

**DEBORAH BAYER FERRAZ VARGAS**

**ESTUDO COMPARATIVO DA RETENÇÃO  
DAS BANDAS ORTODÔNTICAS GRIP TITE,  
CONVENCIONAL E CONVENCIONAL COM A  
SUPERFÍCIE INTERNA MICROJATEADA  
POR ÓXIDO DE ALUMÍNIO.**

**Araraquara  
2007**



**Universidade Estadual Paulista**

**UNESP**

**Faculdade de Odontologia de Araraquara**

**DEBORAH BAYER FERRAZ VARGAS**

**ESTUDO COMPARATIVO DA RETENÇÃO DAS  
BANDAS ORTODÔNTICAS GRIP TITE,  
CONVENCIONAL E CONVENCIONAL COM A  
SUPERFÍCIE INTERNA MICROJATEADA POR  
ÓXIDO DE ALUMÍNIO**

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

Orientadora:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lídia Parsekian Martins

Araraquara  
2007

Vargas, Deborah Bayer Ferraz.

Estudo comparativo da retenção das bandas ortodônticas Grip Tite, convencional e convencional com a superfície interna microjateada por óxido de alumínio / Deborah Bayer Ferraz

Vargas \_ Araraquara :

[s.n.], 2007.

78 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins.

1. Procedimentos de ancoragem ortodôntica 2. Aparelhos ortodônticos 3. Ortodontia I. Título.

**DEBORAH BAYER FERRAZ VARGAS**

**ESTUDO COMPARATIVO DA RETENÇÃO DAS BANDAS ORTODONTICAS GRIP  
TITE, CONVENCIONAL E CONVENCIONAL COM A SUPERFÍCIE INTERNA  
MICROJATEADA POR ÓXIDO DE ALUMÍNIO**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Dr<sup>a</sup> Lídia Parsekian Martins

2º Examinador : Dr Dirceu Barnabé Ravelli

3º Examinador : Dr<sup>a</sup> Ana Cláudia de Mello

Araraquara, 03 de agosto de 2007

## Dados Curriculares

### Deborah Bayer Ferraz Vargas

<b>NASCIMENTO</b>	03/03/1976
<b>FILIAÇÃO</b>	Derly Tizziani Ferraz Regina Maria Bayer Ferraz
<b>1994/1998</b>	Curso de Graduação em Odontologia Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG - Pr
<b>2003/2005</b>	Curso de Especialização em Ortodontia APCD Regional de Araraquara - SP
<b>2005/2007</b>	Curso de Mestrado em Ortodontia Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

# Dedicatória

Dedico este trabalho

A Deus,

Pela vida repleta de oportunidades que me concedeu. Obrigada por ter me conduzido até aqui, guiando meus passos e iluminando meu caminho. Senti a Sua presença em cada viagem, cada decisão e escolha a ser tomada.

Aos meus queridos pais Derly e Regina,

Agradeço por todo o estímulo e por quererem sempre ampliar meus horizontes. Em todos os momentos da minha vida posso contar com vocês que me transmitem todo o seu amor, por isso sinto-me privilegiada por tê-los como pais.

Ao meu marido, Douglas,

Seu amor, respeito, confiança, incentivo, estímulo, cumplicidade foram os alicerces que me fizeram chegar até aqui. Agradeço pelo seu desprendimento, para priorizar a realização de um sonho meu. Obrigada por ter compreendido minha ausência em tantos momentos. Agradeço-te também como colega de profissão. Atravessamos juntos todos esses momentos, então, dedico e divido esta conquista com você.

## **Agradecimentos Especiais**

A Profª Lídia Parsekian Martins, minha orientadora

Obrigada por ter me acolhido não só como sua orientada, mas como amiga, de forma tão carinhosa. Agradeço pelas portas sempre abertas, desde quando iniciei meus estudos em Araraquara. Obrigada por dividir seus conhecimentos, pelas suas sugestões e orientação, também pelo incentivo e confiança na superação desse desafio.

Aos meus irmãos Derly e Sarah

É muito bom compartilhar minha vida e essa conquista com vocês. Agradeço a Deus por ter me presenteado com irmãos tão especiais. Obrigada pela torcida e pelo apoio.

Ao meu sogro Amaru, à minha sogra Davina e Vó Londa

Estou muito feliz em poder dividir esta vitória com vocês. Obrigada pelo incentivo e pelo carinho.

## **Agradecimentos**

A Faculdade de Odontologia de Araraquara UNESP, na pessoa de sua diretora Professora Dr<sup>a</sup>. Rosemary Adriana Chiérici Marcantonio e ao vice-diretor Professor Dr. José Cláudio Martins Segalla pela luta constante em manter o alto nível dessa instituição.

À Coordenação do curso de Pós-Graduação na pessoa da Professora Dr<sup>a</sup>. Rita de Cássia Loiola Cordeiro e do Professor Dr. Dirceu Barnabé Ravelli.

Ao departamento de Clínica Infantil na pessoa da Professora Dr<sup>a</sup>. Cristina Zuanon, chefe do departamento e da Professora Dr<sup>a</sup>. Lídia Parsekian Martins, vice-chefe.

Aos professores da Disciplina de Ortodontia, Professor Dr. Ary dos Santos Pinto, Professor Dr. Dirceu Barnabé Raveli, Professor Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior, Professora Dr<sup>a</sup>. Lídia Parsekian Martins, Professor Dr. Maurício T. Sakima e Professor Dr. JoãoRoberto Gonçalves. Por dividirem o seu conhecimento, pelo exemplo de profissionais e Mestres que são.

Aos professores da Disciplina de Odontopediatria, pelos conhecimentos e experiências compartilhados.

Ao Departamento de Materiais Dentários, especialmente na pessoa dos Professores Luis Geraldo Vaz e Renata Garcia Fonseca, pelo auxílio na realização da ciclagem térmica e dos testes de ensaio mecânico. Agradeço também a colega Juliê que, com tanta disponibilidade, auxiliou-me durante este processo.

Maria Antonia Meister Martins Biazetto, que com o seu conhecimento e experiência na língua portuguesa, me auxiliou na finalização desse trabalho. Sua competência tornou mais fácil a conclusão desse desafio.

Ao laboratório de microscopia da UNESP de Jaboticabal, na pessoa da funcionária Claudia, que tão prontamente me auxiliou na realização da microscopia eletrônica de varredura.

Às funcionárias do Departamento de Clínica Infantil Célia e Soninha, pelo profissionalismo e pela vontade em sempre ajudar.

Aos funcionários Toninho, Dulce, Regina e Pedro pela colaboração nas clínicas e no trabalho de laboratório.

A todos os funcionários da secretaria de Pós-graduação, especialmente Mara, por sempre estarem dispostos a esclarecer minhas dúvidas.

Aos meus amigos de turma de Mestrado, Luana, Renata, Luis Guilherme e Rafael, agradeço pela ótima convivência, pelos conhecimentos e experiência compartilhados e pela amizade formada. Que Deus ilumine o caminho de vocês.

Às minhas amigas Fernanda Papen, Júnia Linhares e Larissa Moreira, pelo ótimo convívio, a amizade, as conversas, enfim todo o tempo que passamos dividindo o mesmo apartamento. Vocês foram pessoas colocadas por Deus em minha vida num momento muito especial.

Aos colegas Adriano, Amanda, André, Cecília e Savana, pela amizade. Que Deus ilumine vocês para que sigam em frente com otimismo.

Às colegas do mestrado em Odontopediatria, pelas conversas e pelos conhecimentos compartilhados.

A todas as pessoas que, embora não fazendo parte desta instituição, me garantiram segurança e tranqüilidade para que eu pudesse realizar esse sonho. Que Deus abençoe esses anônimos, que emprestam seus serviços a pessoas, como eu, desconhecidas.

# Sumário

Resumo	12
Abstract	14
1 Introdução	16
2 Revisão da literatura	19
3 Proposição	39
4 Material e Método	41
5 Resultado	52
6 Discussão	61
7 Conclusão	69
8 Referências	70
9 Anexo	76

## Resumo

Vargas DBF. Estudo comparativo da retenção das bandas ortodônticas Grip Tite, convencional e convencional com a superfície interna microjateada por óxido de alumínio [Dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar *in vitro*, por meio de um ensaio mecânico, a força necessária para a remoção das bandas ortodônticas Grip Tite (C), Convencional (A) e banda Convencional com a superfície interna microjateada por óxido de alumínio (B). Também analisar visualmente a quantidade de cimento residual, e classificar usando uma escala de incrementos a 25%. Após, verificar, por meio de MEV, a superfície com melhores características para a retenção. Os resultados obtidos mostraram que a média de carga do Grupo B, bandas microjateadas internamente por óxido de alumínio, foi significativamente maior que as médias dos Grupos A, bandas Convencionais, e C, bandas Grip Tite. Quanto a quantidade de cimento remanescente nas bandas, o Grupo B apresentou 100% das bandas com índice 4, indicando a presença de mais de 75% de cimento residual nas bandas, enquanto que nos Grupos A e C, houve a predominância do índice 1, indicativo de menos de 25% de cimento residual nas bandas, sem diferença significativa entre esses dois grupos. Os resultados foram confirmados pela MEV, onde observou-se uma superfície com melhores características para a retenção do cimento nas bandas onde foi realizado o processo de microjateamento. Conclui-se que o processo de microjateamento por óxido de alumínio, na

## Revisão da Literatura

A retenção das bandas ortodônticas a superfície dentária é importante para assegurar uma terapia ortodôntica efetiva. No intuito de melhorar essa característica, pesquisadores têm se esforçado basicamente de três maneiras para obter um melhor resultado de adesão:

A. alterando a estrutura dentária através de condicionamento ácido;

B. desenvolvendo cimentos mais resistentes e com melhores características;

C. tratando ou modificando a superfície das estruturas a serem coladas<sup>26</sup>.

### ***A. Condicionamento ácido do esmalte***

O condicionamento do esmalte por substâncias ácidas foi introduzido na Odontologia por Buonocore<sup>2</sup> em 1955, e sua principal aplicação na Ortodontia se dá no processo de colagem de braquetes com resina composta. Como o cimento de ionômero de vidro adere ao esmalte dentário por uma reação química, e não mecânica, tem sido sugerido que o condicionamento ácido do esmalte é desnecessário por não necessitar de microretenções para a adesão. Powis et al.<sup>27</sup> Wiltshire<sup>39</sup>, alegam que o aumento da adesão do cimento de ionômero de vidro ao esmalte previamente condicionado é estatisticamente insignificante. Cook, Youngson<sup>4</sup>, e, Tavas, Salem<sup>35</sup>, encontraram resultados que mostram que o tratamento prévio do esmalte com ácido poliacrílico não aumenta a força de adesão do cimento de ionômero de vidro e, pelo contrário, na verdade, enfraquece-a significativamente. Isto pode ser explicado pelo fato de que durante a realização do condicionamento ácido, há a perda de alguns minerais da superfície do esmalte, o que leva a uma adesão química mais fraca. O possível aumento da adesão pelo aumento da retenção mecânica, criada pelo condicionamento ácido, não supera a perda da força adesiva pela diminuição da retenção química entre o ionômero de vidro e o esmalte dental.

### ***B. Cimentos ortodônticos***

Vários agentes já foram usados para reter bandas ortodônticas: cimento de óxido de zinco eugenol<sup>38</sup>, cimento de poliacrilato de zinco<sup>29</sup>, cimento de policarboxilato de zinco<sup>8</sup>, cimentos resinosos<sup>13,30</sup>,

silicofosfato de zinco<sup>3</sup>, cimento de cobre<sup>8,10,29</sup>, cimento de fosfato de zinco<sup>1,20,33</sup> e cimento de ionômero de vidro<sup>5,23,25,34</sup>. Dentre esses, os três mais testados e utilizados foram os cimentos de fosfato de zinco, policarboxilato de zinco e ionômero de vidro.

O cimento de fosfato de zinco foi desenvolvido e introduzido como um cimento de uso odontológico em 1878, e serviu como um padrão no qual vários outros cimentos foram comparados<sup>25</sup>. Ele é produzido na forma de pó e líquido e classificado de acordo com o tamanho de suas partículas em tipo I (partículas finas) e tipo II (partículas médias). O cimento de fosfato de zinco do tipo II é o utilizado para cimentação de bandas ortodônticas. Em 1960 foi adicionado flúor em sua composição com o intuito de reduzir a solubilidade ácida e impedir a descalcificação do esmalte<sup>37</sup>. A adição de flúor diminuiu as propriedades de adesão mecânica e a propriedade de selamento marginal<sup>15</sup>. O cimento de fosfato de zinco não possui adesão aos metais ou a superfície dentária. Possui alta solubilidade e é quebradiço. A baixa força de tensão é a sua maior desvantagem. As bandas em dentes posteriores estão sujeitas a grandes forças de tensão devido às forças mastigatórias. Uma vez que o cimento se solte, há um efetivo acúmulo de placa e a superfície dentária não pode ser higienizada, resultando em proliferação de microorganismos e maior susceptibilidade ao ataque ácido produzido por bactérias<sup>40</sup>.

O cimento de policarboxilato de zinco foi introduzido na Ortodontia em 1969<sup>24</sup> por Smith e, da mesma forma que o cimento de fosfato de zinco, é disponível na forma de pó e líquido. Possui adesão química à

estrutura dentária por quelação com os íons de cálcio presentes no esmalte dentário. As moléculas formadas na manipulação do cimento também possuem a propriedade de aderir aos metais. Essas duas características o tornaram vantajoso como um agente cimentante de bandas ortodônticas. Além disso, possui flúor em sua formulação, o que o torna cariostático. No entanto, a força de tensão do cimento de policarboxilato de zinco é menor que a do cimento de fosfato de zinco. Também possui uma alta viscosidade, o que dificulta o processo de cimentação das bandas, alta solubilidade e curto tempo de trabalho <sup>25,40</sup>.

O ionômero de vidro foi introduzido como agente de cimentação no ano de 1969, por Kent e Wilson<sup>11</sup>. É composto por um pó de cálcio-alumínio e vidro silicato fluoretado, e um copolímero de ácido carboxílico que existe tanto na forma de pó como de líquido. Quando manipulado, o complexo fluoretado de cálcio e alumínio reage com os grupos carboxílicos do copolímero de ácido poliacrílico. Nessa reação ácido-básica, um gel de polisais é formado no qual as partículas de vidro são embebidas. O processo ocorre em duas fases:

1. Na primeira, mais rápida, os íons de cálcio são incorporados entre as moléculas de ácido poliacrílico;

2. Na segunda, mais lenta, um completo entrelaçamento ocorre pela reação dos íons de alumínio com os grupos carboxílico que ainda não haviam reagido <sup>11,18</sup>. Este material herdou a dureza e a insolubilidade do silicato e a aderência do policarboxilato. É disponível na forma de pó e líquido quimicamente ativado ou dual (química e fotoativado). Alguns

fabricantes disponibilizam o ionômero de vidro na forma de cápsulas pré-mensuradas, para serem manipuladas com o uso do amalgamador. Suas vantajosas propriedades incluem baixa solubilidade em fluidos orais, resistência a altas forças de compressão, adequado tempo de prateleira, que corresponde a longa vida útil e adesão química com esmalte, dentina e metal<sup>15,25</sup>. A força de compressão do ionômero de vidro é de aproximadamente 140 MPa, (mais alta que os 80 a 100 MPa do cimento de fosfato de zinco). A força de tensão do ionômero de vidro (7,5 MPa) também é mais alta que a do cimento de fosfato de zinco (5,5 MPa). Libera flúor sem perder resistência, ajudando a prevenir descalcificações no esmalte adjacente. Sua viscosidade é mais baixa que o cimento de poliacarboxilato de zinco, mas, similar a do fosfato de zinco. Possui algumas desvantagens: é ligeiramente quebradiço e é susceptível a água durante sua fase de presa. Como todos os outros agentes de cimentação necessita de um ambiente seco durante as fases de cimentação e presa<sup>25</sup>.

### ***C. Tratamento das superfícies a serem coladas***

Em 1988, Seeholzer, Dasch<sup>32</sup> enfatizaram as vantagens do uso do cimento de ionômero de vidro no processo de bandagem, dentre elas a biocompatibilidade, boas propriedades mecânicas, adesão aos metais, baixa solubilidade e liberação de íons flúor por longo período. Em seu estudo clínico verificaram que havia 19,7% menos perdas de bandas quando usavam o cimento de ionômero de vidro substituindo o cimento de fosfato de zinco. Observaram que a maioria das falhas ocorria na interface cimento

banda. Com o intuito de melhorar a retenção nessa interface sugeriram o uso do microjateamento com óxido de alumínio na superfície interna da banda ortodôntica. O processo de microjateamento com óxido de alumínio consiste na aplicação de um spray de partículas abrasivas de óxido de alumínio, sob alta pressão, contra o metal a ser cimentado. Isto trouxe um aumento da adesão na ordem de 30%, o que levou os autores a indicar esse procedimento, ou a colocação de malha de aço na superfície interna das bandas pelos fabricantes, com o objetivo de diminuir as falhas na cimentação de bandas ortodônticas.

No ano de 1993, Scott et al.<sup>31</sup> investigaram a força de adesão de duas resinas em superfícies de metal microjateadas e não microjateadas por óxido de alumínio. O intervalo de tempo entre o microjateamento e o processo de cimentação também foi avaliado. As resinas testadas foram Panavia Ex (Kurakay – Tóquio) e Mirage ABC (Chameleon Dental – Kansas City). Os intervalos de tempo entre o processo de microjateamento e cimentação foram: imediatamente antes da cimentação, cinco minutos, uma hora, um dia e uma semana antes da cimentação. Concluíram que o processo de microjateamento com óxido de alumínio, imediatamente antes da cimentação, aumenta significativamente a força de adesão das resinas testadas, ao metal.

Millett et al.<sup>19</sup>, em 1995, estudaram os efeitos do microjateamento com óxido de alumínio na retenção de bandas ortodônticas de primeiros molares, cimentadas com ionômero de vidro. A avaliação foi a nível laboratorial e clínico. O objetivo foi determinar o efeito do

microjateamento com óxido de alumínio na força de adesão e no tempo de vida médio das bandas cimentadas com ionômero de vidro Ketac-Cem (3M ESPE – St Paul). A quantidade de cimento remanescente na banda também foi avaliada. Clinicamente, os efeitos do microjateamento com óxido de alumínio foram monitorados através do índice de falhas na cimentação de bandas. Primeiramente, os autores realizaram um estudo piloto para avaliar as melhores condições para a realização do microjateamento com óxido de alumínio, e concluíram que o melhor seria usar partículas de 60 µm, a uma distância de 10 mm, por 6 a 8 segundos. A amostra foi constituída de terceiros molares, livres de cáries, restaurações ou anomalias de esmalte. Cada dente foi usado uma única vez. Os dentes foram mantidos em água destilada a  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Os corpos de prova foram confeccionados com resina acrílica, com os dentes fixados até o limite amelo-dentinário. Bandas ortodônticas (A Company – San Diego), foram selecionadas e adaptadas. Sessenta espécimes foram preparados e desses, trinta tiveram a superfície interna das bandas microjateadas com óxido de alumínio, enquanto os outros trinta serviram como controle. Os dentes receberam profilaxia com pedrapomes e água, lavados e secos com ar comprimido. Bandas foram cimentadas com ionômero de vidro Ketac-Cem, manipulado de acordo com as normas do fabricante, e o excesso de cimento removido. Foi aplicado um verniz (Ketac-Varnish, 3M ESPE – St Paul) para proteger o cimento, e uma vez o cimento seco, os espécimes foram armazenados em água destilada a  $37^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. Após esse período, os corpos de prova foram levados à máquina de testes Instron Universal, no modo tensão, a uma velocidade de 10

mm por minuto. A banda foi presa ao gancho da máquina de testes através de uma alça, engatada em tubos linguais soldados previamente à banda. O teste foi realizado para cada espécime até que a banda fosse removida do dente. Os dados referentes a tamanho e a força necessária para remover a banda foram coletados para realizar-se o cálculo do stress por área. A quantidade de cimento remanescente na superfície da banda foi verificada visualmente, por dois operadores independentemente, usando uma escala de incrementos de 20% (- de 20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, 80-100%). Para avaliar o tempo de vida médio das bandas cimentadas com ionômero de vidro Ketac-Cem, 20 dentes foram bandados, sendo dez com bandas microjateadas com óxido de alumínio e dez não microjateadas. O processo de cimentação foi realizado da mesma maneira como já descrito. Os espécimes foram levados a um misturador de esferas contendo 470g de esferas cerâmicas (diâmetro de 16 a 28 mm), rodando a 100 voltas por minuto, e preenchido com 250 ml de água destilada a 37°C. Após cada hora, o misturador era aberto, a água destilada removida e todos os espécimes eram checados quanto a falhas na bandagem. Os espécimes com falhas eram removidos e o teste reiniciado. Clinicamente, os efeitos do microjateamento com óxido de alumínio foram monitorados através do índice de falhas na cimentação de bandas. Pacientes que necessitavam de tratamento ortodôntico, envolvendo pelo menos a cimentação de um par de bandas em primeiros molares permanentes de um mesmo arco, foram recrutados. De um lado eram cimentadas bandas com a superfície microjateada, e do outro lado, bandas com a superfície não microjateada. Os

lados eram alternados para assegurar um igual número de bandas microjateadas e não microjateadas nos lados direito e esquerdo. Foram selecionados 107 pacientes, totalizando 160 pares de bandas cimentadas. Para realizar a cimentação os dentes foram previamente separados, receberam profilaxia com pedra-pomes e foram isolados com rodetes de algodão. Nos pacientes que necessitavam usar arco extrabucal, este foi instalado na mesma consulta da cimentação das bandas. Os resultados encontrados nos testes laboratoriais foram os seguintes: bandas com a superfície interna microjateada por óxido de alumínio necessitaram de uma força maior para serem removidas (27% a mais) que as bandas sem a superfície interna microjateada. Com uma força de 50N (aproximadamente a força aplicada por um arco extrabucal) não há probabilidade de uma banda com a superfície interna microjateada falhar, enquanto que uma banda sem a superfície interna microjateada apresenta uma probabilidade de falha da ordem de 0.05 a 5%.

Nas bandas sem o microjateamento por óxido de alumínio, 70% das falhas ocorreram na interface cimento banda. Quando as bandas receberam o microjateamento de óxido de alumínio, o índice de falhas na interface cimento banda diminuiu para 36,66%. A quantidade de cimento remanescente nas bandas mostrou um resultado significativamente maior de cimento nas bandas microjateadas (em média 78%) que nas bandas não microjateadas (em média 37,3%). No teste com o misturador de esfera, todas as bandas falharam após 7 horas de teste. O tempo de vida médio das bandas cimentadas com ionômero de vidro sem o microjateamento foi de 2

horas; nas bandas com o microjateamento de óxido de alumínio, o tempo de vida médio das bandas cimentadas com ionômero de vidro foi de 6,5 horas. No teste clínico, as 320 bandas avaliadas se comportaram da seguinte maneira: A porcentagem de bandas que necessitou de recimentação foi de 11,8% (38 bandas), por um período de observação de 14,5 meses. Dessas, 4% (6 bandas) tinham a superfície interna microjateada, enquanto 20% (32 bandas) não possuíam a superfície interna microjateada, mostrando uma diferença estatisticamente significativa.

Em 1996, Wood et al.<sup>40</sup> compararam, in vitro, as forças necessárias para remover bandas ortodônticas com e sem a superfície interna microjateada por óxido de alumínio, cimentadas com fosfato de zinco, poliacarboxilato de zinco e cimento de ionômero de vidro. Utilizaram 30 terceiros molares extraídos, que foram inicialmente bandados com bandas ortodônticas convencionais, cimentadas com cimento de poliacarboxilato de zinco e levados a um ensaio de tensão em uma máquina de ensaios mecânicos (Instron). Os mesmos dentes e as mesmas bandas foram recimentadas, utilizando os cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro, e o ensaio mecânico repetido. A segunda parte do estudo foi realizada utilizando-se bandas com a superfície interna microjateada por óxido de alumínio. Foram utilizados os mesmos dentes e as mesmas bandas da primeira parte do estudo. As bandas receberam tratamento da superfície interna com microjateamento de óxido de alumínio de partículas de tamanho de 50 µm e pressão de 80 psi por 15 a 20 segundos, até que a superfície interna apresentasse uma característica esbranquiçada e sem brilho. Todas

as bandas foram microjateadas 24 horas antes de serem cimentadas. Os resultados encontrados mostraram que as bandas ortodônticas convencionais, cimentadas com fosfato de zinco e poliacarboxilato de zinco, necessitaram de uma força similar para remoção. As bandas ortodônticas cimentadas com ionômero de vidro necessitaram de uma força aproximadamente 20% maior para serem removidas. Com o microjateamento de óxido de alumínio, a força requerida para remover a banda foi quase o dobro, quando cimentada com ionômero de vidro e fosfato de zinco, e mais que o dobro, quando cimentada com poliacarboxilato de zinco. Os autores chegaram à conclusão de que o processo de microjateamento com óxido de alumínio aumenta a retenção da banda por dois fatores: 1. Pelo aumento da área de superfície através das rugosidades; 2. Diminuição da camada de óxidos na superfície da banda, propiciando assim uma melhora da adesão química do ionômero de vidro com a banda. Comparando os cimentos de ionômero de vidro, fosfato de zinco e de poliacarboxilato de zinco, o ionômero de vidro mostrou necessitar de maiores forças para ser removido.

Miller, Zernik<sup>17</sup>, em 1996, avaliaram o efeito do microjateamento com óxido de alumínio para aumentar a força de adesão das bandas ortodônticas. Utilizaram 150 incisivos superiores de bovinos, que foram montados em blocos de acrílico. Os dentes receberam profilaxia com pedra-pomes e água por 20 segundos, lavados por 30 segundos com água corrente e secados com ar comprimido. A superfície vestibular de cada dente foi polida com discos Soflex (3M ESPE – St Paul) grosso, médio e fino. Discos de aço de 6,35 mm de diâmetro, confeccionados a partir de bandas

ortodônticas, foram separados em microjateados e não microjateados por óxido de alumínio. Quinze discos microjateados e quinze discos não microjateados foram cimentados por um dos seguintes materiais:

1. Fuji II LC (GC America - Alsip), cimento de ionômero de vidro.
2. Ketac-Cem, cimento de ionômero de vidro.
3. Blend-EZ (3M Unitek – Monrovia), cimento de fosfato de zinco.
4. Vitremer Tri-Cure (3M Unitek – Monrovia), cimento de ionômero de vidro (ativado quimicamente).
5. Vitremer Tri-Cure, cimento de ionômero de vidro (fotoativado).

Os cimentos foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante, aplicados aos discos de aço, e cimentados na superfície vestibular de cada dente. Os excessos de cimento foram removidos. Com a amostra foto ativada o cimento foi polimerizado por 20 segundos para cada um dos quatro lados. Os dentes foram armazenados em ambiente úmido por um período de 24 horas. Para o teste de força foi utilizada uma máquina Instron 1350, com os dentes posicionados paralelamente ao jig de teste, na velocidade de 1mm por minuto. As falhas foram classificadas de acordo com o índice de ARI (Índice de Adesivo Remanescente) como:

0 = nenhum cimento no dente

1 = menos da metade do cimento no dente

2 = mais que a metade do cimento no dente

3 = todo o cimento no dente

Os resultados encontrados mostraram que entre os discos não microjateados, a maior força de adesão foi do cimento Vitremer Tri-Cure (12,9 lbs), fotopolimerizado, seguido do cimento Fuji II LC (12,1 lbs). As menores forças de adesão foram obtidas com o cimento Ketac-Cem (força tão baixa que não pode ser mensurada) e com o cimento Blend-EZ (3,5 lbs). As forças de adesão foram significativamente maiores após os discos serem microjateados, para todos os cimentos testados. Novamente as maiores forças de adesão foram encontradas com o cimento fotopolimerizado Vitremer Tri-Cure (23,2 lbs), seguido do cimento Fuji II LC (21,5 lbs), e as menores forças de adesão com os cimentos Ketac-Cem (15,6 lbs) e Blend-EZ (9,7 lbs). Também concluíram que, na maioria dos discos não microjateados, a falha da cimentação ocorreu na interface banda cimento, enquanto que nos discos microjateados a falha ocorreu mais na interface cimento dente. Isto mostra que o microjateamento com óxido de alumínio é capaz de melhorar a força de adesão do cimento ao metal da banda ortodôntica. Os autores afirmam que o microjateamento das superfícies internas das bandas ortodônticas, combinado com o uso de cimentos de ionômero de vidro, aumentam significativamente a força de adesão das bandas ortodônticas, e o índice de falhas nas bandagens tende a diminuir.

Os efeitos de diferentes métodos para produzir rugosidades e a retenção das bandas ortodônticas foram estudados em 1997 por Guray e Karaman<sup>7</sup>. Como o maior índice de falhas na cimentação ocorre na interface

cimento banda, os autores testaram diversas técnicas para deixar a superfície da banda mais retentiva. Foram avaliados os efeitos de três diferentes métodos: microjateamento com óxido de alumínio, uso de broca carbide tungstênio e pedra abrasiva verde. A amostra era composta de 15 primeiros pré-molares extraídos, que receberam profilaxia com uma pasta não fluoretada, lavados com água deionizada e armazenados em soro fisiológico. Os dentes foram montados em blocos de acrílico e bandas ortodônticas foram selecionadas para cada dente. Botões foram soldados nas superfícies vestibular e lingual de cada banda. Cada dente sofreu cinco processos de bandagem, sendo as bandas modificadas da seguinte maneira:

Grupo I: controle, bandas não receberam tratamento para aumentar a rugosidade interna.

Grupo II: retenções criadas com microjateamento com óxido de alumínio com partículas de 50 microns.

Grupo III: retenções criadas com microjateamento com óxido de alumínio com partículas de 90 microns.

Grupo IV: retenções criadas com broca carbide tungstênio usando um micro motor em baixa rotação.

Grupo V: retenções criadas com pedra abrasiva verde usando um micro motor em baixa rotação.

As bandas foram cimentadas com cimento de ionômero de vidro Ketac-Cem, de acordo com as recomendações do fabricante. Os excessos de cimento foram removidos e a amostra foi armazenada em água a 37°C por 24 horas. A amostra foi testada no modo tensão da máquina

Testometric Migro 500 Universal, com a força sendo aplicada paralela ao longo eixo do dente e com velocidade de 2mm por minuto. Após o teste de cada grupo, o cimento residual era removido do esmalte dentário e os dentes rebandados com o próximo grupo de bandas. Os quatro métodos para produzir rugosidades demonstraram significativo aumento de retenção quando comparados com o grupo controle, porém, não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro métodos testados. Quando examinados com microscopia eletrônica, as superfícies abrasionadas com as brocas de carbide tungstênio e com a pedra abrasiva verde demonstraram riscos e ranhuras regulares. Por outro lado, as superfícies abrasionadas com o microjato de óxido de alumínio ficaram mais homogêneas, com milhares de microcortes. Em todas as bandas que sofreram o processo de produção de rugosidades, a falha na cimentação ocorreu na interface cimento esmalte, enquanto que no grupo controle, a falha ocorreu na interface cimento banda.

Penna et al.<sup>26</sup>, em 1998, avaliaram força de adesão e a rugosidade da superfície de bandas ortodônticas. Foram comparadas diversas marcas comerciais de bandas com a superfície interna tratada pelo fabricante e bandas com a superfície interna não tratada. As marcas comerciais testadas foram Unitek, A.Company (bandas com a superfície interna tratada e não tratada), GAC e Dentaurum (bandas com a superfície interna tratada). O tratamento realizado pelas indústrias foi o microjateamento com óxido de alumínio. Vinte e cinco bandas de cada um dos seis grupos foram seccionadas em quadrados e coladas em blocos de acrílico com cianoacrilato. Os blocos de acrílico foram acoplados em tubos

usados na máquina de testes Instron Universal. O cimento (Ideal, GAC – Nova York), foi manipulado de acordo com as normas do fabricante e despejado dentro de uma secção de tubo plástico de 4mm (Ortho Tube, Orthoband Co - Barnhart). O tubo com cimento foi posicionado na superfície interna de uma banda, previamente montada no bloco de acrílico. As amostras foram armazenadas a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 horas. Os corpos de prova foram levados à máquina Instron e uma carga de força vertical aplicada na interface cimento banda. Os resultados encontrados demonstraram uma maior força de adesão para a banda com a superfície tratada da Unitek. A média de rugosidades na superfície também foi maior na banda Unitek com a superfície tratada.

Em 1999, Mennemeyer et al.<sup>16</sup>, publicaram um estudo in vitro sobre as forças de adesão entre as bandas ortodônticas convencionais e microjateadas por óxido de alumínio, e os cimentos de ionômero de vidro convencional, ionômero híbrido e cimento resinoso. Utilizaram as bandas ortodônticas convencional e Maximum Retention, microjateada pelo fabricante, ambas da American Orthodontic. Essas bandas foram testadas da maneira que foram entregues pelos fabricantes e também depois de serem modificadas por microjateamento por óxido de alumínio com partículas de 90 µm, por 5 segundos a uma distância de 6 mm. Foram utilizadas tiras de bandas ortodônticas de 6 x 6 mm, coladas a blocos de acrílico. O cimento testado foi aplicado na superfície da tira de banda com a ajuda de uma seringa Centrix. Utilizaram 10 corpos de prova para cada uma das condições do teste. Os corpos de prova foram levados a uma máquina de ensaios

mecânicos, Instron Mini 44, no modo tensão a uma velocidade de 0,05 cm por minuto. Foi avaliada e registrada a força de adesão do cimento à banda. Também foi verificada a quantidade de cimento remanescente na banda, visualmente, e classificada usando uma escala de incrementos de 20%. Os resultados encontrados pelos autores mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a força de adesão dos cimentos testados a banda ortodôntica convencional e a banda Maximum Retention, que é microjateada pelo fabricante. Quando as bandas receberam o microjateamento por óxido de alumínio pelos pesquisadores, previamente a cimentação, houve uma grande melhora na força de adesão do cimento resinoso e do ionômero híbrido a banda ortodôntica. Quanto ao cimento residual, quando as bandas foram microjateadas, mostraram uma variação de 20 a 80% de cimento remanescente nas tiras de bandas ortodônticas. As tiras de bandas que não sofreram o microjateamento permaneceram com menos de 20% de cimento residual em sua superfície.

Hodges et al<sup>9</sup>, em 2001, estudaram os efeitos do microjateamento na retenção de bandas ortodônticas com o objetivo de investigar os índices de falha e a duração da cimentação das bandas microjateadas e não microjateadas, em um estudo prospectivo e randomizado. Os efeitos de variáveis relacionadas com o paciente e com o operador nas falhas das bandas também foram avaliados. Os pacientes que participaram do estudo tiveram pelo menos um par de bandas cimentadas em primeiros molares de cada arcada, sendo uma banda microjateada de um lado e uma banda não microjateada do outro lado. Os dentes a serem

bandados foram limpos com pasta de pedra-pomes, lavados e secos com ar comprimido. Bandas de primeiros molares, de tamanho apropriado aos dentes, foram selecionadas e adaptadas. As bandas foram cimentadas com ionômero de vidro (Multi-Cure Glass Ionomer, 3M Unitek - Monrovia), manipulado de acordo com as normas do fabricante. Os dentes foram mantidos secos através de rolos de algodão, os excessos de cimento removidos e o cimento fotoativado por 40 segundos. Quando requerido, o arco extrabucal foi adaptado, na mesma consulta da cimentação das bandas. Quinze operadores com experiência similar realizaram o tratamento ortodôntico. A retenção das bandas foi checada com intervalos de 4 a 6 semanas. Todos os casos receberam acompanhamento até o final do tratamento ou o final do estudo (2 anos e 7 meses). Foram levadas em consideração as seguintes características:

1. Idade e gênero do paciente
2. Presença de molar cruzado
3. Uso de aparelho extrabucal
4. Quadrante no qual ocorreu a falha
5. Data da falha
6. Duração de tratamento

Setenta e nove pacientes tiveram um total de 304 molares bandados, com igual número de bandas microjateadas e não microjateadas. As falhas ocorreram em 26 pacientes, envolvendo 29 bandas, representando um índice de falha de 33% dos pacientes e 9,5% das bandas. Dentre as bandas que falharam, 26 (17%) foram bandas não microjateadas e 3 (2%)

bandas microjateadas. Isto corresponde a 25 pacientes (32%) com bandas não microjateadas e 2 pacientes (3%) com bandas microjateadas. O tempo médio da duração da cimentação das bandas microjateadas foi de 579 dias, comparadas com 504 dias para as bandas não microjateadas. Não houve correlação da idade do paciente com a falha na bandagem. Também não houve correlação de falha ao gênero do paciente ou ao uso do arco extrabucal. A presença de molar cruzado mostrou ter um significativo efeito nas falhas de bandagem.

## **Proposição**

### **Objetivo Geral**

O objetivo geral da presente investigação foi obter dados referentes a quantidade de cimento residual e força necessária para a remoção das bandas ortodônticas Grip Tite, Convencional e banda Convencional microjateada por óxido de alumínio.

### **Objetivos específicos:**

Os objetivos específicos foram:

1. Testar a força necessária para a remoção da banda ortodôntica Grip Tite (TP orthodontics), Convencional (Abzil Lancer – São José do Rio Preto),

Convencional (Abzil Lancer) com a superfície interna microjateada com óxido de alumínio, cimentadas com ionômero de vidro convencional Meron (Voco – Aischaven) e verificar qual suporta a maior carga para a sua remoção.

2. Verificar em qual superfície interna das bandas ortodônticas testadas encontra-se a maior quantidade de cimento residual aderido, isto é, qual superfície possui a melhor adesão na interface cimento banda.

3. Verificar, através da microscopia eletrônica de varredura, qual das três superfícies internas das bandas testadas possui a maior quantidade de rugosidades e cimento residual aderido.

## **Material e Método**

### **Material**

O presente trabalho foi constituído de uma amostra de 21 dentes terceiros molares extraídos e armazenados em formol a 10% obtidos por meio do banco de dentes da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Todos os dentes selecionados possuíam anatomia coronária compatível com primeiros molares inferiores sem descalcificações, cáries ou restaurações nas faces mesial, distal, vestibular, lingual e oclusal.

Todos os dentes foram fixados em secções de tubo de PVC de 1\2 polegada com 2cm de altura, com resina acrílica auto polimerizável Orto Class (Classico – São Paulo), até a altura da junção amelo-cementária.

Foram escolhidos três tipos de bandas para fazerem parte desse trabalho, sendo, bandas Grip Tite, Convencionais Abzil-Lancer e

Convencionais Abzil-Lancer microjateadas por óxido de alumínio 60µm, divididas em três grupos denominados Grupo A (bandas Convencionais Abzil-Lancer), Grupo B (bandas Convencionais Abzil-Lancer microjateadas por óxido de alumínio 60µm) e Grupo C (bandas Grip Tite).

Cada banda recebeu dois tubos linguais (Morelli - Sorocaba), soldados nas faces vestibular e lingual nos quais foi presa uma alça de fio de aço 0.035", trançado, com altura de 6 cm. O agente de cimentação das bandas foi o ionômero de vidro convencional Meron espatulado pelo mesmo operador. Após 24 horas da presa do cimento, esses dentes passaram por uma máquina simuladora ciclos térmicos, MSCT-3, pertencente ao laboratório da disciplina de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP. Para a realização do ensaio mecânico foi utilizada a máquina MTS (material test system), também pertencente a este mesmo laboratório. Para a avaliação da superfície interna da banda utilizou-se um microscópio eletrônico de varredura, gentilmente cedido pelo laboratório de microscopia da Faculdade de Zootecnia de Jaboticabal - UNESP.

## Método

O experimento ocorreu na forma de três ensaios mecânicos, onde os corpos de prova foram reutilizados nos três ensaios, tomando-se o cuidado de inverter a ordem das bandas em cada um deles. Isto teve como objetivo permitir que cada dente recebesse os três modelos de banda. A

ordem dos ensaios foi definida aleatoriamente como mostram os quadros a seguir:

Quadro 1 Ensaio 1

<b>Corpos de prova</b>	<b>Bandas</b>
<b>1 a 7</b>	<b>Grupo C (Grip Tite)</b>
<b>8 a 14</b>	<b>Grupo A (Convencionais)</b>
<b>15 a 21</b>	<b>Grupo B (Microjateadas)</b>

Quadro 2 Ensaio 2

<b>Corpos de prova</b>	<b>Bandas</b>
<b>1 a 7</b>	<b>Grupo B (Microjateadas)</b>
<b>8 a 14</b>	<b>Grupo C (Grip Tite)</b>
<b>15 a 21</b>	<b>Grupo A (Convencionais)</b>

Quadro 3 Ensaio 3

<b>Corpos de prova</b>	<b>Bandas</b>
<b>1 a 7</b>	<b>Grupo A (Convencionais)</b>
<b>8 a 14</b>	<b>Grupo B (Microjateadas)</b>

15 a 21	Grupo C (Grip Tite)
---------	---------------------

A ordem dos ensaios pode ser mais facilmente visualizada na Figura 1.

CORPOS DE PROVA	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3
1 a 7			
8 a 14			
15 a 21			

FIGURA 1- Representação esquemática da ordem dos ensaios mecânicos

No primeiro ensaio as coroas dos molares foram limpas com uma pasta de pedra-pomes e água. As bandas ortodônticas Grip Tite (TP orthodontics) foram selecionadas e adaptadas para cada molar dos corpos de prova 1 a 7. Nos corpos de prova 8 a 14 foram adaptadas bandas ortodônticas Convencionais Abzil Lancer e nos de 15 a 21 bandas ortodônticas Convencionais Abzil Lancer que receberam, em sua superfície interna, um microjateamento por óxido de alumínio de 60µm a uma distância de 10mm, seguindo o protocolo de Millett et al.<sup>19</sup>. O processo de

microjateamento teve a duração de 15 a 20 segundos, até que a superfície interna da banda ficasse com uma aparência fosca, como preconizou Wood et al.<sup>40</sup>. Todas as bandas receberam tubos linguais (Morelli), soldados com uma máquina de solda a ponto eletrônica microprocessada, modelo MPSS Professional (Klemmen), nas faces vestibular e lingual. As bandas foram cimentadas com uma porção de cimento de ionômero de vidro (Meron) e uma gota do líquido, manipulados por 30 segundos e cimentado no tempo máximo de 3 minutos, de acordo com as recomendações do fabricante. Os excessos de cimento foram removidos com um removedor decimento da face oclusal e margem cervical, de modo a não influenciarem nos resultados. Os corpos de prova, com as devidas bandas cimentadas, foram armazenados em água destilada por 48 horas, e levados a uma máquina de ciclagem térmica, onde receberam 360 banhos, com a temperatura variando de 5°C a 55°C. Cada banho teve o tempo de duração de 30 segundos e o tempo total desse processo durou aproximadamente 4 horas. A ciclagem térmica teve como objetivo simular as condições bucais de umidade e temperatura. Após a ciclagem térmica os corpos de prova retornaram para a água destilada por 48 horas, e passado esse período, as bandas foram removidas da água e receberam uma alça de fio de aço 0.035" trançado, de 6 cm de comprimento, que foi amarrada aos tubos das faces lingual e vestibular. Os corpos de prova foram levados à máquina de ensaios mecânicos (MTS - Material Test System) e a ela fixados por uma base. Um gancho da própria da máquina engatou na alça da banda de modo que a força aplicada fosse paralela ao longo eixo do dente, conforme a Figura 2 da página 48. A força foi aplicada

no modo tensão, na velocidade de 5 mm por minuto, até que a banda fosse removida, bem como analisada a quantidade de cimento remanescente na mesma. A quantidade de cimento remanescente na superfície da banda foi verificada visualmente por quatro operadores calibrados, independentes, e classificada usando uma escala de variação de 25%, recebendo um dos seguintes escores:

1= 0 a 25% de cimento residual na banda

2= 25 a 50% de cimento residual na banda

3= 50 a 75% de cimento residual na banda

4 = 75 a 100% de cimento residual na banda.

O segundo ensaio mecânico foi realizado nos mesmos corpos de prova do primeiro ensaio. Todo o cimento residual nos dentes foi removido com um alicate removedor de resina, e realizada nova profilaxia com pedra-pomes e água. O processo se repetiu como no primeiro ensaio, porém os corpos de prova 1 a 7 receberam as bandas do grupo B - Convencionais microjateadas, 8 a 14 bandas do grupo C - Grip Tite e 15 a 21 do grupo A - Convencionais. Após o ensaio mecânico, cada banda recebeu um escore relativo à quantidade de cimento residual.

No terceiro ensaio mecânico o cimento residual nos dentes foi removido, e realizada a profilaxia com pedra-pomes e água. O ensaio se repetiu, utilizando-se os mesmos corpos de prova. Dessa vez, os corpos de prova 1 a 7 receberam bandas do grupo A - Convencionais, 8 a 14 bandas do grupo B - Convencionais microjateadas e 15 a 21 bandas do grupo C -

Grip Tite. Após o ensaio mecânico, cada banda recebeu um escore relativo à quantidade de cimento residual.

Após os ensaios mecânicos, foram escolhidas aleatoriamente 6 bandas, sendo duas de cada grupo. Essas bandas foram analisadas e utilizou-se um microscópio eletrônico de varredura de 15 KV, em aumentos variando de 50 a 1500 vezes e em seguida fotografadas. A fim de visualizar a superfície interna das bandas sem cimento e com o cimento remanescente foram analisadas uma banda antes e outra depois da cimentação.

A seqüência dos três ensaios mecânicos, no grupo de bandas 1 a 7, pode ser visualizada nas Figuras 2,3 e 4.



Ensaio 1, Corpos de prova 1 a 7

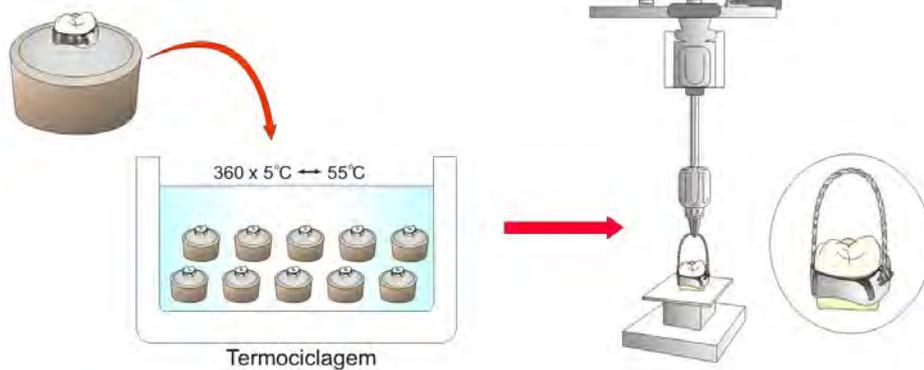
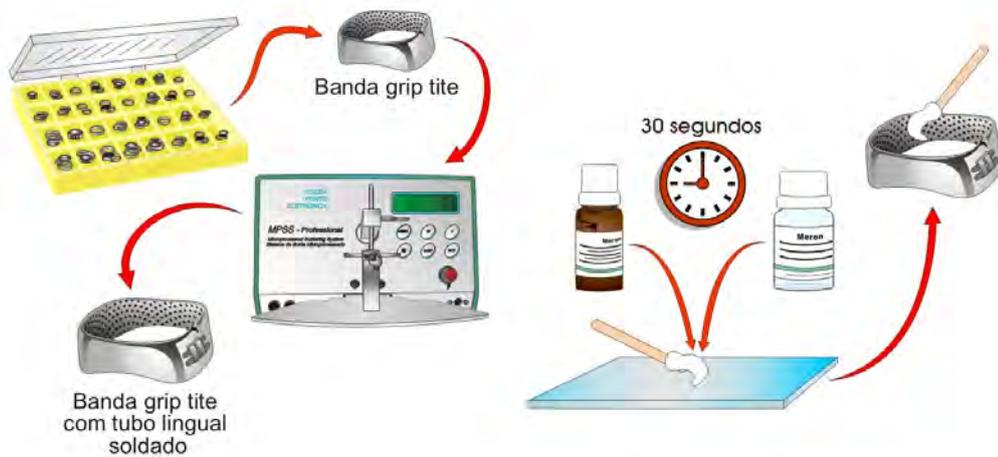


FIGURA 2 – Ensaio 1, corpos de prova 1 a 7, bandas grip tite

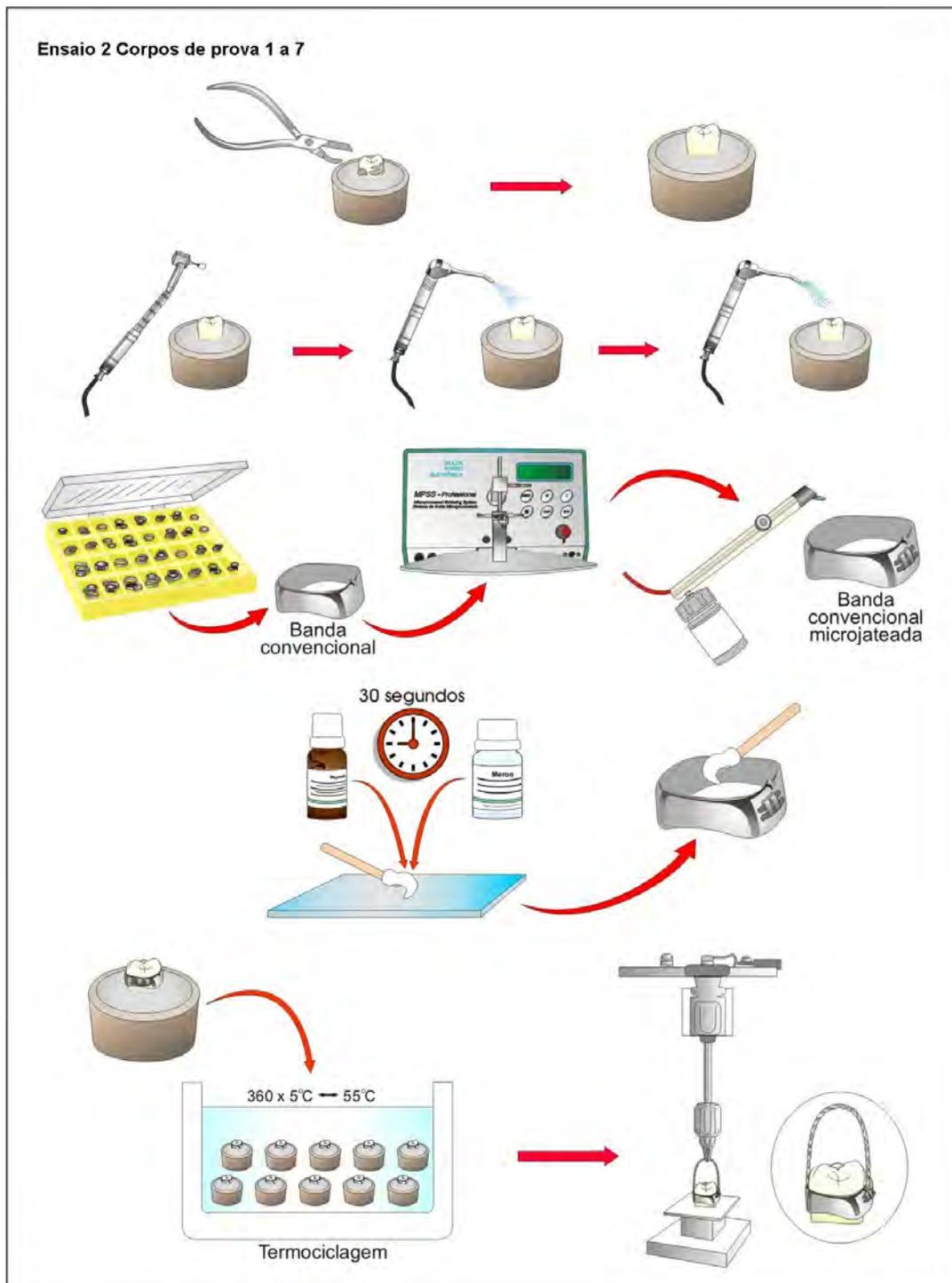


FIGURA 3 – Ensaio 2, corpos de prova 1 a 7, bandas microjateadas



FIGURA 4- Ensaio 3, corpos de prova 1 a 7, bandas convencionais

## Planejamento estatístico

A análise de variância foi utilizada para a comparação dos grupos experimentais quanto às médias de cargas para a remoção das bandas ortodônticas. Esse procedimento foi complementado pelo Teste de Tukey para a comparação múltipla de médias. As condições de homogeneidade de variância e de normalidade dos erros experimentais, estimados pelos resíduos, foram avaliadas, respectivamente, pelos testes de Levene e de Shapiro-Wilk.

Utilizou-se o teste não-paramétrico de Krukal-Wallis para a comparação dos três grupos quanto à quantidade de cimento remanescente na superfície da banda. Esse procedimento foi adequado porque usou-se índices de 1 a 4 para definir a quantidade de cimento remanescente. Em todos os testes adotou-se o nível de 5% de significância para a tomada de decisão.

## Resultado

Na Tabela A1 do anexo são dadas as medidas de carga, em Newton, representativas das forças necessárias para a remoção das bandas ortodônticas: Grupo A - Convencionais, Grupo B - Convencionais com a superfície interna microjateada com óxido de alumínio e Grupo C - Grip Tite, cimentadas com ionômero de vidro. Cada grupo apresentou 21 resultados de carga em Newton (N) e também os índices de cimento remanescente na superfície das bandas, visualizados na Tabela A1.

Na Tabela A2 do anexo utilizou-se a análise de variância, que indicou diferença significativa entre as médias de carga dos três materiais utilizados ( $p=0,008$ ). Na Tabela A3, de acordo com o teste de Tukey, no nível de 5% de significância, estudou-se a média de carga dos grupos. Considerou-se que as duas condições de aplicabilidade dessas análises indicadas na metodologia foram satisfatórias, pois tanto a homogeneidade de variâncias como a normalidade dos resíduos passaram, respectivamente, nos testes de Levene e de Shapiro-Wilk ( $p>0,05$ ).

Na Tabela 1, estão reunidas as médias e desvios padrão de cargas, em Newton, relativas aos três grupos em análise. Nesta Tabela está também o resultado do teste de Tukey, de modo que médias acompanhadas por letras iguais não são significativamente diferentes ao nível de 5%. Essas

médias estão representadas graficamente na Figura 5, juntamente com intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais. Quanto maior a sobreposição desses intervalos, menor é a evidência de diferença entre as médias populacionais.

Tabela 1 - Médias e desvios padrão de cargas, em N (médias com letras iguais não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey, ao nível de 5%)

<b>Grupo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
<b>A - Convencionais</b>	<b>106,19<sup>a</sup></b>	<b>52,14</b>
<b>B - Microjateadas</b>	<b>153,48<sup>b</sup></b>	<b>47,96</b>
<b>C – Grip Tite</b>	<b>127,08<sup>ab</sup></b>	<b>39,35</b>

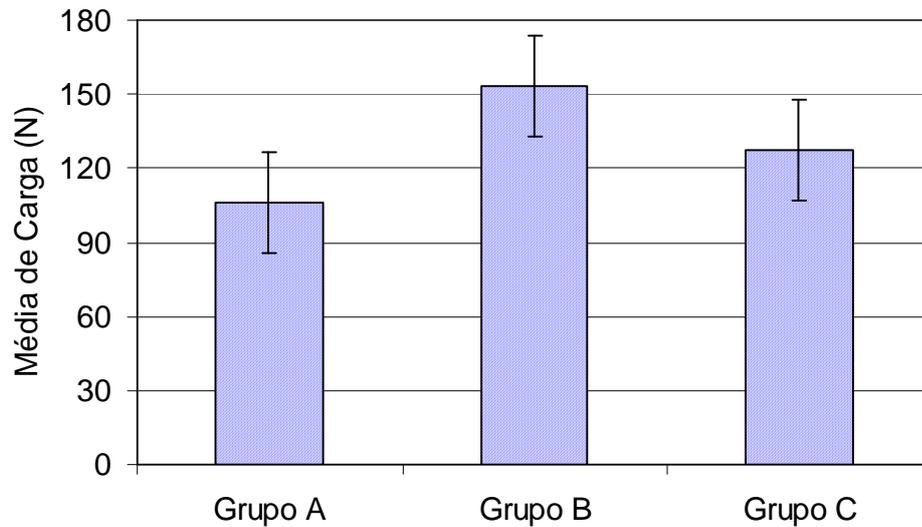


FIGURA 5 - Representação gráfica de médias amostrais de cargas (colunas) e intervalos de confiança de 95% para as médias populacionais (barras).

Na avaliação da média de carga encontrou-se que: a média de carga do Grupo A - Convencionais foi menor do que a média do Grupo B - Convencionais com a superfície interna microjateada, mas não significativamente menor do que a média de carga do Grupo C - Grip Tite. Isto significa que as bandas Convencionais microjateadas são mais resistentes as falhas durante o tratamento ortodôntico, comparadas aos outros dois grupos testados.

A avaliação da diferença entre os três grupos estudados, quanto à quantidade de cimento remanescente na superfície da banda, por meio de índices de 1 a 4, foi realizada pelo teste não-paramétrico de Kruskal-

Wallis. O grupo B - Convencionais com a superfície interna microjateada, apresentou somente índices iguais a 4, portanto de maior retenção de cimento, enquanto nos grupos A - Convencionais e C – Grip Tite, houve predominância do índice 1, sem diferença significativa entre esses dois grupos quanto à quantidade de cimento remanescente.

Na Tabela 2, visualizamos as frequências absolutas e as frequências percentuais dos índices de cimento remanescente, para os três grupos estudados. Esses valores explicam que, na avaliação da quantidade de cimento residual, o Grupo B - Convencionais com a superfície interna microjateada apresentou índices de resultado 4, significando que mais de 75% do cimento residual permaneceu nas bandas. Isto mostra que o grupo B – Convencionais microjateadas, possui melhor adesão na interface cimento banda. Nos Grupos A - Convencionais e Grupo C – Grip Tite, predominou o índice 1, que significa que menos de 25% do cimento residual permaneceu aderido as bandas, possuindo menor adesão na interface cimento banda. Isto pode ser visualizado na forma de gráfico na Figura 6, na página 56.

Tabela 2 - Frequências absolutas e frequências percentuais (entre parênteses) dos índices de cimento remanescente

Grupo	Índice				Total
	1	2	3	4	
<b>A - Convencionais</b>	<b>13 (76)</b>	<b>3 (18)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>1 (6)</b>	<b>17</b>
<b>B - Microjateadas</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>12 (100)</b>	<b>12</b>
<b>C – Grip Tite</b>	<b>8 (62)</b>	<b>3 (23)</b>	<b>1 (8)</b>	<b>1 (8)</b>	<b>13</b>

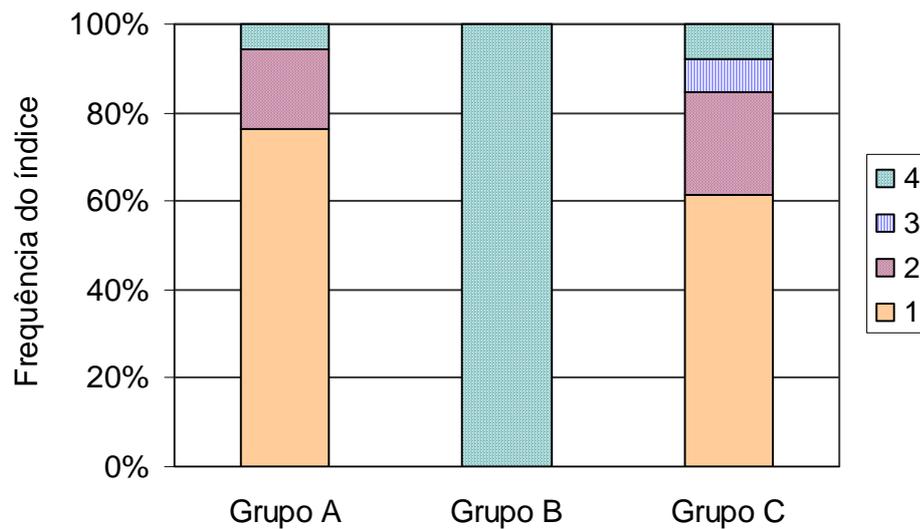
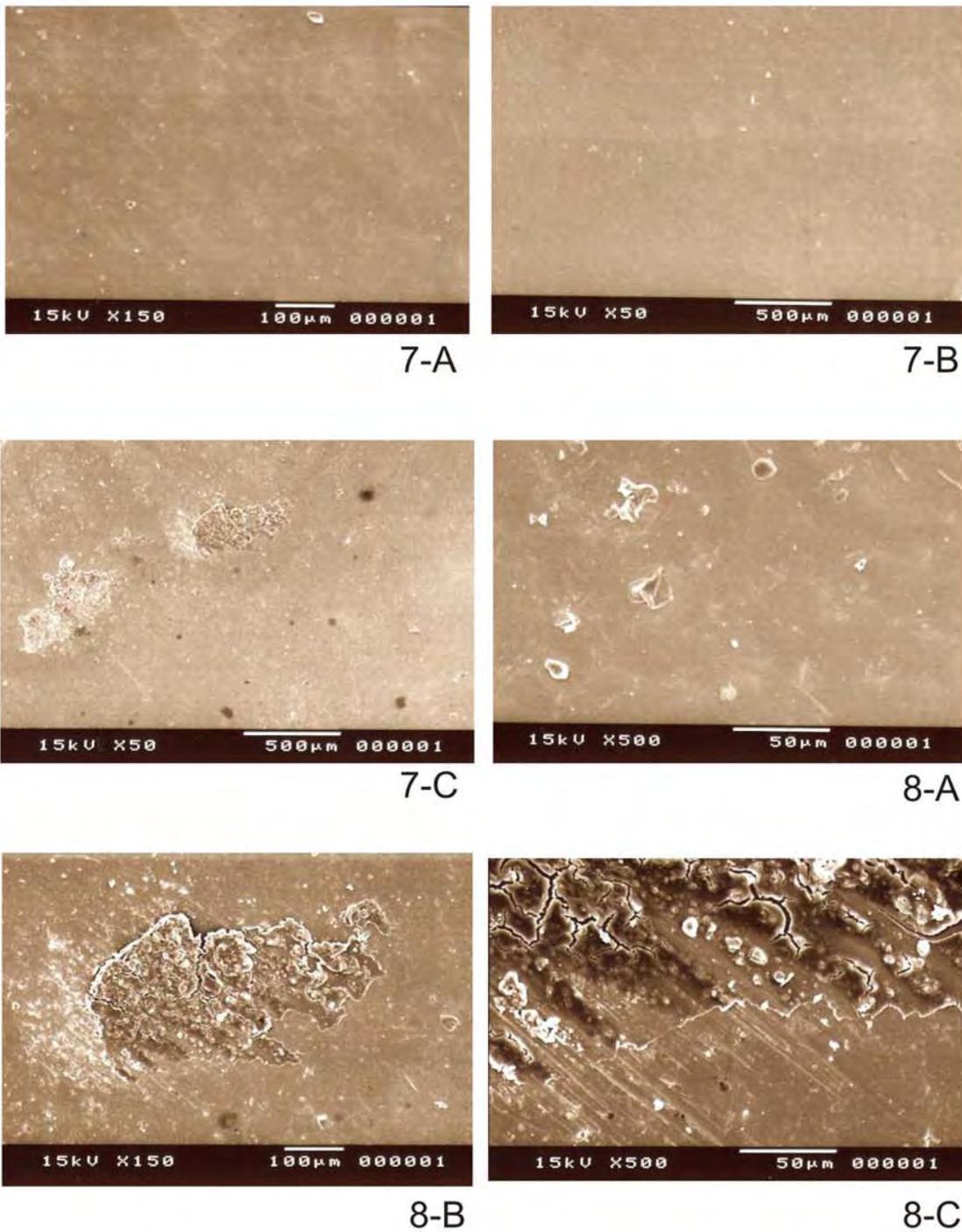


FIGURA 6 - Frequências percentuais dos índices de cimento remanescente

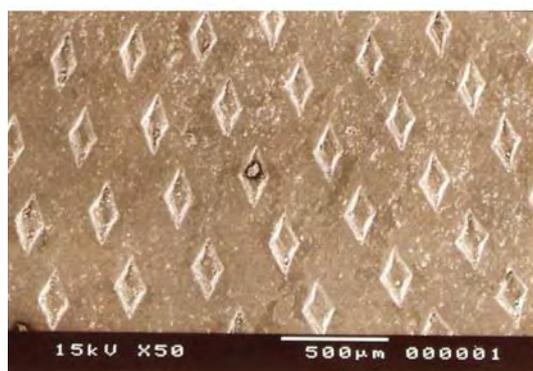
Ao analisarmos as fotografias obtidas com a microscopia eletrônica de varredura, podemos comparar as superfícies das bandas estudadas, antes e após o processo de cimentação. A banda convencional,

Figuras 7 a,b,c, apresenta uma superfície regular e lisa, onde há pouco cimento aderido na superfície, Figuras 8 a,b,c. A banda Grip Tite possui microperfurações regulares e profundas, e antes do processo de cimentação, podemos observar algumas impurezas presentes no interior dessas microperfurações, Figuras 9 a,b,c. Nota-se que pouco cimento penetra efetivamente em suas microperfurações, Figuras 10 a,b,c. A Figura 11 a,b,c revela a superfície da banda microjateada por óxido de alumínio. Nela pode-se observar uma superfície áspera e rugosa. Após a cimentação, verifica-se uma superfície rica em cimento de ionômero de vidro aderido a banda, Figura 12 a,b.

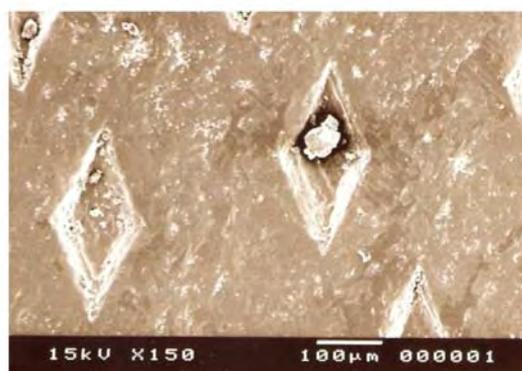


FIGURAS 7 A,B,C: Banda convencional antes da cimentação

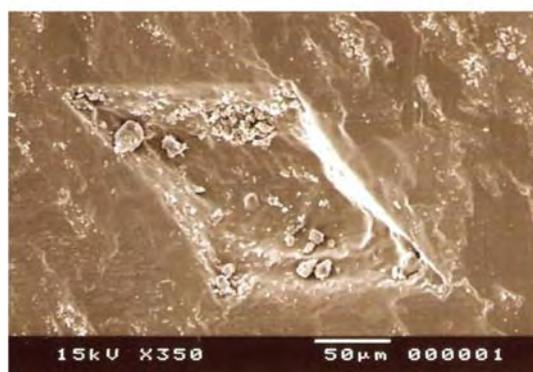
FIGURAS 8 A,B,C: Banda convencional após a cimentação



9-A



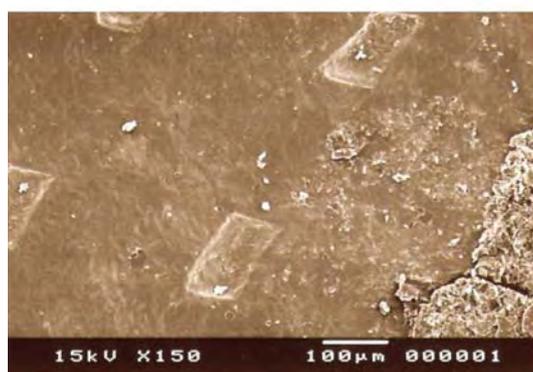
9-B



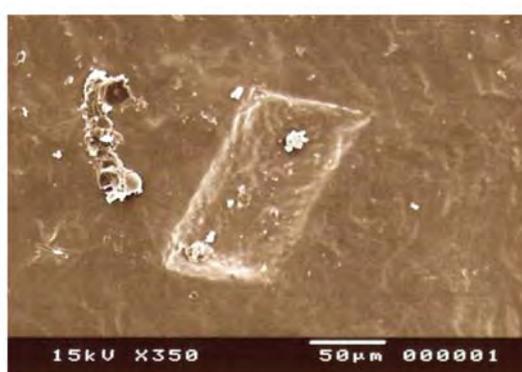
9-C



10-A



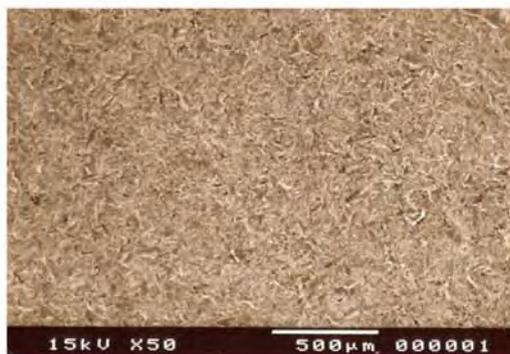
10-B



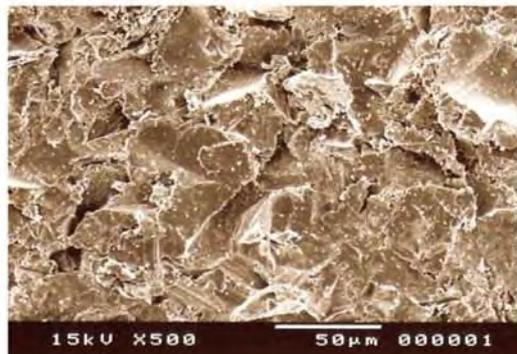
10-C

FIGURAS 9 A,B,C: Banda Grip Tite antes da cimentação

FIGURAS 10 A,B,C: Banda Grip Tite após a cimentação



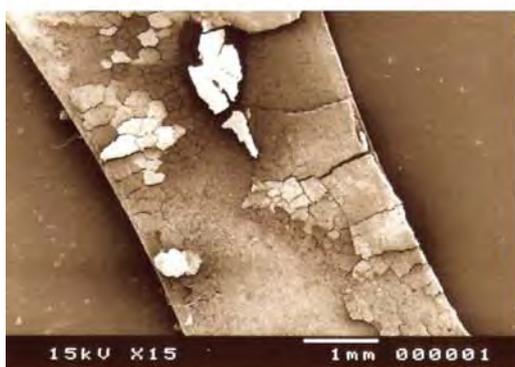
11-A



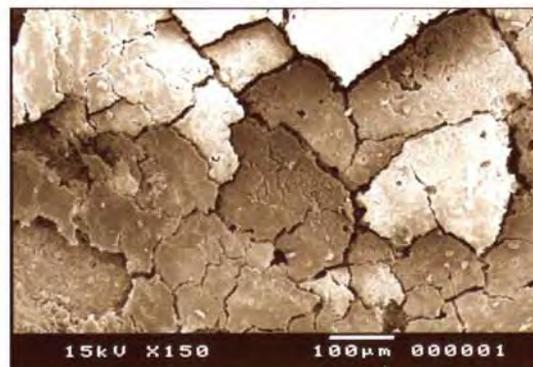
11-B



11-C



12-A



12-B

FIGURAS 11 A,B,C: Banda microjateada antes da cimentação

FIGURAS 12 A,B: Banda microjateada após a cimentação

## Discussão

Nos primórdios da ortodontia, todos os dentes recebiam bandas ortodônticas. Na atualidade, a maioria das peças ortodônticas são coladas ao esmalte dentário por meio do uso de condicionadores ácidos, adesivos e resinas compostas. Isto traz grandes vantagens: não há a necessidade de separar dentes e, com isso, há menos dor, é mais fácil de instalar e remover os acessórios ortodônticos além da estética ser favorecida. Também, torna-se mais fácil o acesso às superfícies interproximais, nos casos onde desgastes nessas faces são necessários. Acessórios colados têm menos propensão a acumular placa bacteriana, diminuindo assim as chances de agredir o tecido gengival e de produzir descalcificações e manchas brancas, apesar de não eliminarem esses problemas<sup>28</sup>.

Por essas razões, não é mais adequado, rotineiramente, bandar todos os dentes que necessitam de acessórios fixos. Contudo, ainda existe um número grande de indicações para o uso de bandas no lugar de acessórios colados. Algumas dessas indicações são: dentes que receberão forças pesadas contra seus acessórios, como o primeiro molar superior que irá receber um arco extrabucal; dentes que necessitarão de acessórios linguais, especialmente se o acessório lingual não for amarrado à outra parte do aparelho. Com a bandagem corre-se menor risco de deglutição ou

aspiração se algo é perdido; dentes com coroas clínicas pequenas, pois a banda pode localizar-se levemente subgingival e deslocar discretamente a gengiva. Isto é particularmente útil nos segundos pré-molares de adolescentes, que em alguns casos apresentam coroas clínicas curtas; superfícies dentais incompatíveis com uma boa colagem. Em casos de superfícies dentais restauradas com porcelana, amálgama ou outros metais preciosos, esmalte com hipoplasia ou fluorose, uma boa bandagem inicial é melhor do que uma série de colagens mal sucedidas. A colagem em restaurações de porcelana é difícil, no entanto, pode ser realizada removendo a camada de glazer superficial e usando um agente de união para aumentar a eficácia do agente de adesão<sup>28</sup>.

No intuito de melhorar a retenção das bandas ortodônticas, pesquisadores estudaram os cimentos utilizados, e conseguiram uma melhora da adesão na interface dente cimento. Porém, falhas continuaram a ocorrer, principalmente na interface cimento banda.

Várias pesquisas são conduzidas para se estudar a colagem de acessórios ortodônticos, e a influência de diferentes cimentos no processo de bandagem. Porém, sobre as modificações na superfície interna das bandas há um número reduzido de artigos publicados, mesmo sendo o local onde ocorrem a maioria das falhas.

O presente estudo foi um ensaio mecânico realizado em 21 terceiros molares. O seu intuito foi avaliar as forças necessárias para a remoção da banda ortodôntica Convencional Abzil Lancer, banda ortodôntica Convencional microjateada por óxido de alumínio e da banda ortodôntica

Grip Tite da TP Orthodontics. Além do estudo da força necessária para a remoção, associou-se o resultado da quantidade de cimento residual na superfície interna de cada modelo de banda estudado.

O microjateamento por óxido de alumínio, em bandas ortodônticas, tem sido avaliado em alguns estudos<sup>7,9,16,17,19,26,31,32,36,40</sup>. O processo de microjateamento consiste na aplicação de um spray de partículas de óxido de alumínio, sob alta pressão, contra a superfície metálica. Ele produz microrugosidades que aumentam a superfície da área interna da banda. Isto favorece a retenção mecânica. Além disso, remove contaminações e a diminui a camada de metais oxidados da superfície, produzindo um local mais favorável para a adesão química do cimento ao metal<sup>19,40</sup>. Estudos laboratoriais têm mostrado que a cimentação logo após o processo de microjateamento, quando a camada de óxidos de metal encontra-se fina, produz melhores resultados quanto à retenção<sup>31</sup>. Alguns autores<sup>14,40</sup> encontraram resultados que mostram um enfraquecimento de 10 a 15% na adesão, 1 semana após o microjateamento, quando a camada de óxidos de metal é mais espessa que imediatamente após o microjateamento. Os autores advogam a necessidade de uma fina camada de óxidos, já que na ausência completa dessa camada, que ocorre quando a adesão é testada em um ambiente livre de oxigênio, atinge-se uma inadequada força de adesão.

Seeholzer, Dasch<sup>32</sup>, verificaram que as perdas de bandas ocorrem por falhas, principalmente, na interface cimento banda. Compararam, em um estudo clínico, a superfície de bandas ortodônticas

convencionais e microjateadas. Encontraram um aumento de 30% na força de retenção das bandas microjateadas.

Millet et al.<sup>19</sup>, investigaram o efeito do microjateamento comparando bandas microjateadas e convencionais em 107 pacientes. Encontraram um índice de falha de 4% nas bandas microjateadas, enquanto que nas bandas convencionais, o índice de falhas foi de 20%.

Wood et al.<sup>40</sup>, verificaram o efeito do microjateamento nas superfícies de bandas, cimentadas com poliacarboxilato de zinco, fosfato de zinco e ionômero de vidro, a terceiros molares extraídos. Bandas cimentadas com poliacarboxilato de zinco tiveram um aumento da força requerida para removê-las de 0,98 para 2,34 MPa, quando realizado o microjateamento. Nas bandas cimentadas com fosfato de zinco, a força subiu de 1,01 para 1,94 MPa, enquanto que nas bandas cimentadas com ionômero de vidro, a força elevou-se de 1,23 para 2,43 MPa. Isto equivale a um aumento médio de 50% na força retentiva das bandas que receberam o microjateamento, com todos os cimentos testados.

Miller, Zernik<sup>17</sup>, estudaram a força de retenção de discos de aço microjateados, cimentados com ionômero de vidro e fosfato de zinco, a incisivos bovinos, in vitro. Encontraram resultados que mostram um aumento na força de adesão, do cimento de ionômero de vidro Vitremer Tri-Cure (3M Unitek), de 12,9 para 23,2 lbs após o microjateamento do disco de aço. Quando testado o cimento de ionômero de vidro Fuji II LC (GC America Inc), a força de retenção variou de 12,1 para 21,5 lbs. Nos testes realizados como cimento de fosfato de zinco Blend-EZ (Espe Dental), a força encontrada

inicialmente foi de 3,5 lbs e após o microjateamento, 9,7 lbs. Estes resultados levaram os autores a indicar o microjateamento com óxido de alumínio por produzir um substancial aumento na força de adesão na interface banda cimento.

Penna et al.<sup>26</sup> testaram bandas microjateadas de fábrica e bandas convencionais. Encontraram os melhores resultados dos testes de força na banda microjateada da Unitek,

Mennemeyer et al.<sup>16</sup> também defendem que a retenção é aumentada após o microjateamento por óxido de alumínio.

Hodges et al.<sup>9</sup> avaliaram clinicamente os índices de falhas de bandas convencionais e bandas microjateadas pelos próprios fabricantes. Verificaram que do total de falhas, 17% ocorreram com as bandas convencionais e que 2% das falhas correspondiam às bandas microjateadas.

No presente estudo, verificamos que maior força de retenção alcançada foi com o uso da banda microjateada, o que está de acordo com os resultados dos demais autores encontrados na literatura. Como o microjateamento, nesse estudo, foi realizado imediatamente antes da cimentação das bandas ortodônticas, as condições de camada fina de óxidos foram satisfeitas, como advogam Scott<sup>31</sup>, MacColl<sup>14</sup> e Wood<sup>40</sup>.

A banda Grip Tite, fabricada pela TP orthodontics, possui microperfurações que, segundo o fabricante, são três vezes mais profundas que as retenções obtidas com o microjateamento por óxido de alumínio. Isto traria um aumento na retenção e aumentaria a força de adesão. Ainda, segundo o fabricante, outros métodos para modificar a superfície das bandas

produzem um arranjo irregular, o que faz com que a força de adesão varie muito entre as bandas. Com a banda Grip Tite, a precisão na profundidade das microperfurações e a sua disposição geométrica favorecem a penetração do cimento, otimizando as forças de adesão e reduzindo as falhas. De acordo com a TP orthodontics, a força de adesão média da banda Grip Tite é de 19,21 lbs (dp = 2,28), enquanto que a banda Max Retention, da American Orthodontics, microjateada pelo próprio fabricante, possui uma força média de adesão de 14,76 lbs (dp= 5,94 lbs)<sup>36</sup>.

Os resultados apresentados no folder do fabricante da banda Grip Tite<sup>36</sup> não estão de acordo com os encontrados no presente estudo. Em nossa pesquisa, verificamos que as bandas microjateadas por óxido de alumínio foram as que suportaram maior média de carga, 153,48 N, sendo significativamente maior que a média de carga da banda Grip Tite (127,08N) e que a banda convencional (106,19N). Quando comparadas bandas convencionais a bandas Grip Tite, não foi encontrada diferença estatisticamente significante entre elas. Esse resultado pode ser justificado pelo fato da TP orthodontics comparar bandas Grip Tite com bandas microjateadas durante o processo de fabricação, e não bandas microjateadas imediatamente antes da cimentação. Como já mencionado anteriormente, alguns autores<sup>14,31,40</sup>, defendem que as melhores forças de adesão são encontradas logo depois do microjateamento, quando a camada de óxidos de metais na superfície das banda torna-se mais fina, favorecendo a adesão química do cimento ao metal.

Os resultados encontrados nesse estudo, quanto à quantidade de cimento remanescente na superfície das bandas, mostram que, após o processo de microjateamento, todas as bandas receberam um escore 4. Isto significa ter de 75 a 100% do cimento aderido no metal. Nas bandas convencionais o escore que prevaleceu (76%) foi o 1, que significa, até 25% de cimento aderido nas bandas. Nas bandas Grip Tite também prevaleceu (62%) o escore 1. Segundo nosso estudo, o microjateamento com óxido de alumínio melhora a adesão na interface cimento banda. Isto está de acordo com os achados de Millet et al.<sup>19</sup>, Miller, Zernik<sup>17</sup>, Guray, Karaman<sup>7</sup> e Mennemeyer et al.<sup>16</sup>.

Ao analisarmos as fotografias obtidas com a microscopia eletrônica de varredura, podemos comparar as superfícies das bandas estudadas, antes e após o processo de cimentação. A banda convencional apresenta uma superfície regular e lisa, onde há pouco cimento aderido na superfície. A banda Grip Tite possui microperfurações regulares e profundas porém nota-se que pouco cimento penetra efetivamente em suas microperfurações. A superfície da banda microjateada por óxido de alumínio revela-se áspera e rugosa. Após a cimentação, verifica-se uma superfície rica em cimento de ionômero de vidro aderido a banda. Esses achados estão de acordo com Millet et al.<sup>19</sup>, Wood et al.<sup>40</sup>, Miller, Zernik<sup>17</sup>, Guray, Karaman<sup>7</sup>, Penna et al.<sup>26</sup>, que também utilizaram os recursos da microscopia eletrônica de varredura para complementar os resultados encontrados em suas pesquisas.

## Conclusão

De acordo com as condições específicas desse trabalho, e tendo como base os resultados deste estudo, pôde-se concluir que:

1. A superfície interna da banda Convencional microjateada por óxido de alumínio suportou a maior carga de força para remoção (153,48 N). As bandas Convencionais e Grip Tite não apresentaram diferença estatisticamente significativa, em relação à carga de força na remoção.

2. As bandas Convencionais que receberam na sua superfície interna o processo de microjateamento por óxido de alumínio encontrou-se maior quantidade de cimento residual aderido, com escore de mais de 75%.

3. Por meio da análise da microscopia eletrônica de varredura, as bandas Convencionais que receberam na sua superfície interna o processo de microjateamento por óxido de alumínio, apresentou maior quantidade de rugosidades e cimento residual aderido.

## Referências\*

1. Bills R, Yates JL, McKnight JP. Retention of some stainless steel bands cemented with four dental cements. *J Paedod.*1980;4:273-86
2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34:849-53
3. Clark RJ, Phillips RW, Norman RD. An evaluation of silicophosphate as an orthodontic cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1977;71:190-6
4. Cook PA, Youngson CC. An in vitro study of the bond strength of a glass ionomer cement in the direct bonding of orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1988;15:247-53
5. Fricker JP, McLachlan MD. Clinical studies of glass ionomer cements. *Aust Orthod J.* 1985; 9:179-80

\* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

6. Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS. Study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. *J Clin Orthod.* 1986;20:612-25
7. Guray E, Karaman AI. Effects of different roughening methods on band retention. *J Clin Orthod.* 1997;31:361-6
8. Heagney PA. The strengths of some orthodontic cements. *Aust Orthod J.* 1974;3:162-3
9. Hodges SJ, Gilthorpe MS, Hunt NP. The effect of micro-etching on the retention of orthodontic molar bands:a clinical trial. *Eur J Orthod.* 2001;23:91-7
10. Houston WJB, Miller MW. Cement for orthodontic use. *Trans Br Soc Study Orthod.* 1968;19:104-9
11. Kent BE, Wilson AD. Glass ionomer. *J Dent Res.* 1969;48:412
12. Kent BE, Wilson AD. The properties of a glass ionomer cement. *Br J Orthod.* 1973;135:322-6
13. Lee HL, Orłowski JA, Elwell RB, Tate A. A new high strength composite type cement for orthodontic bands. *J Clin Orthod.* 1973;7:514-9
14. MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113: 276-8

15. Maijer R, Smith DC. A comparison between zinc phosphate and glass ionomer cement in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93:273-9
16. Mennemeyer V, Neuman P, Powers JM. Bonding of hybrid ionomers and resin cements to modified orthodontic band materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115:143-7
17. Miller S, Zernik J. Sandblasting of bands to increase bond strength. *J Clin Orthod.* 1996;30:217-22
18. Millett DT, Gordon PH. The performance of first molar orthodontic bands cemented with glass ionomer cement – A retrospective analysis. *Br J Orthod.* 1992;19:215-20
19. Millett DT, McCabe JF, Bennett TG, Carter NE, Gordon PH. The effect of sandblasting on the retention of first molar orthodontic bands cemented with glass ionomer cement. *Br J Orthod.* 1995;22:161-9
20. Mizrahi BDS. Further studies in retention of the orthodontic band. *Angle Orthod.* 1977;47:231-8
21. Mizrahi E. Retention of the conventional orthodontic band. *Br J Orthod.* 1977;4:133-7
22. Mizrahi E. Success and failure of banding and bonding. *Angle Orthod.* 1982; 52:113-7
23. Mizrahi E. Glass ionomer cements in orthodontics - An update. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;93:505-7

24. Mizrahi E, Smith DC. Direct cementation of orthodontic brackets to dental enamel. An investigation using a zinc polycarboxylate cement. *Br Dent J.* 1969;127:371-5
25. Norris DS, McInnes-Ledoux P, Schwaninger B, Weinberg R. Retention of orthodontic bands with new fluoride releasing cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;89:206-11
26. Penna RA, Mante F, Huey B, Ghafari J. Comparison of surface-treated and untreated orthodontic bands: Evaluation of shear force and surface roughness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114:162-5
27. Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J Dent Res.* 1982;61:1416-22
28. Proffit WR. *Ortodontia Contemporânea*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan;1995. 317-8
29. Rich JM, Lein Felder KF, Hershy NG. An in vitro study of cement retention as related to orthodontics. *Angle Orthod.* 1975;45:219-25
30. Sadowsky PL, Retief DW. A comparative study of some dental cements used in orthodontics. *Angle Orthod.* 1976;46:171-81
31. Scott JA, Taylor G, Strang R. Effects of sandblasting and adhesive on resin metal shear strength. *J Dent Res.* 1993;72:225
32. Seeholzer HW, Dasch W. Banding with a glass ionomer cement. *J Clin Orthod* 1988;22:165-9

33. Shaver RL, Seigel IA, Nicholls JI. Effect of ultrasonic ZnPO<sub>4</sub> cement removal on band adhesion and cement solubility under orthodontic bands. *J Dent Res.* 1975;54:206-11
34. Stirrups DR. A comparative clinical trial of a glass ionomer and a zinc phosphate cement for securing orthodontic bands. *Br J Orthod.* 1991;18:15-20
35. Tavas MA, Salem NS. Glass ionomers for direct bonding: an in vitro assessment. *Br J Orthod.* 1990;17:223-8
36. TP Orthodontics. Grip Tite molar bands. [cited 2007 feb 16]. Available from: [http://www.tportho.com/brands\\_only/griptite.php](http://www.tportho.com/brands_only/griptite.php)
37. Wei SHY, Sierk DL. Fluoride uptake by enamel from zinc phosphate cement containing stannous fluoride. *J Am Dent Assoc.* 1971;83:621-4
38. Williams JD, Swartz ML, Phillips RW. Retention of orthodontic bands as influenced by the cementing media. *Angle Orthod.* 1965;35:278-85
39. Wittshire WA. Shear bond strengths of glass ionomers for direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;106:127-30
40. Wood DP, Paleczny GJ, Johnson LN. The effect of sandblasting on the retention of orthodontic band. *Angle Orthod.* 1996; 66:207-14
41. Zachrisson BU, Buyukilmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam, and porcelain. *J Clin Orthod.* 1993; 27:661-75

## Anexo

Tabela A1 - Valores de carga, em Newton, e índices de cimento remanescente

Amostra	Grupo A		Grupo B		Grupo C	
	Carga	Índice	Carga	Índice	Carga	Índice
1	82,80	2	147,54	4	125,20	
2	172,48	1	121,36		75,35	1
3			147,35		97,49	1
4	112,06	1	184,70		102,04	1
5	129,19	2	184,85		121,37	
6	43,56	1	167,31	4	109,48	3
7	248,20	2	193,47	4	115,87	1
8	139,63	1	245,24	4	154,02	1
9	98,25	1	178,85	4	172,71	
10	130,47	1	88,46	4	65,03	1
11	113,52		227,71		60,11	
12	125,96		212,35	4	181,24	2
13	63,75	4	107,26	4	96,75	1
14	47,48		94,58	4	96,78	
15	46,25	1	100,23	4	162,57	2
16	36,48	1	72,43	4	135,61	4
17	123,17	1	134,67		138,34	1
18	102,86	1	198,81		165,92	
19	41,85	1	149,97		175,10	
20	121,31	1	150,42		198,27	2
21	144,63	1	115,49	4	119,36	

Tabela A2 - Sumário da análise de variância para a avaliação do efeito de grupos sobre a carga

Efeito	Graus de liberdade	Média quadrática	F	p
Grupo	2	11528,43	5,29	0,008
Resíduo	59	2180,05		

Homogeneidade de variâncias:  $p= 0,645$  (Levene)  
Normalidade dos resíduos:  $p= 0,192$  (Shapiro-Wilk)

Tabela A3 - Valores p do teste de Tukey para a comparação múltipla de médias de carga

Grupo	Grupo		
	A	B	C
A		0,006	0,332
B	0,006		0,168
C	0,332	0,168	

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

Araraquara, 03 de agosto de 2007.

**DEBORAH BAYER FERRAZ VARGAS**