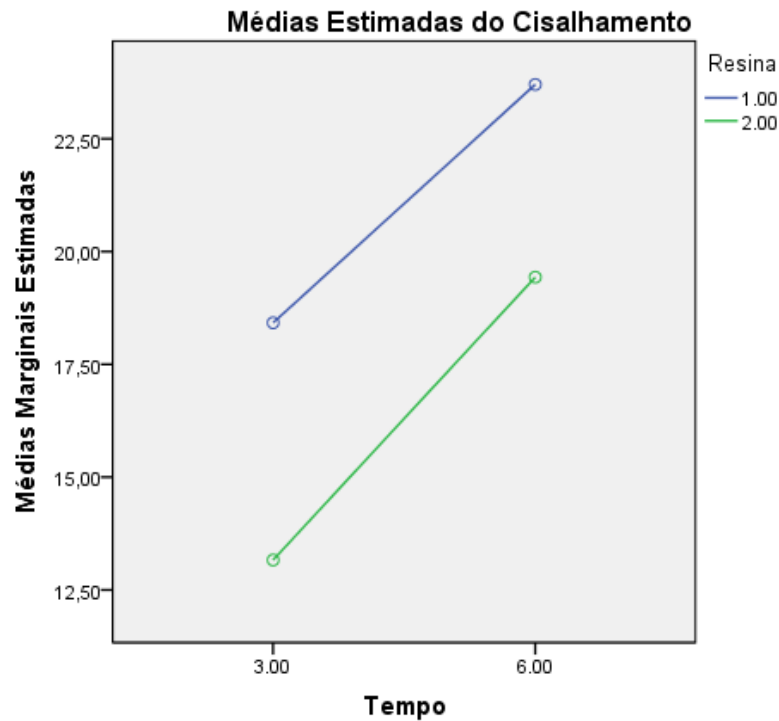
**Tabela 3** Valores de média, erro padrão e intervalo de confiança (95%) para a variável tempo, independente da resina testada.

<b>Tempo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Intervalo de confiança</b>	
			<b>Limite inferior</b>	<b>Limite superior</b>
<b>3</b>	15,79	5,52	14,18	17,40
<b>6</b>	21,57	5,65	19,96	23,17

A resina influenciou de maneira significativa os valores de resistência ao cisalhamento entre os grupos ( $p < ,001$ ) (Tabela 2). A resina Transbond XT apresentou média de 21,06 MPa, enquanto a resina Opal Bond obteve média de 16,29 MPa (Tabela 4). Não houve interação entre as variáveis tempo e resina com  $p = ,667$  (Tabela 2, Tabela 5 e Fig. 4).

**Tabela 4** Valores de média, erro padrão e intervalo de confiança (95%) para a variável resina, independentemente do tempo de foto polimerização.

<b>Resina</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Intervalo de confiança</b>	
			<b>Limite inferior</b>	<b>Limite superior</b>
<b>Transbond XT</b>	21,06	6,31	19,45	22,67
<b>Opal Bond</b>	16,30	5,31	14,69	17,90



**Figura 4** Relação da força de adesão em função das variáveis resina e tempo, evidenciando que não houve interação.

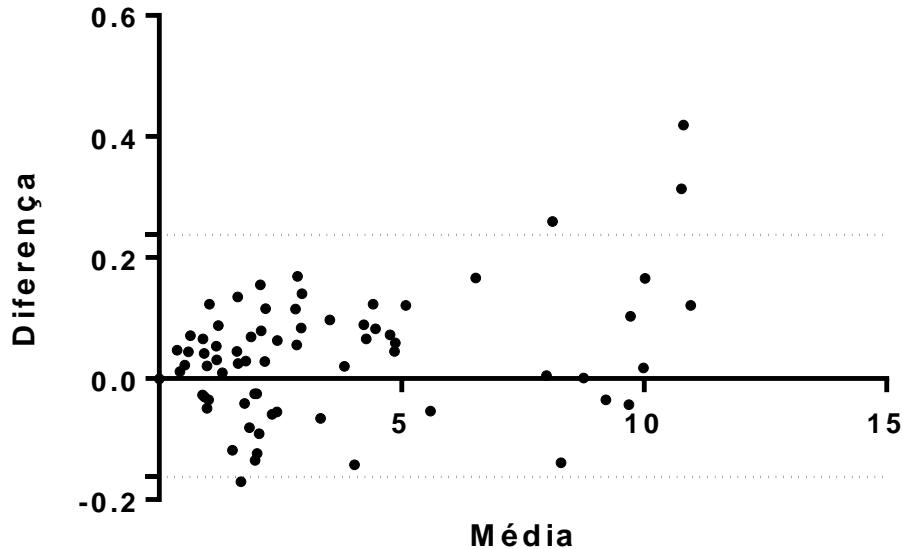
**Tabela 5** Descrição dos grupos submetidos ao ensaio mecânico de cisalhamento onde os valores máximo e mínimo são descritos, bem como a média e o desvio padrão dos grupos, expressos em MPa.

Grupo	Tempo	Resina	Média	DP	Min	Max
1	6	TB*	23,70	6,51	11,20	37,56
2	6	OB**	19,43	3,70	12,21	28,37
3	3	TB*	18,42	4,96	6,58	26,33
4	3	OB**	13,16	4,85	6,88	21,71

\*Transbond XT \*\*Opal Bond

A reprodutibilidade do processo de mensuração da quantidade de adesivo remanescente foi avaliada utilizando-se o gráfico de Bland-Altman (Fig. 5), estimado por meio de limites de concordância de 95%. O viés foi de 0,038 e os limites de

concordância apontam que a maioria das medidas apresentaram diferenças entre 0,24 e -0,16 mm<sup>2</sup>.



Limite de concordância superior: 0.2374; Limite de concordância inferior: -0.1626; Desvio padrão do viés: 0.1020, Viés: 0.03739.

**Figura 5** Gráfico de Bland-Altman que relaciona a diferença das duas mensurações com a média para avaliar sua reprodutibilidade.

O teste de Friedman mostrou que houve diferença significativa entre os 4 grupos estudados ( $p=.006$ ) quanto à quantidade de adesivo remanescente. A marca comercial da resina interferiu de maneira significativa na quantidade de remanescente na superfície do esmalte ( $p<.001$ ) (Tabela 6). A resina Opal Bond deixou maiores quantidades de resina no dente do que a Transbond XT (Tabela 6). Para a variável tempo não houve diferença significativa ( $p=.509$ ).

**Tabela 6** Resultados obtidos pelo teste de Mann Whitney onde foi avaliada a influência das variáveis resina e tempo de foto polimerização na quantidade de resina remanescente na superfície do esmalte ( $p<.025$ ).

Variável		Percentis			Mann Whitney ( $p<.025$ )
		25	50 (Mediana)	75	
Resina	TB	8,0	11,0	19,0	<.001
	OB	19,0	38,0	74,0	
Tempo	3	9,0	18,0	44,0	$p=.509$
	6	13,2	21,5	39,2	

Um total de 8 corpos de prova sofreram fratura de esmalte durante o cisalhamento, associadas a altas forças de tensão, variando entre 19,96 a 27,4 MPa e que ocorreram em maior número no G1(Transbond XT, 6 segundos) (Tabela 7).

**Tabela 7** Distribuição de fraturas que ocorreram nos grupos.

<b>Grupo</b>	<b>Número de fraturas</b>	<b>Tensão mínima</b>	<b>Tensão máxima</b>
<b>G1</b>	5	21,68 MPa	27,04 MPa
<b>G2</b>	1	21,36 MPa	21,36 MPa
<b>G3</b>	2	19,96 MPa	26,33 MPa
<b>G4</b>	0	----	----

## DISCUSSÃO

A diminuição do tempo de fotopolimerização de 6 para 3 segundos diminuiu a força necessária para o cisalhamento dos bráquetes, mesmo sendo utilizado um LED de alta potência. Isso já era esperado, porque o grau de conversão das resinas compostas é diretamente proporcional à energia absorvida pelos fotoativadores<sup>13,14</sup>. Reduções de tempo de 40 segundos para 10<sup>1</sup>, de 20 para 10<sup>1-3</sup>,<sup>15</sup>, de 8 para 6<sup>4</sup> e de 6 para 4<sup>4</sup> já foram testadas pela literatura, obtendo valores aceitáveis clinicamente, mas com a polimerização feita por aparelhos de LED com irradiância aproximada de 1000mW/cm<sup>2</sup>. É importante lembrar que o conceito de “cl clinicamente aceitável”, reproduzido por toda a literatura sobre o assunto (de 5,9 a 7,8 MPa), é empiricamente baseado na opinião pessoal de Reynolds<sup>16</sup> em 1975, numa época em que os materiais utilizados e os procedimentos de colagem eram diferentes dos atuais. No passado, materiais de colagem, tempos de condicionamento do esmalte e os sistemas adesivos eram diferentes dos atuais. Contudo, a falta de valores universalmente aceitos para a resistência ideal da colagem de bráquetes, dificulta a definição de um valor padrão.

Como alternativa aos valores citados na literatura, como os ideais, pode-se calcular a pressão máxima a que estão submetidos. Se as forças mastigatórias máximas de adultos (285.01 N para os homens e 253.99 N para as mulheres<sup>17</sup>) forem divididas pela área da base dos bráquetes estudados nesse trabalho (11,045 mm<sup>2</sup>), temos um valor de pressão máxima ao qual um bráquete estaria submetido se ele sofresse o impacto da mastigação isoladamente, que é de 25,8 MPa e 22,99 MPa, para homens e mulheres, respectivamente. Os nossos resultados de força de

adesão para os tempos de 6 e 3 segundos foram de 21,57 e 15,79 MPa, respectivamente, abaixo desse valor máximo, mas estando bem acima do intervalo de 5,9 a 7,8 MPa<sup>16</sup>.

Mas ao mesmo tempo que forças de resistência elevadas podem ser interessantes para se manter o bráquete ortodôntico posicionado ao longo do tratamento, forças de resistência muito altas podem ser consideradas como um fator de risco aumentado para fraturas no momento da descolagem. Em nossa amostra, ocorreram 8 fraturas de esmalte nos corpos de prova submetidos ao teste de cisalhamento. Cinco delas ocorreram onde a resina Transbond XT foi polimerizada por 6 segundos, com valores de cisalhamento variando de 21,7MPa até 27,0MPa, duas ocorreram onde a resina Transbond XT foi polimerizada por 3 segundos, com valores de 20,0MPa e 26,3MPa, e por fim, uma fratura ocorreu onde a resina Opal Bond MV foi utilizada com 6 segundos de foto polimerização, com valor de cisalhamento de 21,36MPa. Apesar de a literatura considerar forças superiores a 13 MPa como de risco a fratura,<sup>18-20</sup> nós obtivemos fraturas com forças de cisalhamento acima de 20MPa. Apesar de valores muito altos serem vistos como riscos à fratura no momento da remoção, essa informação deve ser vista com cuidado pois dificilmente o cisalhamento puro é aplicado aos bráquetes para removê-lo<sup>21</sup>.

As resinas influenciaram os valores do cisalhamento, com a marca comercial Transbond XT apresentou valores maiores do que os da Opal Bond MV. Entretanto, elas responderam de maneira semelhante, conforme o tempo diminuiu (Fig. 4). As resinas normalmente não respondem de maneira idêntica, pois alguns fatores podem influenciar no processo de foto polimerização, como a constituição do compósito e o tipo de fotoiniciador<sup>22,23</sup>. Não há comparações na literatura da resistência ao cisalhamento entre resinas polimerizadas com LED de alta potência, mas parece que o grau de conversão das resinas testadas por nós com o mesmo protocolo de ativação é satisfatório<sup>7</sup> (acima de 55%<sup>24</sup>).

Não houve diferença na quantidade de resina residual após o cisalhamento com a redução do tempo. Entretanto, houve diferença entre as duas marcas comerciais testadas, onde a Opal Bond deixou maiores quantidades de adesivo na superfície do esmalte, revelando predominância do tipo de falha coesiva (Tabela 6), comparada à Transbond XT. A falha coesiva parece ser a mais segura para evitar-se fraturas no esmalte, pelo fato de incidir menor quantidade de tensão no esmalte no momento da remoção do bráquete<sup>25</sup>.

O cálculo de resina remanescente neste estudo foi feito por determinação da área de resina remanescente em relação a área da base do bráquete, método que parece ser mais preciso e reproduzível que a inspeção visual e classificação pelo ARI (Adhesive remanent index),<sup>26</sup> já que ele é quantitativo e não qualitativo. Pelo fato da literatura não utilizar esse método mais preciso e a discussão ficar prejudicada, pode-se ajustar as porcentagens obtidas ao ARI (Tabelas 8 e 9).

**Tabela 8** – Escores e descrições dos aspectos superficiais do esmalte após remoção dos bráquetes.

<b>Escore</b>	<b>Aspecto superficial</b>
<b>0</b>	0% de adesivo na superfície do esmalte
<b>1</b>	Menos de 50% de adesivo na superfície do esmalte
<b>2</b>	Mais de 50% do adesivo na superfície do esmalte
<b>3</b>	100% do adesivo na superfície do esmalte, com impressão da base do bráquete

**Tabela 9** Distribuição dos valores do ARI nos grupos estudados.

<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>ARI 0</b>		<b>ARI 1</b>		<b>ARI 2</b>		<b>ARI 3</b>	
		<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	15	0	0	15	100	0	0	0	0
<b>2</b>	19	1	5	12	63	6	32	0	0
<b>3</b>	18	1	5.5	16	89	1	5.5	0	0
<b>4</b>	20	0	0	13	65	7	35	0	0

Na colagem de bráquetes é importante que a adesão seja forte o suficiente para mantê-los em posição até o fim do tratamento, mas ao mesmo tempo permitir uma remoção segura. Sugere-se que forças entre 5,9 a 7,8 MPa podem não ser suficientes para resistir às forças mastigatórias, e que o tempo de 6 segundos de foto polimerização pode produzir forças de adesão muito elevadas (21,57MPa), aumentando consideravelmente o risco às fraturas de esmalte. Com a redução para 3 segundos foi alcançada uma média de resistência ao cisalhamento de 15,79 MPa, semelhante aos estudos anteriores com o tempo de 10 segundos, como 13,5 MPa<sup>1</sup>, 15,9 MPa<sup>2</sup> e 14,48 MPa<sup>3</sup>, que talvez devam ser valores mais seguros para se evitar a fratura de esmalte. A resina Opal Bond MV polimerizada por 3 segundos mostrou altos valores de cisalhamento sem a ocorrência de nenhuma fratura, o que aparentou ter o melhor custo/benefício entre as resinas testadas com dois protocolos

diferentes. Entretanto, não se pode extrapolar esses dados “in vitro” diretamente à prática clínica, visto que outros fatores podem colaborar para que esses valores não sejam aplicáveis. Para que se possa tecer mais comentários aos valores adequados e seguros para a colagem de bráquetes, mais pesquisas, de preferência clínicas, devem ser realizadas.

## CONCLUSÕES

- Houve diferença significativa nos valores de resistência ao cisalhamento entre os tempos de 3 e 6 segundos utilizando LED de alta potência, com maiores valores para o tempo de 6 segundos.
- A resina Transbond XT apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento do que a resina Opal Bond MV.
- A redução do tempo não influenciou na quantidade de adesivo remanescente.
- A resina Opal Bond MV deixou maiores quantidades de adesivo remanescente na superfície do esmalte.

## REFERÊNCIAS\*

1. Swanson T, Dunn WJ, Childers DE, Taloumis LJ. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with light-emitting diode curing units at various polymerization times. *Am J Orthod Dentofac. Orthop.* 2004; 125: 337–41.
2. Lamper T, Steinhäuser-Andresen S, Huth KC, Ilie N, Paschos E. Does a reduction of polymerization time and bonding steps affect the bond strength of brackets? *Clin. Oral Investig.* 2012; 16(2): 665–71.
3. Cerekja E, Cakirer B. Effect of short curing times with a high-intensity light-emitting diode or high-power halogen on shear bond strength of metal brackets before and after thermocycling. *Angle Orthod.* 2011; 81(3): 510–6.
4. Yu HS, Lee KJ, Jin GC, Baik HS. Comparison of the shear bond strength of brackets using the led curing light and plasma arc curing light: polymerization time. *World J Orthod.* 2007; 8(2):129–35.
5. Rêgo EB, Romano FL. Photo-Activated With Light-Emitting Diode. *J. Appl. oral Sci.* 2007; 15(5):412–5.
6. Jandt K, Mills R. A brief history of LED photopolymerization. *Dent Mater* 2013; 29:605–17.

7. Amato PAF, Martins RP, dos Santos Cruz CA, Capella MV, Martins LP. Time reduction of light curing: Influence on conversion degree and microhardness of orthodontic composites. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2014; 146(1): 40–6.
8. Eliades T, Viazis AD, Lekka M. Failure mode analysis of ceramic brackets bonded to enamel. *Am J Orthod Dentofac. Orthop* 1993; 104(1): 21–6.
9. Mavropoulos a, Staudt CB, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *Eur. J. Orthod.* 2005; 27(4):408–12.
10. Carvalho PEG, Santos VM, Isber H, Cotrim-ferreira FA. Halogen light versus LED for bracket bonding : Shear bond strength. *Dental Press J. Orthod.* 2013; 18(1):1–7.
11. Bland J, Altman D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307–10.
12. Donatelli RE, Lee S-J. How to report reliability in orthodontic research: Part 1. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2013; 144(1): 156–61.
13. Rueggeberg F, Jordan D. Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int J Prosthodont* 1993; 6(4): 364–70.
14. Blankenau R, Erickson RL, Rueggeberg F. New light curing options for composite resin restorations. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 1999; 20(2): 122–5.
15. Thind BS, Stirrups DR, Lloyd CH. A comparison of tungsten-quartz-halogen, plasma arc and light-emitting diode light sources for the polymerization of an orthodontic adhesive. *Eur. J. Orthod.* 2006; 28(1): 78–82.
16. Reynolds JR. A review of direct orthodontic bonding. *Br. J. Orthod.* 1975; 2(3): 171–8.
17. Takaki P, Vieira M. Maximum Bite Force Analysis in Different Age Groups. *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* 2014;18(3): 272–6.
18. Bowen RL, Rodriguez MS. Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. *J. Am. Dent. Assoc.* 1962; 64: 378–87.
19. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J. Oral Rehabil.* 1974; 1: 265–84.
20. Bishara SE. Ceramic brackets: a clinical perspective. *World J. Orthod.* 2003; 4: 61–6.
21. Bishara SE, Fonseca JM, Fehr DE, Boyer DB. Debonding forces applied to ceramic brackets simulating clinical conditions. *Angle Orthod.* 1994; 64(4): 277–82.

22. Ferracane J, Greener E. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res.* 1984; 20: 121–31.
23. Rueggeberg F. State-of-the-art: dental photocuring - a review. *Dent. Mater. J.* 2011; 27: 39–52.
24. Eliades T, Eliades G, Brantley WA, Johnston WM. Residual monomer leaching from chemically cured and visible light-cured orthodontics adhesives. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1995; 108: 316–21.
25. Ogaard B, Fjeld M. The enamel surface and bonding in orthodontics. *Semin. Orthod.* 2010; 16(1): 37–48.
26. 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.

### 3.2 Artigo 2

#### **AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE ADESIVO REMANESCENTE E DANO AO ESMALTE COM O AUXÍLIO DE LUZ ULTRAVIOLETA: ESTUDO *IN VITRO*\***

\* Artigo a ser submetido ao periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

## RESUMO

**OBJETIVO:** Avaliar a quantidade de resina remanescente e o dano ao esmalte após a remoção de resina ortodôntica residual sob luz ultravioleta (UV) e sob iluminação convencional. **MÉTODOS:** Um total de 38 pré-molares humanos foram divididos em dois grupos de acordo com a iluminação utilizada para a remoção da resina residual com broca multilaminada de tungstênio em baixa rotação. O grupo UV recebeu iluminação comum associada à luz UV e o grupo convencional apenas a iluminação convencional. A quantidade de resina deixada após a remoção foi avaliada por meio do software Image J, utilizando fotografias digitais de ambos os grupos tiradas sob iluminação UV. Réplicas de resina epóxi foram feitas antes da colagem dos bráquetes e após a remoção da resina residual para serem fotografadas em microscópio eletrônico de varredura e graduadas de acordo com o Enamel Damage Index (EDI). A diferença entre o EDI final e inicial foi utilizada para a avaliação do dano. Os dados foram analisados pelo teste de Mann-Whitney, com nível de significância de 95% ( $p < ,05$ ), para verificar diferenças entre os grupos. **RESULTADOS:** Os dois métodos diferiram na quantidade de adesivo remanescente sobre o esmalte após a remoção ( $p < ,001$ ). O grupo convencional mostrou maior quantidade de adesivo sobre o esmalte do que o grupo UV. Não houve diferença entre os métodos quanto ao dano ao esmalte ( $p = ,729$ ). **CONCLUSÃO:** A iluminação UV permitiu a remoção de uma maior quantidade de resina sem aumentar o dano causado ao esmalte.

Palavras-chave: Bráquetes ortodônticos. Esmalte dentário. Raios ultravioleta.

## INTRODUÇÃO

Ao fim do tratamento ortodôntico, após a remoção dos bráquetes, o profissional se depara com a necessidade de remover a resina remanescente tentando causar o menor dano possível ao esmalte. Mas, o excesso de zelo pode fazer com que nem toda a resina seja removida podendo gerar dois problemas. O primeiro envolve a formação de áreas de retenção, o que pode favorecer o acúmulo de biofilme e futura lesão de cárie, enquanto o segundo envolve a pigmentação desse excesso, causada pelo envelhecimento da resina,<sup>1,2</sup> resultando na insatisfação do paciente.

Apesar da remoção da resina parecer uma tarefa fácil e simples, ela é dificultada pelo fato da resina ortodôntica ter sua coloração similar à do esmalte, com o objetivo de não evidenciar pequenos excessos ao redor dos bráquetes deixados durante a colagem. Adicionalmente a isso, recentemente tem se utilizado sistemas adesivos com carga visando a prevenção de machas brancas<sup>3,4</sup> e nessas situações é ainda mais crítico que o material se misture à cor do esmalte. Essa dificuldade

gera uma falta de segurança na remoção da resina e ainda não foi descrita uma técnica para esse fim que seja isenta de causar danos<sup>5-7</sup> ao esmalte dentário. Mesmo realizando a remoção com brocas multilaminadas de tungstênio em baixa rotação, um dos métodos mais seguros,<sup>8-10</sup> ainda consegue-se produzir injúrias que variam de 0,05<sup>8</sup> a 50µm<sup>11</sup> de profundidade. Assim, pode parecer lógico que um método de evidenciação da resina, que não altere significativamente sua cor, facilitaria o processo de remoção e, possivelmente, torná-lo-ia mais seguro.

Como uma alternativa a esta questão, recentemente, compostos fluorescentes à luz ultravioleta (UV) foram adicionados a algumas resinas ortodônticas e adesivos, possibilitando a utilização de luz UV como auxiliar na remoção da resina remanescente. Adicionalmente, já são oferecidos no mercado aparelhos fotopolimerizadores que acompanham filtros de luz UV, o que faz esta alternativa ser aplicável clinicamente. Entretanto, o uso dessa tecnologia não foi testado para se averiguar se ela funciona ou não.

Devido às possibilidades desta nova ferramenta auxiliar a remoção de resina residual podendo causar menos dano ao esmalte e a ausência de estudos na ortodontia sobre o tema, o nosso objetivo é avaliar se a remoção de resina com propriedades fluorescentes utilizando luz ultravioleta é mais eficiente e causa menos dano ao esmalte do que quando apenas a iluminação convencional é utilizada.

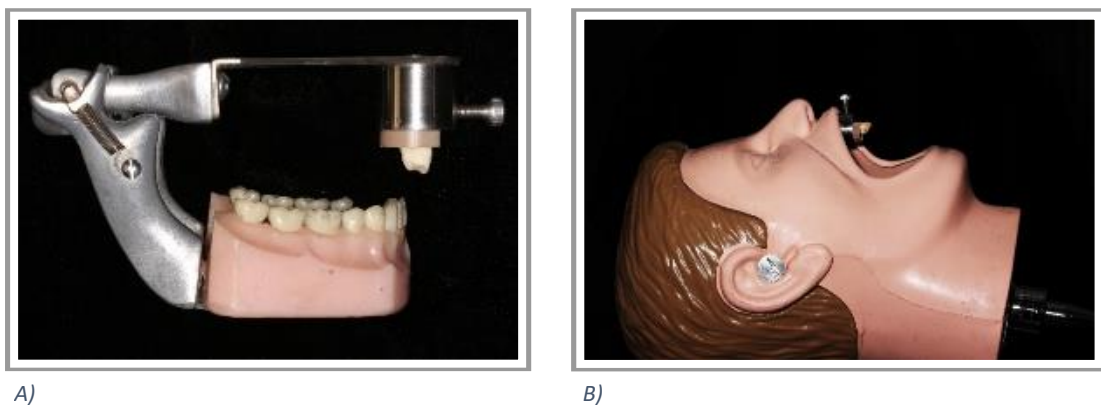
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Devido à falta de estudos similares na literatura e pelo fato de os bráquetes terem sido removidos por um teste de resistência ao cisalhamento, o cálculo do tamanho da amostra foi realizado utilizando dados de estudos de cisalhamento. Um tamanho de amostra de 18 dentes foi encontrado utilizando dados da literatura<sup>12</sup>, com poder de 80% e significância de 5%. Para maior segurança, 20 corpos de prova foram utilizados em cada grupo.

Um total de 40 pré-molares humanos sem colagem prévia de bráquetes e livres de cáries, fraturas e restaurações tiveram bráquetes Avex 0,022" (Opal Orthodontics, South Jordan, EUA) colados com a resina ortodôntica Opal Bond MV e adesivo Opal Seal (Opal Orthodontics, South Jordan, EUA). Todos os espécimes previamente à colagem foram submetidos a profilaxia com pasta de pedra-pomes e taça de borracha por 15 segundos e completamente lavados e secos por 10

segundos. A superfície vestibular foi então condicionada com ácido fosfórico por 30 segundos, e novamente lavados e secos por 10 segundos. O adesivo Opal Seal foi aplicado e foto polimerizado por 3 segundos com o fotopolimerizador VALO (Ultradent, South Jordan, EUA) no modo de potência Xtra (irradiância aproximada de 3200 mW/cm<sup>2</sup>). Os bráquetes foram então colados com a resina Opal Bond MV e depois os corpos de prova foram mantidos em água destilada a 37° por 24h antes do teste de cisalhamento, o qual mostrou força de adesão adequada (valor da média 16,3 MPa ± 4,2). Caso algum dente sofresse fratura, outro seria aleatoriamente removido para gerar dois grupos com o mesmo número de espécimes.

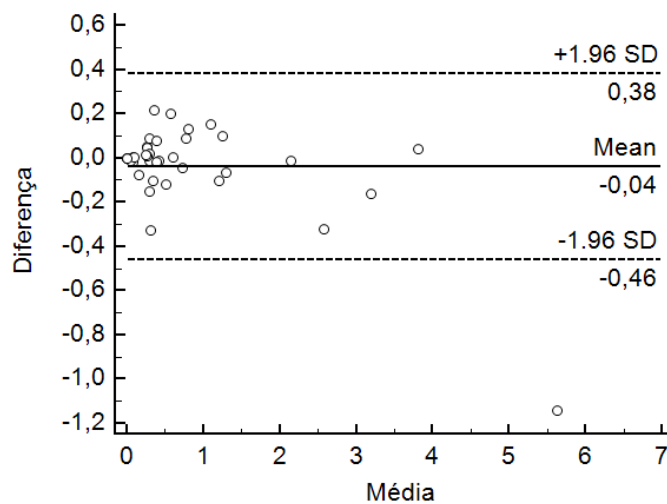
Após a remoção dos bráquetes, os dentes foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos de 19 cada um, de acordo com o tipo de iluminação a ser utilizada para remover a resina remanescente. A remoção da resina remanescente em um dos grupos foi realizada sob iluminação convencional da cadeira odontológica associada a uma lanterna de luz UV para evidenciar a resina por fluorescência, enquanto o outro grupo recebeu apenas iluminação convencional. O procedimento foi realizado por um único operador utilizando uma broca multilaminada de tungstênio com 12 lâminas (Orthometric, Marília, BR) em baixa rotação. Com o objetivo de tornar o procedimento da remoção da resina remanescente mais próximo da realidade clínica, os corpos de prova foram fixados a um manequim previamente adaptado para o estudo (Fig. 1).



**Figura 1** A) Manequim odontológico adaptado para a inserção dos corpos de prova. B) Manequim posicionado para a remoção da resina remanescente.

Para avaliar a quantidade de resina residual na superfície do esmalte, os dentes foram fotografados sob iluminação de um fotopolimerizador LED (VALO, Ultradent, South Jordan, EUA) associado a um filtro de luz UV, utilizando uma

câmera digital EOS Rebel T3i (Canon, Tóquio, JP) com lente Macro 90 mm, velocidade de abertura de 1/60, F 8.0 e ISO 400. As fotografias foram padronizadas em escala e a resina remanescente sobre o esmalte foi medida utilizando o software Image J versão 1.36 (National Institutes of Health, Rockville, EUA). Duas mensurações foram realizadas pelo mesmo operador com o intervalo de uma semana entre elas, para avaliação da reprodutibilidade do método por meio do gráfico de Bland-Altman. O erro padrão foi de 0,04 e os índices de concordância variaram de 0,38 a -0,46 (Fig.2).



*Limite de concordância superior:0,38; Limite de concordância inferior:-0,46; Desvio padrão do viés: 0,42, Viés: 0,04.*

**Figura 2** Gráfico de Bland-Altman que relaciona a diferença das duas mensurações com a média, a linha contínua mostra o valor médio e a linha pontilhada os desvios-padrão.

O dano causado ao esmalte foi avaliado em réplicas feitas em resina epóxi Epofix (Struers, Ballerup, DK) a partir de moldagens com silicona por adição leve Elite HD (Zhermack, Badia Polesine, IT) feitas antes da colagem dos bráquetes (T1) e após a remoção da resina (T2).

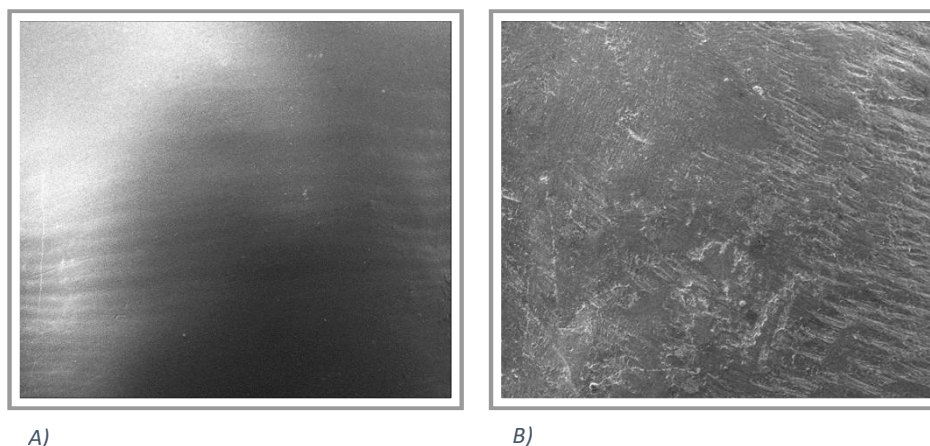
As réplicas produzidas foram metalizadas e fotografadas com aumento de 20x em microscópio eletrônico de varredura (JEOL, Tokyo, JP). Um único operador avaliou as imagens de maneira cega e aleatória atribuindo para cada fotografia um escore do Enamel Damage Index (EDI) (Tabela 1). O escore de T2 (Fig. 3B) foi subtraído de escore de T1 (Fig. 3A) para definir a quantidade de dano causado ao esmalte. As medidas foram repetidas após 7 dias e os dados foram avaliados por

meio do teste Kappa ponderado, onde observou um valor de 0,9, revelando uma alta concordância entre as avaliações.

**Tabela 1** – Enamel Damage Index – Índice de Dano ao Esmalte

Score	Características Superficiais
0	Superfície lisa, sem arranhões, e periquimácias podem ser vistas
1	Superfície aceitável, com arranhões finos espalhados
2	Superfície áspera, com inúmeros arranhões grosseiros ou pequenas ranhuras visíveis
3	Superfície com arranhões grosseiros, ranhuras largas e danos ao esmalte visíveis a olho nu

\* As periquimácias são sulcos transversais ondulados, considerados como manifestações externas das estrias de Retzius.



**Figura 3** A) Fotografia em MEV com 20x de aumento de réplica antes da colagem do bráquete com EDI 0. B) Fotografia em MEV com 20x de aumento de réplica após a remoção da resina remanescente com EDI 2.

O software SPSS versão 20 (IBM, Nova Iorque, EUA) foi utilizado para os testes estatísticos. O teste de Mann-Whitney com nível de significância de 95% ( $p < ,05$ ) foi utilizado para identificar diferenças entre os grupos 1 e 2 na quantidade de resina remanescente e no EDI.

## RESULTADOS

Houve diferença significativa quanto à quantidade de resina residual entre os grupos ( $p < ,001$ ). O grupo UV mostrou mediana de  $0,25 \text{ mm}^2$  de remanescente de

resina enquanto o grupo convencional mostrou mediana de 0,80 mm<sup>2</sup> para o grupo convencional (Tabela 2).

**Tabela 2** Resultado do teste de Mann Whitney comparando-se a quantidade de resina remanescente na superfície do esmalte dos dois grupos testados ( $p < ,05$ ).

Variável	Percentis (mm <sup>2</sup> )			Mann Whitney (p<,05)
	25	50 (Mediana)	75	
<b>Luz UV</b>	,05	,25	,35	p<,001
<b>Luz Convencional</b>	,34	,80	2,14	

Não houve diferença no dano ao esmalte entre os grupos UV e convencional ( $p = ,703$ ). No grupo UV, 36,8% dos corpos de prova tiveram aumento de 1 ponto no EDI, 36,8% tiveram aumento de 2 pontos e 10,5% tiveram aumento de 3 pontos (Tabela 3). No grupo convencional 15,8% dos espécimes aumentaram seu índice em 1 ponto, 21,1% aumentaram em 2 pontos e 10% em 3 pontos.

**Tabela 3** Distribuição da diferença do EDI (T2-T1) nos dois grupos estudados.

Grupo	EDI 0		EDI 1		EDI 2		EDI 3	
	N	N %	N	%	N	%	N	%
<b>Luz ultravioleta</b>	19	3 15,8	7	36,8	7	36,8	2	10,5
<b>Luz convencional</b>	19	3 15,8	4	21,1	12	63,2	0	0

## DISCUSSÃO

Conseguiu-se remover mais resina da superfície do esmalte com o auxílio da luz UV. O fato da resina e o adesivo utilizados no estudo apresentarem propriedades fluorescentes tornou mais fácil sua visualização, gerando uma remoção mais eficiente. Este resultado confirma a proposta de dois trabalhos<sup>13,14</sup> da Odontologia restauradora, que sugeriram a identificação de resinas restauradoras através da fluorescência, com o intuito de facilitar a diferenciação entre o material e a estrutura dentária no momento da remoção. Entretanto, estes estudos apenas testaram

algumas resinas restauradoras existentes no mercado para identificar quais delas apresentavam propriedades fluorescentes, não testando a remoção da resina, como foi feito neste trabalho. Interessantemente a fluorescência pode ser utilizada não só para evidenciar resinas expostas a um comprimento de luz invisível, como em nosso estudo, mas também para disfarçar a sua presença quando expostas a um comprimento de luz visível<sup>15,16</sup>.

A utilização da luz UV como auxiliar na remoção de resina e adesivo com brocas multilaminadas de tungstênio não causou maiores danos ao esmalte do que quando a luz convencional foi utilizada. Era esperado que a luz UV produzisse uma superfície com menos dano ao esmalte, pois é possível distinguir claramente a superfície dentária dos remanescentes de resina. Não existem estudos semelhantes na literatura que nos ajudem a esclarecer o motivo de o dano ao esmalte não ter sido reduzido de maneira significativa. Isso pode ser explicado pelo fato de os instrumentos disponíveis não permitirem uma remoção isenta de causar danos<sup>10</sup> ou talvez porque a remoção do adesivo cause um dano proporcional, assim quanto maior a quantidade de resina removida maior o dano. Se o último caso for tomado como exemplo, o auxílio da luz UV causaria proporcionalmente menos dano ao esmalte do que a remoção utilizando luz convencional.

No presente estudo, não foram realizados procedimentos de polimento com o intuito de evitar a confusão dos resultados, uma vez que o dano do esmalte poderia ter sido disfarçado e iria inserir outra fonte de variação para a pesquisa que avaliou apenas a utilização de luz UV como um auxílio no momento da remoção da resina.

Dentre os métodos existentes para evidenciar adesivos ortodônticos, a adição de materiais fluorescentes associada com a iluminação UV no momento da remoção aparenta ser o método mais seguro e mais prático. Os outros métodos já propostos são Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF)<sup>17</sup>, que utiliza um aparelho caro e que é difícil sua utilização clínica porque requer um ambiente escuro, substâncias pigmentadoras<sup>18</sup> que não são aprovadas pela FDA, e uma técnica que utiliza papel carbono<sup>19</sup>, que não é prática, pois requer nova evidenciação a cada camada de resina removida.

Mesmo os protocolos utilizados nesse trabalho sendo muito próximos à realidade clínica e os resultados interessantes, o mesmo foi realizado *in vitro*. Por esta razão, estudos clínicos devem ser conduzidos a fim de confirmar os resultados encontrados.

## CONCLUSÃO

- O uso de luz ultravioleta em conjunto com uma resina e adesivo fluorescentes proporcionam uma melhor remoção dos remanescentes após a retirada de bráquetes ortodônticos, sem causar dano extra ao esmalte, se comparado com a iluminação convencional.

## REFERÊNCIAS\*

1. Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makou M. Color stability of orthodontic adhesive resins. *Angle Orthod.* 2004; 74: 391-393.
2. Karamouzos A, Athanasiou A, Papadopoulos M, Kolo kithas G. Tooth-color assessment after orthodontic treatment: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010; 138: 537-539.
3. Hu W, Featherstone JDB. Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128(5): 592-600.
4. Benham AW, Campbell PM, Buschang PH. Effectiveness of pit and fissure sealants in reducing white spot lesions during orthodontic treatment. A pilot study. *Angle Orthod.* 2009; 79(2): 338-45.
5. Zachrisson BU, Artun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod.* 1979; 75(2): 121-137.
6. Pont HB, Ozcan M, Bagis B, Ren Y. Loss of surface enamel after bracket debonding: An in-vivo and ex-vivo evaluation. *Am J Orthod.* 2010; 138: 387-9.
7. Ozer T, Basaran G, Kama JD. Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 2010; 137: 368-74.
8. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004; 126: 717-24.
9. Ireland a. J, 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(4): 413-419.
10. Ogaard B, Fjeld M. The enamel surface and bonding in orthodontics. *Semin Orthod.* 2010; 16(1): 37-48.

11. Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(3): 301.e9-15.
12. Carvalho BCF De. Utilização de imagem digital para diagnóstico e planejamento estético. *Rev Dent Press Estética.* 2006; 3(1): 72-82.
13. Tani K, Watari F, Uo M, Morita M. Discrimination between composite resin and teeth using fluorescence propertie. *Dent Mater J.* 2003; 22(4): 569-580.
14. Bush MA, Hermanson AS, Yetto RJ, Wieczkowski Jr. G. The use of ultraviolet LED illumination for composite resin removal : An in vitro study. *Gen Dent.* 2010; 58(5): e214-218.
15. Panzeri H, Fernandes LT, Minelli CJ. Spectral fluorescence of direct anterior restorative materials. *Aust Dent J.* 1977; 22(6): 458-461.
16. Lee YK, Lu HL, Powers JM. Fluorescence of layered composite resins. *J Esthet Rest Dent.* 2005; 17(2): 93-100.
17. Pretty IA, Hall AF, Smith PW, Edgar WM, Higham SM. The intra- and inter-examiner reliability of quantitative light-induced fluorescence (QLF) analyses. *Br Dent J.* 2002; 193(2):105-109.
18. Abdallah MN, Light N, Amin WM, Retrouvey JM, Cerruti M, Tamimi F. Development of a composite resin disclosing agent based on the understanding off tooth staining mechanisms. *J Dent.* 2014; 3(4): 1-12.
19. Rachala MR, Kishore MS, Vamisilatha K. Staining adhesive remnants for easy removal. *J Clin Orthod.* 2013; 47(11): 672.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos resultados de estudos in vitro não serem diretamente transportados à prática clínica, eles se mostram bastante úteis em testar novos materiais e ferramentas antes de testá-los em seres vivos. Após a execução dos experimentos relatados anteriormente, foi possível alcançar os objetivos propostos:

1- Houve diferença significativa nos valores de resistência ao cisalhamento entre os tempos de 3 segundos e 6 segundos de foto polimerização, onde o último alcançou maiores valores.

2- Não houve diferença na quantidade de resina remanescente entre os tempos de foto polimerização de 3 e 6 segundos.

3- Após a remoção do adesivo remanescente com broca multilaminada de tungstênio em baixa rotação com a utilização da luz UV, foram deixadas menores quantidades de resina sobre a superfície do esmalte.

4- Não houve diferença quanto ao dano ao esmalte nos métodos de remoção com e sem o auxílio da luz UV.

## REFERÊNCIAS\*

1. Abdallah MN, Light N, Amin WM, Retrouvey JM, Cerruti M, Tamimi F. Development of a composite resin disclosing agent based on the understanding of tooth staining mechanisms. *J Dent*. 2014; 3(4): 1–12.
2. Amato PAF, Martins RP, dos Santos Cruz CA, Capella MV, Martins LP. Time reduction of light curing: Influence on conversion degree and microhardness of orthodontic composites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014; 146(1): 40–6.
3. Bayne S. Dental biomaterials: where are we and where are we going? *J Dent Educ*. 2005; 69(5): 571–85.
4. Bishara SE, Ajlouni R, Oonsombat C. Evaluation of a new curing light on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod*. 2003; 73(4): 431–5.
5. Bishara SE. Ceramic brackets: a clinical perspective. *World J Orthod*. 2003; 4(1): 61–6.
6. Blankenau R, Erickson RL, Rueggeberg F. New light curing options for composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 1999; 20(2): 122–5.
7. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34(6): 849–53.
8. Cerekja E, Cakirer B. Effect of short curing times with a high-intensity light-emitting diode or high-power halogen on shear bond strength of metal brackets before and after thermocycling. *Angle Orthod*. 2011; 81(3): 510–6.
9. Eliades T, Eliades G, Bradley T, Watts DC. Degree of cure of orthodontic adhesives with various polymerization initiation modes. *Eur J Orthod*. 2000; 22(4):395–9.
10. Eliades T, Gioka C, Heim M, Eliades G, Makou M. Color stability of orthodontic adhesive resins. *Angle Orthod*. 2004; 74(3): 391–3.
11. Eliades T, Kakaboura A, Eliades G, Bradley T. Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *Eur J Orthod*. 2001; 23(1): 85–90.
12. Emami N, Söderholm KJ. How light irradiance and curing time affect monomer conversion in light-cured resin composites. *Eur J Oral Sci*. 2003; 111(6): 536–42.
13. Flury S, Lussi A, Hickel R, Ilie N. Light curing through glass ceramics: effect of curing mode on micromechanical properties of dual-curing resin cements. *Clin Oral Investig*. 2014; 18(3): 809–18.
14. Hermanson AS, Bush MA, Miller RG, Bush PJ. Ultraviolet illumination as an adjunctive aid in dental inspection. *J Forensic Sci*. 2008; 53(2): 408–11.

15. Jandt K, Mills R. A brief history of LED photopolymerization. *Dent Mater.* 2013; 29(6): 605–17.
16. Karamouzos A, Athanasiou A, Papadopoulos M, Kolo kithas G. Tooth-color assessment after orthodontic treatment: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010; 138(5): 537–9.
17. Lohbauer U, Rahiotis C, Krämer N, Petschelt A, Eliades G. The effect of different light-curing units on fatigue behavior and degree of conversion of a resin composite. *Dent Mater.* 2005; 21(7): 608–15.
18. Macieski K, Rocha R, Locks A, Ribeiro GU. Avaliação dos efeitos de três métodos de remoção da resina remanescente do braquete na superfície do esmalte. *Dental Press J Orthod.* 2011; 16(5): 146–54.
19. Mavropoulos A, Staudt C, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: in vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *Eur J Orthod.* 2005; 27(4): 408–12.
20. Mills R, Jandt K, Asworth S. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting (LED) technology. *Br Dent J.* 1999; 186(8): 388–91.
21. Mills RW, Uhl A, Jandt KD. Optical power outputs, spectra and dental composite depths of cure obtained with blue curing units ( LCUs ). *Br Dent J.* 2002; 193(8): 459–63.
22. Miyazaki M, Hattori T, Ichiishi Y, Kondo M, Onose H, Moore B. Evaluation of curing units used in private dental offices. *Oper Dent.* 1998; 23(2): 50–4.
23. Nakamura S, Mukai T, Senoh M. Candela-class high bright- ness InGaN/AlGaN double heterostructure blue-light-emit- ting diodes. *Appl Phys Lett.* 1994; 64(1): 1687–9.
24. Newman G V. Bonding plastic orthodontic attachments to tooth enamel. *J N J State Dent Soc.* 1964; 35(1): 346–58.
25. Ogaard B, Fjeld M. The enamel surface and bonding in orthodontics. *Semin Orthod.* 2010; 16(1): 37–48.
26. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil.* 1974; 1(3): 265–84.
27. Reynolds JR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 1975; 2(3): 171–8.
28. Rueggeberg F, Jordan D. Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. *Int J Prosthodont.* 1993; 6(4): 364–70.
29. Rueggeberg F. State-of-the-art: dental photocuring - a review. *Dent Mater J.* 2011; 27(1): 39–52.

30. Staudt CB, Krejci I, Mavropoulos A. Bracket bond strength dependence on light power density. *J Dent.* 2006; 34(7): 498–502.
31. Thind BS, Stirrups DR, Lloyd CH. A comparison of tungsten-quartz-halogen, plasma arc and light-emitting diode light sources for the polymerization of an orthodontic adhesive. *Eur J Orthod.* 2006; 28(1): 78–82.
32. Usümez S, Büyükyilimaz T, Karaman A, Gündüz B. Degree of conversion of two lingual retainer adhesives cured with different light sources. *Eur J Orthod.* 2005; 27(2): 173–9.
33. Van der Geld P, Oosterveld P, Van Heck G, Kuijpers- Jagtman A. Smile attractiveness: self-perception and influence on personality. *Angle Orthod.* 2007; 77(5): 759–65.
34. Yoon T, Lee Y, Lim B, Kim C. Degree of polymerization of resin composites with light-emitting diode curing units. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002; 29(12): 1165–73.
35. Yoon TH, Lee YK, Jin G, Baik H. Comparison of the shear bond strength of brackets using the led curing light and plasma arc curing light: polymerization time. *World J Orthod.* 2007; 8(2): 129–35.

\*De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/#biblioteca/manual>.

**ANEXO A-PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação in vitro da fotopolimerização com LED de alta potência de bráquetes ortodônticos e remoção de adesivo remanescente sob luz ultravioleta **Pesquisador:** Lídia Parsekian Martins **Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 32126914.5.0000.5416

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DA NOTIFICAÇÃO

**Tipo de Notificação:** Envio de Relatório

**Final Detalhe:**

**Justificativa:** A pesquisa foi finalizada dentro do prazo esperado.

**Data do Envio:** 28/09/2015

**Situação da Notificação:** Parecer Consubstanciado Emitido

### DADOS DO

#### PARECER Número

**do Parecer:** 1.280.745

#### Apresentação da Notificação:

O pesquisador responsável encaminhou o relatório final, em função da finalização da pesquisa.

#### Objetivo da Notificação:

O objetivo foi 1 - avaliar o efeito de diferentes protocolos de foto-ativação na resistência da colagem direta de bráquetes metálicos por meio de ensaio mecânico. 2-

Avaliar o efeito de diferentes protocolos de foto-ativação na quantidade de adesivo remanescente após descolagem de bráquetes por meio de ensaio mecânico. 3- Avaliar microscopicamente a quantidade de adesivo remanescente após a remoção e polimento com dois métodos distintos, sob luz ultravioleta e sob iluminação artificial convencional (luz da cadeira odontológica).

**Endereço:** HUMAITA 1680

**Bairro:** CENTRO

**CEP:** 14.801-903

**UF:** SP

**Município:** ARARAQUARA

**Telefone:** (16)3301-6459

**E-mail:** cep@foar.unesp.br

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos foram minimizados.

Os benefícios deste estudo foram a utilização de materiais odontológicos com inovações que trazem vantagens para os pacientes ortodônticos como a redução do tempo de atendimento e a melhor remoção do adesivo remanescente, que está associado a manchas dentárias após a remoção do aparelho ortodôntico fixo. Isto torna a prática clínica mais eficaz, segura e confortável para o paciente, além de oferecer segurança do uso de materiais odontológicos novos aos profissionais.

### **Comentários e Considerações sobre a Notificação:**

O único ponto negativo foi a perda de alguns corpos de prova, que não se encaixaram nos critérios de inclusão, mas que não prejudicaram o desenvolvimento da pesquisa. A pesquisa resultou em uma dissertação de mestrado.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foi apresentado o relatório final.

### **Recomendações:**

Recomenda a aprovação do relatório final.

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Conclusões da pesquisa:

- 1 - Houve uma diferença significativa nos valores de resistência ao cisalhamento entre os tempos de 3 e 6 segundos utilizando LED de alta potência, com maiores valores para o tempo de 6 segundos.
- 2 - A resina Transbond XT apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento do que a resina OpalBond MV.
- 3 - A redução do tempo não influenciou na quantidade de adesivo remanescente.
- 4 - A resina Opal Bond MV deixou maiores quantidades de adesivo remanescente na superfície do esmalte.
- 5 - O uso de luz ultravioleta em conjunto com uma resina e adesivo fluorescentes proporcionaram uma melhor retenção dos remanescentes após a remoção de bráquetes ortodônticos.

### **Considerações Finais a critério do CEP:**

Relatório Final APROVADO em reunião de 14 de Outubro de 2015.

**Endereço:** HUMAITA 1680

**Bairro:** CENTRO

**CEP:** 14.801-903

**UF:** SP

**Município:** ARARAQUARA

**Telefone:** (16)3301-6459

**E-mail:** cep@foar.unesp.br



Continuação do Parecer: 1.280.745

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Envio de Relatório Final	RelatoriofinalCEP.pdf	28/09/2015 09:42:03	Lídia Parsekian Martins	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ARARAQUARA, 14 de Outubro de 2015

---

**Assinado por:  
Andréa Gonçalves  
(Coordenador)**

**Endereço:** HUMAITA 1680

**Bairro:** CENTRO

**CEP:** 14.801-903

**UF:** SP

**Município:** ARARAQUARA

**Telefone:** (16)3301-6459

**E-mail:** cep@foar.unesp.br