

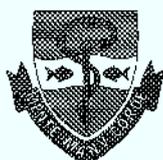


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): **PATRÍCIA D' ALMEIDA BALDINOTTI**



Ano de Conclusão do Curso: 2003

TCC 034

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

PATRICIA D'ALMEIDA BALDINOTTI

**AVALIAÇÃO IN VITRO DA RESISTÊNCIA AO
CISALHAMENTO DE BRÁQUETES RECICLADOS E
NOVOS RECOLADOS**

Monografia apresentada ao Curso
de Graduação em Odontologia, da
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade Estadual
de Campinas.

**PIRACICABA – SP
2003**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

PATRICIA D'ALMEIDA BALDINOTTI

**AVALIAÇÃO IN VITRO DA RESISTÊNCIA AO
CISALHAMENTO DE BRÁQUETES RECICLADOS E
NOVOS RECOLADOS**

Orientador: **Prof. Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO** – Área
Materiais Dentários FOP/UNICAMP

Monografia apresentada ao Curso
de Graduação em Odontologia, da
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade Estadual
de Campinas.

**PIRACICABA – SP
2003**

SUMÁRIO

RESUMO	04
1 – INTRODUÇÃO	06
2 – REVISÃO DA LITERATURA	10
3 – PROPOSIÇÃO	27
4 – MATERIAIS E MÉTODO	28
4.1 – Materiais	28
4.2 – Método	29
4.2.1 – Limpeza e armazenagem dos dentes	30
4.2.2 – Condicionamento ácido do esmalte	31
4.2.3 – Colagem dos bráquetes	32
4.2.4 – Grupos experimentais	33
4.2.5 – Remoção dos bráquetes e limpeza da estrutura dentária	33
4.2.6 – Reciclagem dos bráquetes removidos	33
4.2.7 – Recolagem dos bráquetes reciclados e fixação dos novos	34
4.2.8 – Ensaio de resistência ao cisalhamento	35
5 – RESULTADOS	39
6 – DISCUSSÃO	43
7 – CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais-----	28
Tabela 2 – Análise da variância-----	39
Tabela 3 – Valores médios da resistência ao cisalhamento-----	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concise ortodôntico-----	28
Figura 2 - Bráquetes ortodônticos-----	29
Figura 3 - Dente incluído-----	30
Figura 4 - Materiais utilizados na reciclagem dos bráquetes removidos-----	34
Figura 5 - Ensaio de resistência ao cisalhamento-----	26
Figuras 6 a 10 – Aspectos fotomiográficos-----	36 a 38
Figura 11 – Ilustração gráfica dos valores médios-----	41
Figura 12 – Ilustração gráfica dos valores obtidos das diferentes marcas-----	42

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento de 3 tipos de bráquetes reciclados e novos colados com resina Concise, nas variáveis: reciclagem com jateamento de óxido de alumínio 90 μm , pedra abrasiva de carboneto de silício, reciclados industrialmente e bráquetes novos colados em esmalte onde anteriormente existia bráquetes. Foram utilizados 150 pré-molares humanos, extraídos com finalidade de tratamento ortodôntico. As faces vestibulares foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% durante 30 segundos, e os bráquetes (Morelli, Dentaurem e Abzil-Lancer) fixados ao esmalte dentários com resina Concise Ortodôntico (3M). Após a fixação, obteve-se 50 dentes fixados com o bráquete Abzil-Lancer, 50 com o bráquete Dentaurem e 50 com o bráquete Morelli, que foram armazenados em água destilada em temperatura ambiente por 24 horas. Para cada marca comercial de bráquete, os corpos-de-prova foram divididos em 5 grupos de 10 dentes cada conforme os tratamentos: Grupo I – Bráquetes novos colados pela técnica convencional (Controle); Grupo II – Jato de óxido de alumínio 90 μm ; Grupo III – Pedra abrasiva de carboneto de silício; Grupo IV – Reciclagem por empresa especializada; e, Grupo V – Bráquetes novos recolados em esmalte, cujo bráquete anterior foi removido. Em seguida, foram retirados os bráquetes dos Grupos II, III, IV e V com alicate removedor (Starlet) e a resina residual do dente foi removida com brocas multilaminadas 9114F 30 lâminas em baixa rotação. Posteriormente, os bráquetes removidos foram submetidos a remoção da resina residual da seguinte maneira: Grupo II – jateamento com óxido de alumínio 90 μm , por 30 segundos; Grupo III – remoção

com pedra abrasiva de carboneto de silício; e, Grupo IV – removido industrialmente pela Empresa (Abzil-Lancer). Efetuada a remoção da resina, os bráquetes foram novamente colados nos dentes e armazenados em água destilada numa estufa à 37°C, por 24 horas. Em seguida, foram submetidos ao teste de cisalhamento numa máquina de ensaio universal (Instron) numa velocidade de 0,5 mm/min.. Os resultados de resistência ao cisalhamento obtidos foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey (5%) de significância e mostraram que os bráquetes Abzil-Lancer e Dentaurum apresentaram valores estatisticamente superiores em relação aos bráquetes Morelli ($p < 0,05$), dentro dos tratamentos, exceto na condição pedra abrasiva. Para as três marcas comerciais de bráquetes, o grupo Controle apresentou resultados estatisticamente superiores aos reciclados pela empresa e pedra abrasiva. Os bráquetes novos recolados, jateados com óxido de alumínio 90 μm e empresa não diferiram entre si e foram estatisticamente superiores a pedra abrasiva ($p < 0,05$), a qual mostrou a menor média quando comparado com os demais tratamentos.

Palavra Chave: Bráquetes; Reciclagem; Ortodontia.

1 - INTRODUÇÃO

Na área de Ortodontia, a tendência é simplificar os procedimentos técnicos a fim de alcançar os objetivos finais, como redução do tempo de trabalho e custos menores.

Até o começo da década de setenta, o tratamento ortodôntico era realizado por bandas de aço inoxidável cimentadas em todos os dentes da arcada dentária, contendo eslotas e canaletas soldados nesses anéis de aço.

A técnica da colagem direta de acessórios ortodônticos às superfícies dos dentes tornou-se possível dez após o passo inicial de BUONOCORE² que mostrou ser possível a existência de união mecânica significativamente mais forte entre as superfícies do esmalte e o material restaurador, quando o esmalte foi condicionado com solução de ácido fosfórico a 85 %, por 30 segundos.

Em 1965, NEWMAN¹⁷ empregou a técnica adesiva de BUONOCORE², condicionando o esmalte dentário e conseguindo melhor adesão mecânica dos bráquetes ortodônticos, aperfeiçoando assim a instalação dos aparelhos ortodônticos e revolucionando a prática na Ortodontia.

As principais vantagens da colagem direta de bráquetes são: melhora na estética, diminuição na irritação gengival, manutenção de melhor higiene bucal, menor probabilidade de descalcificação causada pela infiltração de microorganismo sob as bandas, ausência de espaçamento entre os dentes (presente no processo de bandagem), redução no custo do tratamento e menor tempo de cimentação de acessórios. Por sua vez, as desvantagens citadas são a

perda da camada externa do esmalte com maior concentração de flúor e a necessidade de campo absolutamente seco durante o processo de colagem.²³

Contudo, à medida que as bandas ortodônticas foram sendo substituídas pela colagem direta ou indireta de acessórios na região de incisivos, caninos e pré-molares, evidenciou-se maior incidência de descolamento destes bráquetes, em especial no segundo pré-molar.²⁰ Devido a este fato, vários ortodontistas preferem manter o sistema de bandagem no segmento posterior e região de pré-molares.

A deficiência na técnica de colagem, a pouca retentividade de determinadas bases dos bráquetes e ação da força mastigatória são fatores responsáveis pelo descolamento dos acessórios, constituindo-se em problema freqüente na prática da clínica ortodôntica, provocando transtornos e atrasos no tratamento ortodôntico, além de ser uma desvantagem financeira. Com isso, existe a necessidade de proceder reciclagem dos bráquetes descolados, com o propósito de reduzir os custos da reposição dos acessórios ortodônticos.

A reciclagem consiste basicamente em retirar da base ou da tela o agente de colagem remanescente, deixando o bráquete apto à reutilização, sem causar danos à malha de retenção, mantendo as características de retentividade. Muito embora o uso clínico possa produzir pequenas distorções nos bráquetes, a fase de remoção é responsável pela maior parte da distorção e do dano observado. A reciclagem dos bráquetes pode ser realizada pelo método imediato feita no próprio consultório,^{3,15,21,25} ou pelo método mediato, que seria executado por empresas especializadas.^{4,13,31}

Assim, dois métodos são usualmente empregados na reciclagem mediata de bráquetes: 1- aplicação de calor para queimar o adesivo, seguida de polimento eletrolítico para remoção dos óxidos formados; 2- uso de solventes químicos para dissolver o adesivo, combinados com vibrações de alta frequência e polimento eletroquímico rápido.

Quando o processo envolve solventes químicos, estes são colocados em contato com adesivo, a uma temperatura inferior a 100° C, seguido por exposição ao calor de 250°C, para fins de esterilização. A composição química do solvente não costuma ser revelada pelas companhias que utilizam tal método.^{9,30,31,32}

O uso do calor é um fator crítico no processo de reciclagem, devido à influência sobre a micro-estrutura dos bráquetes. A maior parte dos bráquetes ortodônticos são feitos de aço inoxidável austenítico que quando aquecidos à temperatura entre 600° e 800° C, formam um precipitado de cromo-carboneto, responsável pela desintegração da liga metálica, com conseqüente enfraquecimento da estrutura geral. Em adição à perda de cromo pelo metal, via precipitação de carboneto, ocorre também diminuição na resistência à corrosão.¹¹

O processo de reciclagem é completado com polimento eletroquímico dos bráquete, para reduzir qualquer tipo de irregularidade ou rugosidade superficial. Esse procedimento é importante, não apenas do ponto de vista do conforto do paciente, mas também para reduzir a tendência à opacificação ou corrosão durante o uso.

A reciclagem imediata do bráquete descolado para remover a resina remanescente da base, pode ser realizada com a pedra abrasiva de carboneto de alumínio²² ou por meio de jateamento de óxido de alumínio, onde aumenta a

retentividade dos bráquetes novos colados. O aumento da retentividade na colagem dos bráquetes à estrutura dentária, pela ação do jato de óxido de alumínio, deve-se ao fato do processo produzir micro-asperezas nas superfícies da base, aumentando sua área de união ao compósito, essencialmente mecânica, devido à imbricação do compósito na malha de retenção e nas micro-asperezas existentes.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BUONOCORE, em 1955, apresentou um método simples para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Verificou que a adesão de discos de resina acrílica à superfície do esmalte era maior quando este tecido dental era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação as amostras que recebiam nenhum tratamento ácido previamente à colocação da resina acrílica. O autor explicou que o fenômeno ocorreu em função do grande aumento da área superficial devido a ação do ataque ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

NEWMAN (1965) descreveu uma técnica para colagem de acessórios plásticos à face vestibular dos dentes por meio de resina epóxica especialmente desenvolvida para este fim. Corpos-de-prova eram submetidos a força de cisalhamento após armazenamento em água a 37° C por período de quatro a oito semanas. Os resultados mostraram que, quanto maior a área do acessório, maior a força necessária para romper a adesão, entretanto quanto maior a área, menor a força por unidade de área necessária. O autor concluiu que o tratamento da superfície do esmalte com ácido fosfórico a 49% melhorava a força adesiva e que a fórmula da resina proposta diminuiu o tempo de polimerização do material, considerado alto para outros materiais epóxicos. Concluiu ainda que a toxicidade do material era baixa, o que possibilitava o seu uso para clínica e sugeriu que o tempo de polimerização deveria ainda ser diminuído.

BUCHMAN (1980) estudou um total de 466 bráquetes metálicos reciclados de colagem direta, examinando os efeitos da reciclagem na angulação da base, largura do "slot" e propriedades mecânicas. A empresa "Esmadent" foi responsável pela reciclagem de 100 bráquetes, pelo método térmico; 130 bráquetes foram reciclados pela empresa "Ortho-cycle" pelo método químico; 131 bráquetes reciclados pela empresa "Ortho-Bonding"; e 105 bráquetes reciclados. Em adição, 100 bráquetes novos foram medidos, reciclados pelo autor, e medidos outra vez como controle. O método elaborado pelo autor consistia de três etapas. O bráquete era levado à chama do bico de Bunsen, aproximadamente 1200° C por 5 segundos para que o agente de colagem queimasse; o remanescente inorgânico era removido com jatos de óxido de alumínio, por 10 segundos; e o bráquete era limpo com polimento eletrolítico por 20 segundos. Não existiu diferença estatisticamente significativa entre os quatro métodos de reciclagem em termos de mudança na angulação, na base e na largura do "slot". Porém 20% do grupo controle sofreu alterações estatisticamente significantes na largura do "slot".

MASCIA & CHEN (1982) pesquisaram a capacidade de resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos novos e reciclados, através dos métodos "Esmadent" e "Ortho-Cycle". Os autores utilizaram bráquetes das marcas comerciais Ormco, Unitek e G.A.C colados em cento e vinte incisivos humanos. Os bráquetes foram removidos por uma máquina de ensaios, após 24 horas. Encontrando os valores médios de 14,3 Lb para os bráquetes da Unitek, 17,9 Lb para os da Ormco e 12,3 Lb para os da G.A.C. Os bráquetes foram enviados as empresas e reciclados. Após a reciclagem, os bráquetes foram recolados nos

mesmos dentes e submetidos ao teste de cisalhamento. Os autores concluíram que os bráquetes reciclados oferecem menor resistência ao cisalhamento, estatisticamente significativa, em todos os métodos.

MAIJER & SMITH (1982) estudaram doze casos clínicos com manchas pretas ou verdes associadas à colagem direta realizada com bráquetes de aço inoxidável. Os bráquetes foram removidos e analisados em microscópio eletrônico de varredura, quando encontraram bolhas na interface resina-bráquete, especialmente na periferia, sendo observada nessa área considerável deterioração da liga na base e tela. Segundo os autores, a presença de bolhas está associada à higiene bucal deficiente, ao aço inoxidável do tipo 304 e a corrosão que podem resultar em manchas no esmalte. Os autores aconselharam a utilização de processos de reciclagem, que evitassem altas temperaturas, pois temperaturas entre 600° C e 800° C precipitam carbonetos de cromo adjacentes à periferia do metal.

HIXSON *et al.* (1982) verificaram as mudanças provocadas nos "slots" de bráquetes antes e após a reciclagem. A amostra era constituída por 75 bráquetes de diferentes marcas (A Company, American Orthodontic e Ormco), distribuídos em três grupos de 25. Inicialmente a quantidade de distorção foi avaliada nos bráquetes novos. Depois, 15 bráquetes de cada marca comercial foram reciclados por três diferentes empresas especializadas (Esmadent, Ortho-Cycle e Century 2001) e avaliados utilizando aparelho especial para medir a quantidade de distorção em função da posição angular do arco dentro do "slot". Os autores

observaram que não houve alteração significativa nos “slots” dos bráquetes, após reciclagem.

GARNER *et al.*(1982) estudaram o efeito da reciclagem sobre a resistência à colagem de bráquetes ortodônticos. Colaram dez bráquetes com resina composta em pré-molares para submeter a ensaios mecânicos de tração, após 24 horas. Os bráquetes foram reciclados pela empresa “Esmadent” e recolados em outros 10 dentes nunca submetidos à colagem. Depois de 24 horas, os dentes foram submetidos a ensaios mecânicos de tração. Este processo foi repetido por seis vezes, perfazendo um total de 70 dentes. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à tração entre os bráquetes novos e reciclados várias vezes. Usando microscópio eletrônico de varredura, observaram que após três reciclagens consecutivas, ocorreu uma diminuição na espessura dos fios das telas dos bráquetes; após quatro, existiam fios quebrados e distorcidos. Depois de cinco reciclagens havia áreas sem tela e áreas com tela perfeita. Os autores concluíram que o fator limitante do número de vezes que o bráquete pode ser reutilizado é a largura do “slot” e não a resistência à tração.

WHEELER & ACKERMAN JR. (1983) analisaram os efeitos da reciclagem térmica sobre retenção da tela da base de bráquetes. O diâmetro dos fios que compõem a base foi medido em 40 bráquetes novos. Os bráquetes foram colados em pré-molares humanos extraídos e a tensão da força requerida para descolagem foi registrada. Os bráquetes foram recondicionados pelo processo térmico e repetiu-se a medição da tela da base do bráquete e novos testes de resistência foram realizados. Houve diminuição de 7% no diâmetro dos fios da

tela, durante o processo de reciclagem (93,89 micrometros para 87,07 micrometros), os bráquetes novos foram 6% mais resistentes em relação a bráquetes reciclados, e a redução do diâmetro dos fios da base, durante o processo de acondicionamento, não foi correlacionada com as mudanças na resistência à tração, ocorrida antes e após a reciclagem.

WRIGHT & POWERS (1985) realizaram um estudo para medir a resistência a tração de bráquetes reciclados por 4 métodos diferentes e colados com 4 tipos distintos de resinas. Os procedimentos de acondicionamento utilizados foram: 1- método térmico (Esmadent); 2- método químico (Orthocycle); 3 – remoção da resina residual com ponta montada de carborundum; 4- bráquetes novos nos quais foi colocada uma camada de 1mm de adesivo e depois preparados para recolagem, utilizando-se também ponta montada de carborundum. O grupo controle era constituído de bráquetes novos recém colados. Os autores verificaram que em todos os procedimentos de acondicionamento houve diminuição de cerca de 45% a 75% na resistência à tração após ciclo de acondicionamento em comparação com a resistência inicial (0,99Kgf/mm²). A resistência à tração foi significativamente menor quando a resina da tela foi removida com o auxílio de ponta montada de carborundum, tanto no grupo 3 (0,64 Kgf/mm²) quanto no grupo 4 (0,50 Kgf/mm²) em comparação aos acondicionamentos térmico (0,78 kgf/mm²) e químico (0,74 Kgf/mm²) e que todas as fraturas ocorreram na interface base /resina.

McClea & Wallbridge (1986) utilizaram 90 bráquetes metálicos novos e reciclados para analisar a resistência a tração e ao cisalhamento. Os bráquetes

foram separados em três grupos, sendo o primeiro formado por bráquetes novos, o segundo por bráquetes reciclados pelo método comercial Vector Dental Corporation (reciclagem térmica) e o terceiro grupo reciclado pelo método doméstico. O método doméstico compreende a reciclagem no próprio consultório utilizando máquina comercializada pela Esmadent. Vinte bráquetes de cada grupo foram recolados com resina Concise e submetidos ao teste de tração numa velocidade de 1mm/min e a carga de ruptura foi registrada em Kgf. A média da resistência à tração foi de 5,95 Kgf (bráquetes novos), 5,53 Kgf (reciclados comercialmente) e 5,25 Kgf (reciclados domesticamente). Os dez bráquetes restantes de cada grupo foram recolados numa superfície de resina acrílica autopolimerizável e submetidos ao cisalhamento. Os bráquetes novos obtiveram o valor médio de 5,56 Kgf, os reciclados comercialmente de 4,81 Kgf e 5,80 Kgf para os bráquetes reciclados domesticamente. Os autores concluíram que a retentividade dos bráquetes reciclados pode ser semelhante a bráquetes novos. Os modos de fratura nos bráquetes novos ocorreram na interface resina/bráquete e nos bráquetes reciclados houve combinação de ruptura na interface resina/bráquete e coesiva na resina.

UNKEL (1987) escreveu considerações sobre os produtos ortodônticos reciclados. Relatou que o material mais comumente usado na constituição de bráquetes, bandas e arcos é o aço inoxidável 302, 304 e 316 e que todos são do tipo austenítico. A liga austenítica é usada na Ortodontia por causa da ductibilidade, pode ser soldada e oferece maior resistência a corrosão. Devido a isto, o autor alerta que os produtos ortodônticos, quando sujeitos a elevadas

temperaturas, durante o processo de reciclagem e tratamento térmico poderão se tornar susceptíveis à corrosão.

BUCHWALD (1989), com o intuito de reduzir os custos do tratamento ortodôntico sem perda de qualidade, utilizou 1000 bráquetes novos da G.A.C em 50 casos. Foram colados bráquetes do segundo pré-molar esquerdo ao segundo pré-molar do lado oposto na arcada superior e inferior. Estes foram recondicionados três vezes com ciclo de um ano e meio pelo método "Ortho-cycle" (reciclagem química) e reutilizados após a cada reciclagem. O autor concluiu que o processo de recondicionamento não alterou as angulações e torque dos bráquetes e que o jateamento restaurava o estado de retenção.

REGAN *et al.* (1990) pesquisaram os efeitos da reciclagem sobre a resistência à tração em bráquetes de incisivos centrais superiores, com três diferentes tipos de bases. Os bráquetes foram colados numa superfície de Concise preparada em cilindros de plástico, com adesivo Phase II (Reliance Orthodontic Products, Itasca), manipulado de acordo com instruções do fabricante, sem o condicionamento ácido prévio. Os métodos de reciclagem foram térmico (Esmadent) e químico (Ortho-Cycle) e os testes de resistência à tração foram realizados numa máquina de ensaios mecânicos a velocidade de 5mm/minuto e a carga de ruptura registrada em Kgf. Os corpos-de-prova eram constituídos de: 1) 108 bráquetes novos separados em três grupos de 36 para cada marca; 2) 108 bráquetes utilizados previamente no tratamento ortodôntico também separados em três grupos de cada marca. Após a primeira colagem, os bráquetes novos (grupo controle) foram submetidos ao teste de tração. Com o objetivo de avaliar o

efeito cumulativo das reciclagens química e térmica, todos os bráquetes novos foram reciclados por até quatro vezes, enquanto que os usados clinicamente apenas uma vez. Os pesquisadores observaram que após a reciclagem por ambos os métodos, todas as bases demonstraram significativa diminuição na resistência em relação aos bráquetes novos, considerados grupo controle (Dyna-lock; controle=10,4 KgF; reciclado 1 vez pelo método químico=8,4 KgF; reciclado 1 vez pelo método térmico=8,2 KgF/ Edgeway: controle=14,6 KgF; reciclados pelo método químico=11,5 KgF; reciclados pelo método térmico= 6,2 KgF/ Rocky Mountain: controle= 13,0 KgF; reciclados 1 vez pelo método químico=9,2 KgF; reciclados 1 vez pelo método térmico=10,1 KgF). Observaram também que após quatro reciclagens consecutivas não ocorreu diferença significativa em relação à primeira.

ALEXANDER *et al.* (1993) utilizaram 70 pré-molares e caninos humanos num estudo *in-vitro*, onde colaram bráquetes metálicos com resinas ativadas quimicamente, por luz e dual. Para preparar o esmalte fizeram profilaxia com pedra pomes e água com taça de borracha em baixa rotação, efetuaram condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% durante 30 segundos, lavaram com água corrente por 10 segundos e secaram com ar quente. Os dentes foram divididos em três grupos. O primeiro deles se constituía em 20 dentes onde foram colados bráquetes com resina fotoativada Transbond. O sistema consistia em um agente de união que era aplicado à superfície do esmalte e ativado durante 10 segundos e uma pasta aplicada à base do bráquete que era posicionada sobre a superfície do dente com pressão suficiente para haver escoamento do material, o qual tinha seu excesso removido. A resina foi fotopolimerizada durante 10

segundos em cada uma das direções (mesial, distal, oclusal e cervical). O segundo grupo utilizou 20 dentes onde foram fixados os bráquetes metálicos com a resina quimicamente ativada Concise. Quantidades iguais de resina líquida A e B foram misturadas durante 10 segundos e aplicadas sobre a superfície dental com um pincel. Quantidades iguais de pastas A e B foram misturadas durante 20 segundos com espátula plástica e aplicadas à base do bráquete. O bráquete foi posicionado com pressão suficiente para haver escoamento do material, o qual foi removido antes da polimerização. O terceiro grupo também constituía de 20 dentes onde foram colados bráquetes metálicos e 10 dentes onde foram colados bráquetes cerâmicos, utilizando a resina por ativação dual Cripsis. Este sistema se consiste em duas pastas e um agente de união. O agente de união foi aplicado à superfície do esmalte e fotopolimerizado durante 20 segundos. Uma mistura contendo as duas pastas foi aplicada à base do bráquete, posicionado com pressão suficiente para haver escoamento do material e sofrendo fotoativação durante 20 segundos. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento numa máquina Instron com velocidade de 1 mm/minuto. Os resultados mostraram maior resistência de colagem com Concise ortodôntico, intermediária com Transbond e inferior com Cripsis, nos bráquetes metálicos e, por último, deste com bráquetes cerâmicos.

MILLET *et al.* (1993) investigaram em laboratório a resistência ao cisalhamento de bráquetes de aço inoxidável colados com cimento ionomêro de vidro (Ketac-Cem) e resina convencional (Right - on). Foram utilizados 90 pré-molares humanos nos quais foram colados bráquetes pré-angulados (A-Company

Johnson & Johnson). Os dentes foram separados em três grupos de 30, cada um contendo 15 dentes superiores e 15 inferiores. No primeiro grupo, os bráquetes foram colados com resina convencional. No segundo grupo, com cimento de ionomêro de vidro. No último grupo, os bráquetes antes de serem fixados nos dentes com ionomêro de vidro, tiveram as bases jateadas com óxido de alumínio (60 micrometros) por 3 segundos a uma distância de 10 mm. Todos os corpos-de-prova foram armazenados a 37° C durante 24 horas até o ensaio mecânico. Os bráquetes colados com resina obtiveram melhores resultados (83,86 N). Os bráquetes jateados e colados com ionomêro de vidro obtiveram resultados maiores (47,13 N) em relação aos bráquetes não jateados (38,71 N). Os autores concluíram que o jateamento aumentou a resistência ao cisalhamento dos bráquetes colados com cimento ionomêro de vidro (Ketac-cem) em 22%.

REGAN *et al.* (1993) estudaram o efeito da reciclagem sobre a resistência à tração de bráquetes metálicos, sendo considerado as seguintes variáveis: base do bráquete, superfície do esmalte e o tipo de adesivo utilizado. Utilizaram cento e oitenta bráquetes novos com três tipos de base, colados em pré-molares humanos com resina composta polimerizada. Neste grupo, denominado controle, foi realizado ensaio mecânico a velocidade de 2mm/min. Após os ensaios mecânicos, 80 bráquetes novos foram recolados nos dentes, sendo a metade com resina quimicamente polimerizável e a outra com resina fotopolimerizável. O adesivo antigo foi removido do esmalte com fresa carbide de tungstênio ou instrumento manual. A resistência significamente menor à tração foi verificada nos bráquetes novos colados em superfície condicionada e colada previamente. Não

houve diferença entre o tipo de preparo do esmalte ou entre os adesivos empregados. Outro grupo de 100 bráquetes foram reciclados, com ponta montada de carborundum, em baixa rotação e com queima do adesivo com bico de Bunsen, seguido de jateamento e polimento eletrolítico. Os autores concluíram que houve falhas significativas na resistência em todos os tipos de base, não importando o método de reciclagem.

Em uma revisão sobre os avanços nos métodos adesivos para união de aparelhos ortodônticos aos materiais restauradores **ZACHRISSON & BUYUKYILMAZ (1993)** citaram a ineficiência do condicionamento com ácido fosfórico da superfície de cerâmica e levantaram também os perigos e riscos com a utilização do ácido hidrofúorídrico embora seja o tratamento superficial mais utilizado. Entre os condicionamentos, os autores citam a utilização do silano após alteração superficial para produzir união química entre a cerâmica e a resina. Estes autores recomendavam para colagem de bráquetes: remoção do glaze com óxido de alumínio por 2 a 4 segundos, condicionamento com ácido hidrofúorídrico por 2 minutos, aplicação de duas camadas de silano e fixação do bráquete com resina a base de bis-GMA.

NEWMAN et al. (1994) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos e cerâmicos de cinco diferentes marcas, utilizando dezesseis tipos de adesivos, e diferentes métodos químicos e mecânicos utilizados para aumentar a resistência deste acessórios ao esmalte dentário. Os seguintes métodos foram estudados: jateamento da base dos bráquetes e da superfície dentária, silanização, agentes químicos (ativadores) aplicados no bráquete e nos

dentos, tratamento eletrotérmico. Um total de 525 incisivos centrais e laterais foram utilizados sendo que cada grupo formado era composto de 15 dentes. Após a colagem, os acessórios foram submetidos ao teste em máquina de ensaio mecânico. Depois do teste de resistência, 15 bráquetes foram jateados com óxido de alumínio (50 micrômetros) e recolados nos mesmos dentes. O jateamento foi mais efetivo que a silanização, ativação química ou tratamento eletrotérmico. Os autores concluíram que bráquetes metálicos descolados acidentalmente podem ser imediatamente reconicionados, jateando-se a base do bráquete com óxido de alumínio ou bicarbonato de sódio, para aumentar a retenção, devido à formação de microrrugosidades e aumento da área de superfície.

GANDINI JUNIOR *et al.* (1995) estudaram diferentes métodos de remoção da resina remanescente ao esmalte dentário após descolagem de bráquetes ortodônticos. Foram utilizados 60 pré-molares, sendo 10 dentes para cada técnica de remoção. Bráquetes S2CO3Z (Dental Morelli) foram colados na face vestibular, com resina Concise quimicamente ativada. Após a remoção dos bráquetes com alicate n°167<453, os corpos-de-prova foram submetidos a 6 diferentes métodos (Broca Multilaminada 30 lâminas em alta rotação; broca carboneto de Silicone em alta rotação; broca de carboneto de silício e óxido de alumínio em alta rotação; broca de óxido de alumínio em alta rotação; alicate removedor de resina velho; alicate removedor de resina novo). Os resultados dos diferentes métodos foram comparados pela análise visual de fotos obtidas em microscopia eletrônica de varredura e pela análise rugosimétrica de superfície. Concluíram que o método

Broca Multilaminada 30 lâminas foi o que melhor resultado apresentou; contudo, causou também alguns arranhões na superfície do esmalte remanescente.

PINTO *et al.* (1996) estudaram a reciclagem de bráquetes na clínica ortodôntica por meio de jatos de óxido de alumínio (50 micrometros). Mostraram o aparelho ("Micro-etcher") enfatizando sua eficiência na remoção do compósito remanescente da base do bráquetes descolados e criação de micro-asperezas, aumentando a área de união ao compósito, devido à imbricação mecânica do compósito na malha de retenção. Além da finalidade de aumentar a superfície retentiva de bráquetes a serem recolados, o jato de óxido de alumínio podia ser usado para aumentar a retenção em bráquetes novos, assim como facilitar a colagem de bráquetes em dentes restaurados. Os autores citaram ainda a simplicidade e facilidade de uso, além do baixo custo do aparelho e do pó de óxido alumínio utilizado, aliados ao fato de ser pequeno e portátil.

SONIS & MASS (1996) compararam a resistência ao cisalhamento *in vitro* de bráquetes metálicos com falha de colagem submetidos ao jato abrasivo, com bráquetes novos não tratados. Sessenta pré-molares humanos foram separados em grupo controle (bráquetes novos não jateados) e grupo experimental (bráquetes jateados). A colagem dos bráquetes G.A.C (G.A.C international, Inc., Central Islip, N.Y.), com área de 9,9 mm², foi com resina ortodôntica fotopolimerizável. A reciclagem ocorreu com jateamento das bases com óxido de alumínio (90 micrometros) a distância de 5 mm, por um período de 15 a 30 segundos. Foram realizados testes de resistência ao cisalhamento na máquina Instron universal com velocidade de 0,5 mm/minuto. Além disso, amostras

representativas de cada grupo foram examinadas pela microscopia eletrônica de varredura. Os resultados não mostraram nenhuma diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre o grupo controle (17,14 Mpa) e o grupo experimental (16,77 Mpa). O exame com microscopia eletrônica de varredura dos bráquetes jateados revelou superfície de estrutura porosa com material de colagem residual na base do bráquete. Os autores concluíram que essa técnica simples pode permitir a reutilização imediata de bráquetes metálicos que descolaram.

PENIDO *et al.* (1998) avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos recolados. Foram utilizados 40 pré-molares humanos nos quais foram colados bráquetes metálicos S2CO3Z (Dental Morelli) com resina Concise Ortodôntico (3M). As amostras foram separadas em quatro grupos, posteriormente submetidos ao teste de cisalhamento, com velocidade de 0,5 mm/minuto. No grupo I (controle) bráquetes novos foram colados e permaneceram até o teste de resistência ao cisalhamento. Os bráquetes dos grupos II,III,IV foram removidos com auxílio do alicate removedor de bráquetes (Ormco nº 0105) e a superfície de esmalte limpa utilizando brocas de tungstênio 32 lâminas. Nos grupos II e III foram recolados os mesmos bráquetes, reciclados respectivamente com jateamento com óxido de alumínio 90 micrometros e ponta montada de carborundum. No grupo IV, foram recolados bráquetes novos. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento dos bráquetes reciclados com o método de jateamento com óxido de alumínio foi semelhante a do grupo controle e superior a dos bráquetes reciclados, cuja resina residual foi removida com ponta montada de carborundum.

SANTOS NETO *et al.* (2000) avaliaram a capacidade de retenção, por meio de testes de tração, de diferentes braquetes metálicos e cerâmicos, colados em pré-molares humanos com o adesivo Transbond – XT e ionômero de vidro Fuji Ortho LC com e sem condicionamento ácido, ambos em ambiente úmido, comparando-os com o adesivo Concise Ortodôntico, em ambiente seco. Os autores concluíram que: a) os braquetes colados com o Fuji Ortho LC em ambiente úmido, sem aplicação do condicionamento ácido, submetidos à ciclagem térmica, não apresentaram retenção satisfatória; b) os braquetes metálicos com malha nas bases Abzil-Lancer apresentaram os maiores valores de retenção, em comparação aos cerâmicos Clarity e aos metálicos com sulcos Dyna-Lock. Não houve diferenças entre estes braquetes colados com o Fuji Ortho LC; c) o adesivo Transbond-XT associado ao Transbond-MIP, em ambiente úmido, e o adesivo Concise, nas colagens em ambiente seco, proporcionaram os maiores valores de retenção. O adesivo Fuji Ortho LC ofereceu o menor valor de retenção, sendo de suspicaz indicação para a colagem em ambiente úmido, com e principalmente sem condicionamento ácido; e, d) o índice de remanescente de adesivo foi alto para os braquetes metálicos com malha colados com os três adesivos, e para o Fuji Ortho LC com os três braquetes. O índice de remanescente de adesivo foi baixo para os braquetes cerâmicos e metálicos com sulcos colados com o Concise Ortodôntico ou com o Transbond-XT + Transbond-MIP.

EM 2002, VLADRIGHI avaliou a resistência ao cisalhamento da colagem de diferentes tipos de braquetes, utilizando quatro materiais ativados por diferentes sistemas. Foram utilizados 120 pré-molares humanos, embutidos em resina. As

faces vestibulares de 80 pré-molares foram condicionadas com ácido fosfórico 37%, por 30 segundos, e os bráquetes (20 da Morelli, 20 da Abzil-Lancer, 20 da Dentaurem e 20 da GAC) foram colados na superfície do esmalte utilizando Concise Ortodôntico (3M) e Transbond XT (3M). Em 40 pré-molares, os bráquetes (10 da Morelli, 10 da Abzil-Lancer, 10 da Dentaurem e 10 da GAC) foram colados com Fuji Ortho LC sem condicionamento das faces vestibulares dos dentes. Todas as amostras foram armazenadas em solução de soro fisiológico a 0,9% a 37°C, por 24 horas. Em seguida, as amostras foram submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina Instron, a velocidade de 0,5mm/min. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que o Concise ortodôntico apresentou valores de resistência ao cisalhamento superiores em relação ao Transbond XT e Fuji Ortho LC, para todos os bráquetes testados. Observou-se, também, uma diferença entre as médias dos adesivos Transbond XT e Fuji Ortho LC que, apresenta a menor dentre as três, médias comparadas. Associando o adesivo aos respectivos bráquetes testados, pode-se observar que: a) utilizando o Concise ortodôntico, a média de força/mm² do bráquete GAC é significativamente maior que a média dos bráquetes Morelli e Dentaurem e que os bráquetes Abzil-Lancer e Dentaurem apresentam médias significativamente diferentes do bráquete Morelli que apresentou a menor média; b) utilizando o Transbond XT, observou-se a formação de dois grupos de médias, os bráquetes Dentaurem e GAC não diferem entre si, mas diferem dos bráquetes Morelli e Abzil-Lancer, que também não diferem entre si, porém apresentam médias significativamente menores que as do outro grupo; e, c) utilizando o Fuji Ortho LC, em relação à comparação das médias não foram

observados indícios de diferenças entre as médias verdadeiras dos diferentes bráquetes testados. Conclui-se que, o Concise Ortodôntico apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento, seguidos do Transbond XT e Fuji Ortho LC, o bráquete GAC apresentou maior resistência em todos os materiais testados e o bráquete Morelli a menor resistência.

3 - PROPOSIÇÃO

Assim, a proposta deste trabalho foi verificar *in vitro* a resistência ao cisalhamento de três tipos de bráquetes reciclados e bráquetes novos colados com resina quimicamente ativada, nas variáveis:

- 1 - reciclagem com jato de óxido de alumínio 90 μm ;
- 2 - reciclagem com pedra abrasiva de carboneto de silício;
- 3 – bráquetes reciclados por empresa especializada; e,
- 3 - bráquetes novos recolados em esmalte, cujo bráquete anterior foi removido.

4 - MATERIAS E MÉTODO

4.1 - Materiais

Foram utilizados neste estudo os seguintes materiais, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos materiais que foram utilizados no estudo.

MATERIAL	FABRICANTE
Concise Ortodôntico	3M do Brasil
Bráquetes	Dentaurum
Bráquetes	Abzil- Lancer
Bráquetes	Dental Morelli

Bráquetes para 1º pré-molares superiores.



Figura 1 – Concise Ortodôntico (3M do Brasil)

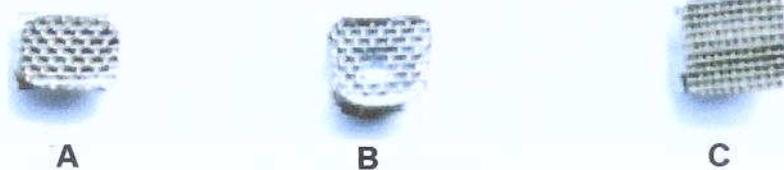


Figura 2 – Bráquetes ortodônticos utilizados no experimento: (A) Dentaurum, (B) Abzil-Lancer e Morelli.

4.2 - MÉTODO

4.2.1 - Limpeza e armazenagem dos dentes

Foram utilizados 150 pré-molares humanos, extraídos com finalidade ortodôntica com a face vestibular hígida. A limpeza, principalmente na raiz, foi em água corrente sob ação mecânica de raspagem com espátula tipo Lecron, removendo os restos de tecidos periodontais. A armazenagem foi em solução de cloreto de sódio (0,9%), à temperatura de 4° C (ISO), por até 6 meses antes da utilização dos dentes.

Após a limpeza, as raízes dos dentes foram incluídas em cilindros de resina acrílica quimicamente ativada (Jet Set, Clássico, SP) da seguinte forma: numa caixa de madeira, medindo 5 cm de largura por 30 cm de comprimento e por 3 cm de altura, foi vertida cera utilidade liquefeita (Wilson, São Paulo, Brasil). Em seguida, a coroa do dente foi introduzida na cera plastificada, até atingir 2 mm além da junção cimento-esmalte. Nessa posição, o dente foi centralizado em um tubo de P.V.C. (Tigre, Brasil), de 20 mm de diâmetro por 20 mm de altura, isolado internamente com vaselina em pasta (Rioquímica Ind. Ltda, Brasil). A mistura

monômero e polímero, proporcionada e preparada de acordo com as instruções do fabricante, foi vertida no interior do cilindro de P.V.C., na fase arenosa, sob vibração (Vibrator, USA). Após 30 minutos, o conjunto dente-resina-PVC foi levado a um suporte para a remoção do cilindro de P.V.C. (Figura 3).

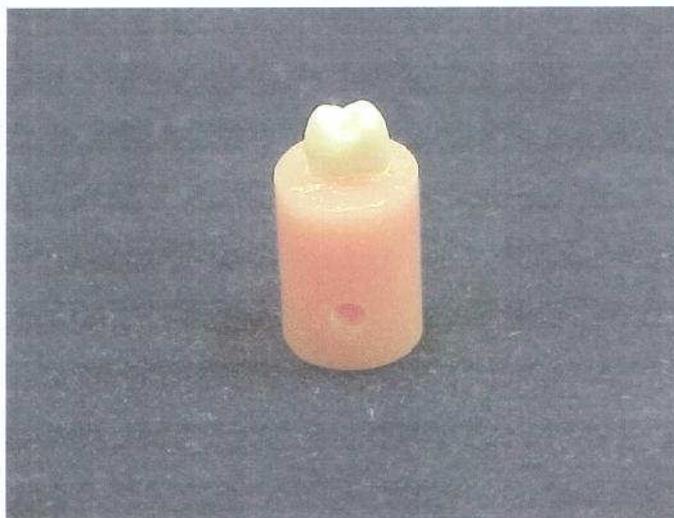


Figura 3- Dente incluído no cilindro de resina .

A seguir, as faces vestibulares dos dentes foram submetidas à profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de escova tipo Robinson, montada num contra-ângulo (Dabi Atlante), em baixa velocidade de rotação, durante 15 segundos. Posteriormente, os dentes foram lavados em água corrente durante 10 segundos e secos com jatos de ar comprimido, livre de óleo. A escova tipo Robinson foi substituída a cada 5 dentes.

4.2.2 -Condicionamento ácido do esmalte

O condicionamento do esmalte foi realizado com gel de ácido fosfórico a 35%, aplicado com auxílio de seringa no centro da face vestibular, numa área

correspondente ao tamanho da base do bráquete, durante 30 segundos. Decorrido o tempo de condicionamento, o esmalte foi lavado com água corrente por 20 segundos e seco por mais 20 segundos, com leves jatos de ar comprimido.

4.2.3 - Colagem dos bráquetes

Sobre o esmalte condicionado foi aplicado com pincel descartável a resina fluida do Concise Ortodôntico (3M) (Figura 1) em quantidades iguais dos líquidos A e B, proporcionados de acordo com as instruções do fabricante.

Posteriormente, quantidades iguais de pasta A e B (Figura 1) foram espatuladas durante 10 segundos, de acordo com as instruções do fabricante, e aplicadas à superfície de colagem dos bráquetes. Com auxílio da pinça de apreensão, os bráquetes (Abzil-Lancer, Dentaurum e Morelli) foram posicionados na região central da face vestibular dos dentes, com pressão manual suficiente para adaptar o bráquete e promover o escoamento do material.¹ Um posicionador Ax-55 (Dental Morelli) foi utilizado com a finalidade que todos os bráquetes fossem colocados numa mesma posição, ou seja, que o slot (canaleta) ficasse a distância de 3,5mm da cúspide do dente, eliminando a probabilidade de posicioná-los em locais diferentes. O posicionador foi utilizado com a finalidade de impedir, que a convexidade dos pré-molares pudesse interferir na posição dos bráquetes e, conseqüentemente, nos resultados do ensaio. A delimitação da área de colagem foi feita pela própria base do bráquete. O excesso de resina que ultrapassou a base do bráquete foi removida com sonda exploradora, antes da polimerização, de modo a eliminar os resíduos que pudessem influenciar a área de colagem, além da base do bráquete. Este procedimento foi baseado nas condições clínicas de

fixação de bráquetes, onde se ocorresse variações, ela teria influência insignificante sobre os resultados.

Após a colagem dos bráquetes, os corpos-de-prova foram separados em 3 grupos de 50 amostras de acordo com cada marca comercial de bráquetes e armazenados em água destilada à temperatura ambiente, por 24 horas.

4.2.4 - Grupos experimentais

Após a colagem obteve-se 50 dentes fixados com o bráquete Abzil-Lancer, 50 com o Dentaurum e 50 com o Morelli. Para cada marca de bráquete, os corpos-de-prova foram separados aleatoriamente em 5 grupos de 10 corpos-de-prova cada, conforme os tratamentos:

Grupo I - Controle - Bráquetes novos (Figuras 2 e 6) colados pela técnica convencional;

Grupo II - Jato de óxido de alumínio (Figura 4 A e 8) - Bráquetes descolados, com as bases jateadas com óxido de alumínio de 90 micrômetros da Bio-art e recolados;

Grupo III - Pedra abrasiva de carboneto de silício (Figura 4 C e 9) - Bráquetes descolados, com as bases limpas com pedra abrasiva de carboneto de silício e recolados;

Grupo IV - Empresa especializada (Figura 10) - Bráquetes descolados, com bases recondiçionadas industrialmente (Abzil-Lancer, São José do Rio Preto, SP) e recolados; e,

Grupo V - Bráquetes novos recolados (Figuras 2 e 6) - Bráquetes novos recolados em esmalte, cujo bráquete anterior foi removido.

4.2.5. Remoção dos bráquetes e limpeza da estrutura dentária

A retirada dos bráquetes dos dentes (Figura 7) dos grupos II, III, IV e V foi feita com alicate removedor (Starlet) . Em seguida, foi realizada a remoção da resina residual existente na superfície dentária, com brocas multilaminadas 9114F 30 lâminas (KG sorensen), em baixa rotação.⁶ As brocas foram substituídas a cada 5 dentes.

4.2.6. Reciclagem dos bráquetes removidos

A remoção da resina residual dos bráquetes do grupo II foi feita com jatos de óxido de alumínio, com partículas de 90 micrômetros (Figura 4 A), utilizando aparelho micro jato -Bio-art (Figura 4 B), durante 30 segundos, em média, mantendo distância de 10 mm da base do bráquete (Figura 8).^{19,25}

A remoção da resina residual dos bráquetes do grupo III foi realizada com pedra abrasiva de carboneto de silício (Figura 4 C), com auxílio de micromotor em velocidade de baixa rotação (Figura 9).

A remoção residual da base dos bráquetes do Grupo IV foi efetuada industrialmente pela empresa Abzíl-Lancer, especializada em reciclagem de bráquetes (Figura 10).

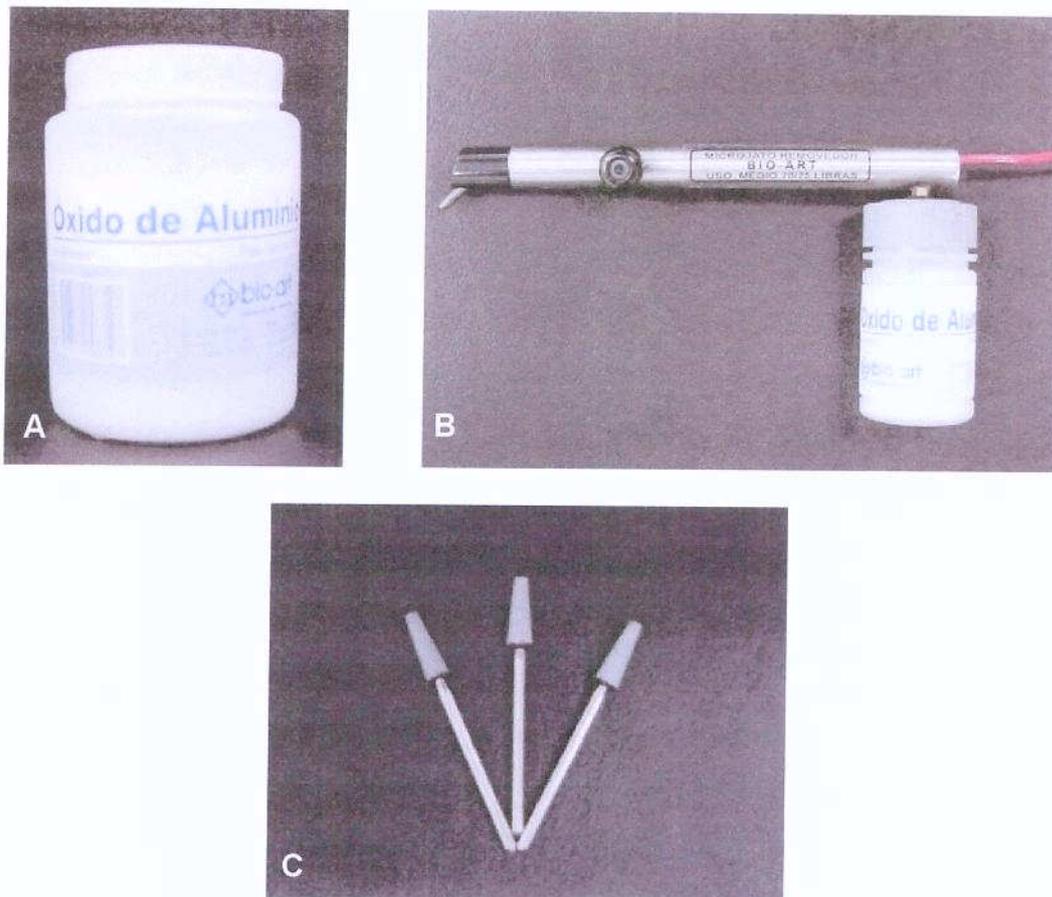


Figura 4 – (A) Óxido de alumínio em pó 90 μm (Bio-Art); (B) Micro jato (Bio-Art); e, (C) Pedras abrasivas de carboneto de silício.

4.2.7. Recolagem dos bráquetes reciclados e fixação dos novos

A recolagem dos bráquetes reciclados e fixação dos novos foi realizada da mesma maneira que a ocorrida na fase inicial da colagem dos bráquetes. Em seguida, os dentes foram mantidos armazenados em água destilada numa estufa a 37°C , por 24 horas.

4.2.8. Ensaio de resistência ao cisalhamento

O teste de resistência ao cisalhamento dos corpos-de-prova, foi efetuado numa máquina de ensaio universal (Instron, Inglaterra) (Figura 5), regulada para uma velocidade de tração de 0,5 mm/min.. O cilindro de resina acrílica contendo o dente foi fixado no mordente inferior da máquina. O mordente inferior permaneceu fixo durante o ensaio. Ao bráquete foi colocado uma alça com 0,25mm de diâmetro, presa ao mordente superior móvel. A posição do conjunto nos mordentes permitiu que o movimento de tração fosse paralelo ao dente, imprimindo esforço de cisalhamento na interface dente-bráquete, tentando simular o que normalmente ocorre na boca, durante esforços mecânicos para movimentação dental.

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em kgf. Em seguida, foi calculado o valor de resistência ao cisalhamento em kgf/cm², através da seguinte fórmula:

$$R = F/A$$

R = resistência ao cisalhamento

F = carga necessária para o rompimento da união bráquete-dente

A = área da base do bráquete (Morelli 0,1423 cm², Abzil-Lancer 0,1283 cm² e Dentaurum 0,1059 cm²).

Posteriormente, os valores de resistência ao cisalhamento em kgf/cm² foram transformados em MPa.

Um total de 10 corpos-de-prova foram confeccionados para cada tipo de tratamento e marca do bráquete, perfazendo um total de 150 corpos-de-prova.

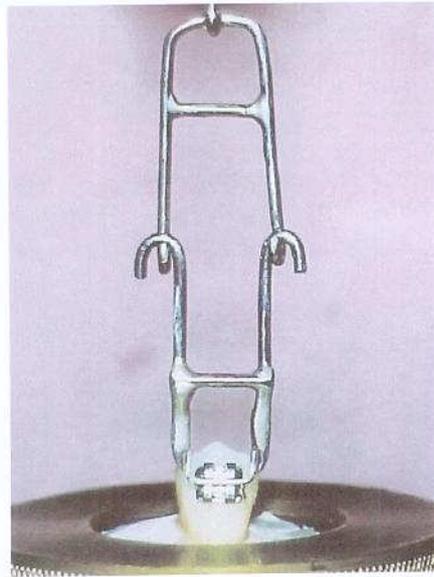
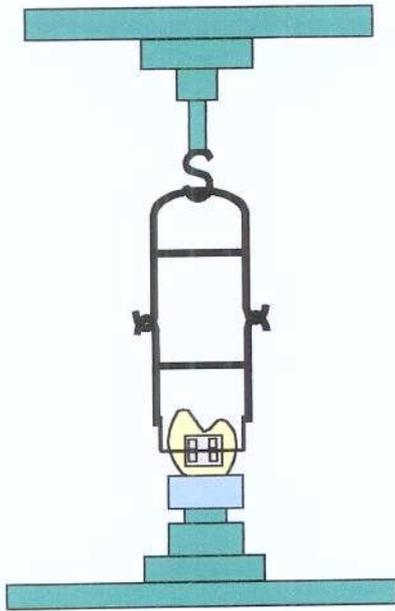


Figura 5 – Ensaio de resistência ao cisalhamento.

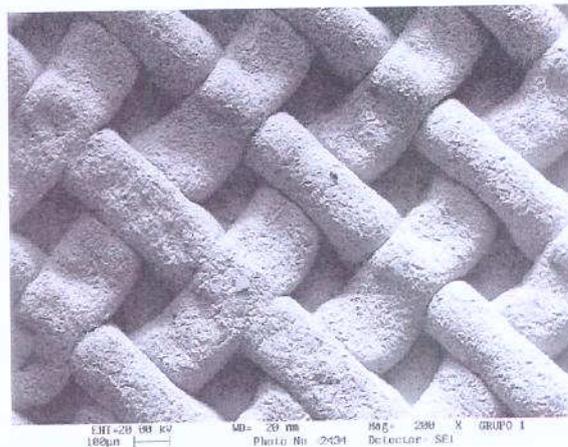


Figura 6 – Aspecto fotomicrográfico (MEV) da malha do bráquete novo (X 200).



Figura 7 – Aspecto fotomicrográfico (MEV) do bráquete após remoção mostrando a resina composta Concise Ortodôntico entre as malhas (X 200).

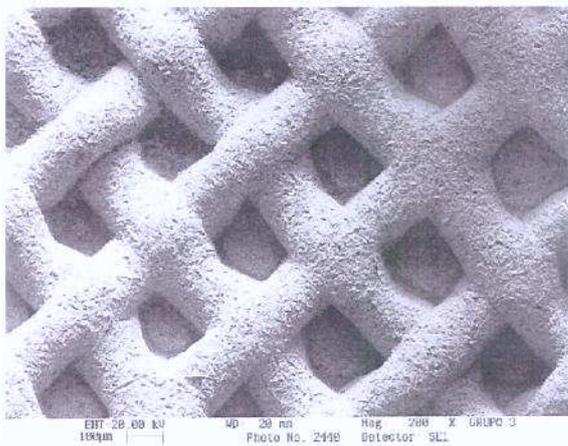


Figura 8 – Aspecto fotomicrográfico (MEV) da malha do bráquete reciclado com jato de óxido de alumínio 90 μm (X 200).

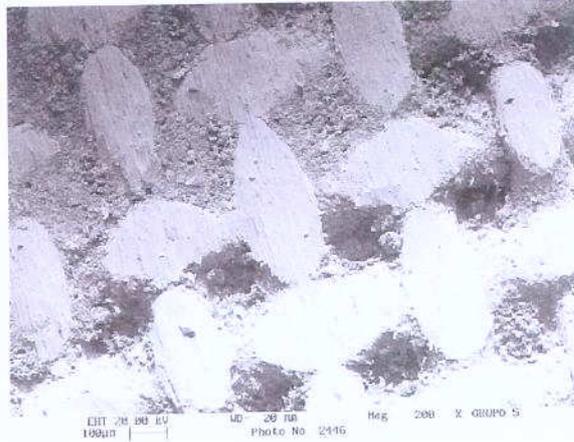


Figura 9 – Aspecto fotomicrográfico (MEV) da malha do bráquete reciclado com pedra abrasiva de carboneto de silício (X 200).

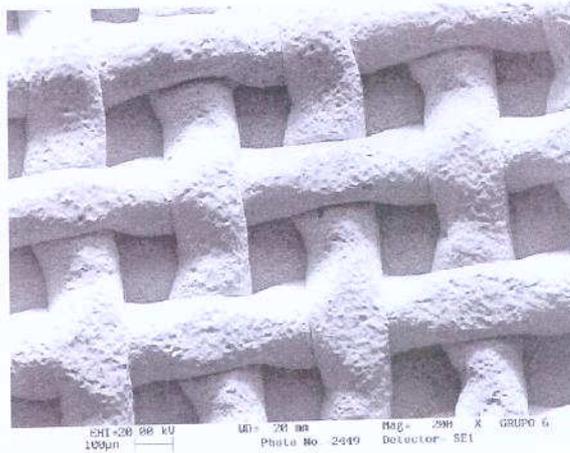


Figura 10 – Aspecto fotomicrográfico (MEV) da malha do bráquete reciclado por empresa especializada (X 200).

5 – RESULTADOS

Os dados deste experimento foram submetidos à análise de variância (Tabela 2), onde o fator bráquete, tratamento e bráquete x tratamento mostraram diferença significativa ($p < 0,05$). Assim, as médias foram comparadas pelo teste estatístico de Tukey, em nível de 5% de significância, representado nas Tabelas 3 e 4 e Figuras 11 e 12.

Tabela 2 – Análise de Variância

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Bráquete	3	7,3877831	2,4625944	158,2893	0,00001
Tratamento	4	20,5187707	5,1296927	329,7237	0,00001
Braq*Trat	12	1,0851352	0,0904279	5,8125	0,00001
Resíduo	180	2,8003593	0,0155576		
Total	199	31,7920482			

Média Geral = 0,758075

Coefficiente de Variação = 16,454 %

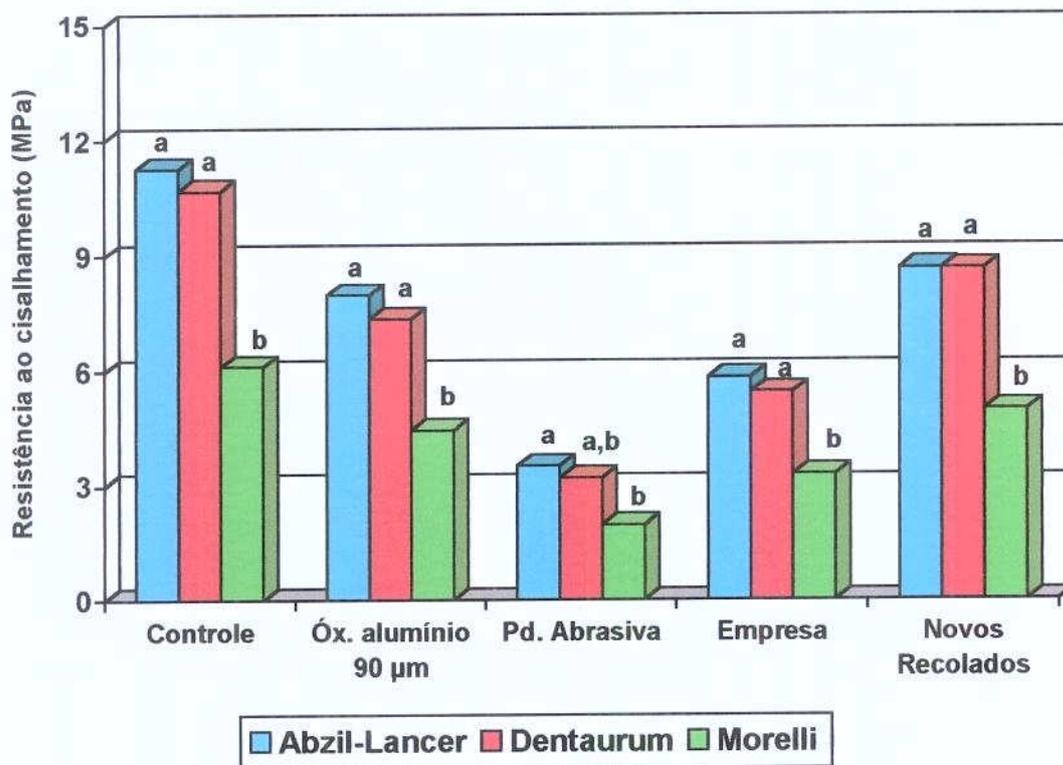
A Tabela 3 e a Figura 11 mostram os valores de resistência ao cisalhamento para as três marcas comerciais de bráquetes, dentro de cada tratamento. Observa-se que para o grupo Controle, o bráquete Abzil-Lancer e Dentaurum apresentaram valores estatisticamente superiores ($p < 0,05$) em relação aos bráquetes Morelli. Nenhuma diferença estatística foi observada entre o Abzil-Lancer e Dentaurum ($p > 0,05$). Resultados semelhantes foram observados para os grupos jateados com óxido de alumínio 90 μ m, reciclados pela Empresa e nos recolados. Para o grupo submetido ao desgaste com pedra abrasiva, o bráquete

Abzil-Lancer apresentou valores estatisticamente superiores ($p < 0,05$) em relação ao bráquete Morelli. Nenhuma diferença estatística foi observada entre o bráquete Abzil-Lancer e Dentaurum e Dentaurum e Morelli ($p > 0,05$).

Tabela 3 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa), entre as três marcas comerciais de bráquetes, dentro de cada tipo de tratamento. Desvio padrão entre parênteses.

BRÁQUETES	TRATAMENTOS				
	Controle	Óxido de alumínio 90	Pedra Abrasiva	Empresa	Novos Recolados
Abzil-Lancer	11,26 (1,7) a	7,98 (1,2) a	3,52 (0,7) a	5,84 (1,2) a	8,67 (1,2) a
Dentaurum	10,68 (1,4) a	7,37 (1,5) a	3,20 (0,6) a,b	5,47 (1,3) a	8,65 (1,4) a
Morelli	6,12 (1,7) b	4,47 (1,2) b	1,96 (0,3) b	3,29 (0,8) b	5,00 (1,4) b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença estatística no teste de Tukey ($p < 0,05$).



Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não apresentam diferença estatística no teste de Tukey ($p < 0,05$).

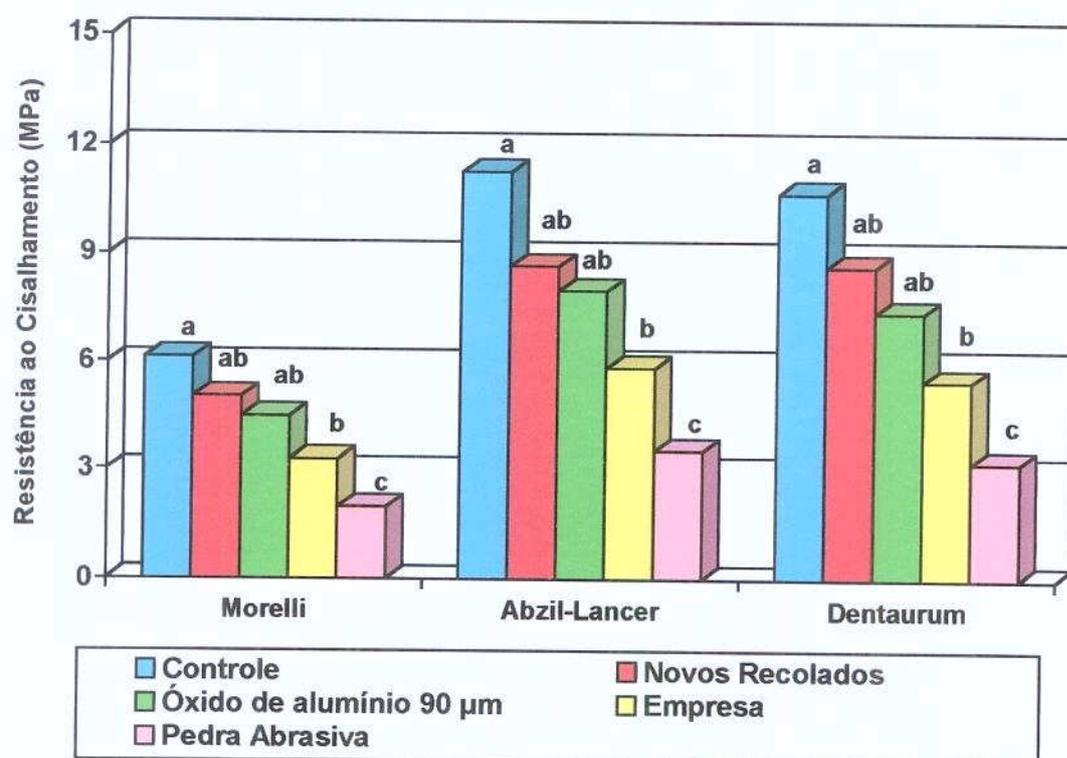
Figura 11 – Ilustração gráfica dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa), entre as três marcas comerciais de bráquetes, dentro de cada tipo de tratamento.

A Tabela 4 e a Figura 12 mostram a comparação da resistência ao cisalhamento entre os tipos de tratamentos para cada marca comercial de bráquete. Para os bráquetes Morelli, Abzil-Lancer e Dentaurum, o Controle apresentou resultados estatisticamente superiores aos reciclados pela empresa e pedra abrasiva ($p < 0,05$). Os bráquetes novos recolados, jateados com óxido de alumínio 90µm e Empresa não diferiram entre si e foram estatisticamente superiores a pedra abrasiva ($p < 0,05$), a qual mostrou a menor média quando comparado com os demais tratamentos.

Tabela 4 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa), para cada marca comercial de bráquetes, dentro dos diferentes tipos de tratamentos. Desvio padrão entre parênteses.

TRATAMENTOS	BRÁQUETES		
	Morelli	Abzil-Lancer	Dentaurum
Controle	6,12 (1,7) a	11,26 (1,5) a	10,68 (1,4) a
Novos Recolados	5,00 (1,4) ab	8,67 (1,2) ab	8,65 (1,4) ab
Óxido de alumínio 90	4,47 (1,2) ab	7,98 (1,2) ab	7,37 (1,5) ab
Empresa	3,29 (0,8) b	5,84 (1,2) b	5,47 (1,3) b
Pedra Abrasiva	1,96 (0,3) c	3,52 (0,7) c	3,20 (0,6) c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença estatística no teste de Tukey ($p < 0,05$).



Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada marca de bráquete não apresentam diferença estatística no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 12 – Ilustração gráfica dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa), para cada marca comercial de bráquetes, dentro dos diferentes tipos de tratamentos.

6 – DISCUSSÃO

O estudo da resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos tem sido um dos objetivos da ortodontia e o procedimento pode ser realizado por meio de jateamento com partículas de óxido de alumínio, desgaste com pedra montada de carboneto de alumínio ou processo industrial de remoção da resina residual.

A literatura sobre reciclagem de bráquetes ortodônticos é escassa e a comparação dos resultados entre os trabalhos existentes muito difícil, porque os procedimentos laboratoriais têm sido diferentes entre as diversas pesquisas.

A reciclagem de bráquetes descolados tem a finalidade de reduzir os custos na reposição dos acessórios ortodônticos. O jateamento com óxido de alumínio surgiu como opção na reciclagem de bráquetes, oferecendo técnicas simples e prática que pode ser realizada na clínica, evitando gasto de tempo, pois não é necessário enviar os bráquetes para as empresas especializadas.

Entretanto, existe divergência nos resultados das pesquisas que avaliaram os métodos de reciclagem. Pesquisadores como WHELLER & ACKERMAN JR.³⁰ (1983), observaram uma diminuição significativa de 6% na resistência à tração de bráquetes reciclados, utilizando o processo térmico esmadente em relação aos bráquetes novos. WRIGTH & POWERS³¹ (1985) verificaram diminuição significativa na resistência em bráquetes Rocky Mountain colados com resina Concise, recondicionados tanto pelo método térmico esmadente como pelo químico Orthocycle. Estes resultados foram também encontrados na pesquisa de MASCIA & CHEN¹³ (1982), que ao testar a resistência de 3 tipos de bráquetes

reciclados por estes mesmos métodos, não observaram diferença significativa na resistência em todos os tipos de bráquetes, não importando o método empregado. REGAN et al.²² (1993), ao estudarem o efeito do método térmico descrito por BUCHMAN³ (1980) constataram também diminuição significativa na resistência em todos os tipos de bráquetes testados. Por outro lado, MACCLEA & WALLBRIDGE¹⁵ (1986) realizando ensaios de cisalhamento, não observaram diferenças significantes na resistência entre os bráquetes reciclados pelo método térmico "doméstico" Esmadente e pelo método comercial Vector Dental Corporation em relação ao grupo de bráquetes novos. GARNER et al.⁷ (1982) não encontraram diferença estatisticamente significativa na resistência à tração de bráquetes reciclados pelo método térmico Esmadente em relação ao grupo controle.

Apesar de alguns autores verificarem que não houve diferença entre a resistência de bráquetes novos e reciclados pelo método térmico (INGERSLEV¹⁰ (1966), GWINNET⁸ (1982), MAIJER & SMITH¹² (1986), UNKEL²⁸ (1987) e SANTOS-PINTO et al.²⁴ (1996)), alertaram para o fato de que o aço inoxidável, que constitui o bráquete, quando exposto à temperaturas acima de 350°C, libera um precipitado de cromo-carboneto e, como resultado, ocorre desintegração parcial do metal, com conseqüente enfraquecimento estrutural, que o torna susceptível à corrosão. GWINNETT⁸ (1982) e MATASA¹⁴ (1995), estudando a origem de manchas verdes e pretas no esmalte após remoção de bráquetes metálicos, recomendaram procedimentos que possam alterar a camada protetora de óxido de cromo da superfície dos bráquetes, como altas temperaturas durante o processo de reciclagem térmica. Além disso, BUCHMAN³ (1980) afirmou que a

decomposição completa do compósito ocorre aproximadamente a temperatura de 770° C sendo que a queima do compósito não remove totalmente e ainda resulta na aderência de subprodutos na malha do bráquete, podendo influenciar na sua retentividade. MAIJER & SMITH¹² (1986) verificaram que o processo de reciclagem, tanto pelo método químico como térmico, fez com que a corrosão severa aparecesse mais rapidamente e os bráquetes constituídos de aço 316 L (aço inoxidável mais resistente à corrosão) também fossem afetados.

O jateamento com óxido de alumínio é utilizado para aumentar a retenção mecânica em bráquetes novos, superfície de amálgama, coroas totais metálicas e de porcelana, como foi relatado por ZACHRISSON et al.^{33,34} (1993 e 1995) e BUYUKYILMAZ et al.⁵ (1995). Os resultados positivos com jateamento de óxido de alumínio tanto em bráquetes novos quanto para o aumento da retenção mecânica em dentes com restaurações ou coroas, nos estimulou a pesquisar a eficácia da reciclagem de bráquetes descolados, uma vez que poucos estudos foram feitos com esta finalidade.

O jateamento com óxido de alumínio surgiu como opção na reciclagem de bráquetes, pois pode ser realizado na clínica ortodôntica com um aparelho conectado ao compressor e, como não utiliza calor ou produtos químicos, não tem as desvantagens dos métodos citados acima. Além disso, o ortodontista ganha tempo, pois não é necessário enviar os bráquetes para firmas especializadas. O aparelho utilizado é de pequeno porte e fácil manuseio. Ele possui um bico de vídeo que resiste à abrasividade do óxido de alumínio, material que fica contido em um recipiente e é acionado por ar comprimido, apertando-se o botão localizado na porção central do aparelho.

Neste estudo utilizamos bráquetes específicos para pré molares da Dental Morelli, por ser amplamente usado nas clínicas ortodônticas do Brasil e dois importados Abzil-Lancer e Dentaurum.

Considerando o aspecto geral dos objetivos propostos, os dados mostrados na Tabela 4 e Figura 12 mostram que não houve diferença estatística significativa na resistência ao cisalhamento entre o grupo Controle, novos recolados em esmalte onde anteriormente existiu bráquetes e reciclados com jato de óxido de alumínio 90 µm, para as três marcas de bráquetes. Resultados semelhantes foram obtidos por PENIDO et al.¹⁹ (1998) e TAVARES²⁷ (2002) para os bráquetes Morelli e SONIS & MASS²⁶ (1996) usando bráquetes GAC não verificaram diferença entre os bráquetes reciclados com óxido de alumínio e grupo controle (bráquetes novos).

A maior retenção mecânica promovida na colagem do bráquete ao dente pela ação do jato de óxido de alumínio, deve-se ao fato do método produzir maior quantidade de micro-asperezas (Figura 8) na superfície da base do bráquete, quando comparada ao grupo controle (Figura 6), aumentando a área de união disponível ao compósito, segundo trabalho de (PINTO et al.²⁰, 1996)), sendo essencialmente mecânica.

A Tabela 4 e Figura 12 mostram que o método de reciclagem de bráquetes empregado, com ponta montadas de carboneto de silício, promoveu menores valores de resistência com diferença estatística significativa quando comparado ao grupo Controle, jato de óxido de alumínio, colados em superfície condicionada anteriormente e reciclados por empresa especializada. Resultados similares foram obtidos anteriormente (WRIGHT & POWERS³¹, 1985; REGAN et al.²², 1993;

PENIDO et al.¹⁹, 1998 e TAVARES²⁷, 2002), mostrando que a resistência à tração de bráquetes reciclados por meio da ponta montada de carboneto de silício também era menor em relação aos bráquetes novos recém-colados. A diferença de resistência ao cisalhamento mostrada por esses grupos provavelmente ocorreu devido ao desgaste da tela de retenção, assim como, pela remoção incompleta da resina composta. Nessas condições, a nova camada de adesivo ficaria sobreposta à remanescente, impedindo que uma união mais efetiva fosse obtida, onde deveria ser consideradas a alteração da forma estrutural da malha e conseqüente perda de retenção (Figura 9). O menor valor numérico de resistência ao cisalhamento foi do grupo com ponta montada de carboneto de silício, o que significa que este seria o método menos indicado para a reciclagem direta de bráquetes, principalmente por aumentar a estrutura da malha. Já os grupos tratados pela Empresa especializada (Figura 10), reciclados por jateamento (Figura 8) e colados em superfície condicionada anteriormente (Figura 6) mostraram valores sem diferença estatística significativa entre si.

Para a reciclagem de bráquetes foi recomendado o uso de óxido de alumínio com partículas de 50 µm segundo (NEWMAN et al.¹⁸, 1994), o que promovia aumento na retenção dos bráquetes devido à formação de rugosidades. O tamanho da partícula do óxido de alumínio utilizado no jateamento dos bráquetes estudados neste trabalho foi de 90 µm, atendendo as instruções do manual do aparelho removedor (Bio-Art). O mesmo tamanho de partículas utilizado por SONIS & MASS²⁶ (1996), PENIDO et al.¹⁹ (1998) e TAVARES²⁷, (2002), produziu maiores micro-asperezas na superfície da base do bráquete, aumentando consideravelmente a área disponível para união com a resina.

Conseqüentemente, por analogia, a técnica deveria também aumentar a capacidade de união dos bráquetes reciclados, o que foi comprovado neste estudo, quando comparada com reciclagem por ponta montada de carboneto de silício.

A nosso ver a reciclagem com jateamento de óxido de alumínio com partículas de 50 µm, conforme utilizado em pesquisa anterior (PINTO et al.²⁰, 1996) promoveria maior polimento da superfície da base do bráquete, conseqüentemente, diminuindo o poder de união das micro-asperezas, quando comparado com as partículas de 90 µm. Seria válido também supor a ocorrência de menor força de retenção dos bráquetes reciclados com partículas de 50 µm, devido ao menor poder de retenção destas micro-asperezas.

Neste trabalho, o tempo utilizado no jateamento com óxido de alumínio para reciclagem do bráquete foi de 15 a 30 segundos, mantendo distância de 10 mm da base do bráquete, o que geralmente não provocou danos à malha dos acessórios (Figura 8). A mesma interação distância foi utilizada por (PENIDO et al.¹⁹, 1998 e TAVARES²⁷, 2002), com intenção de remover a resina sem causar danos à malha, mostrando resultados similares a estes estudos, o que comprova a eficiência da técnica. MILLET et al.¹⁶ (1993) utilizando apenas 3 segundos para jatear bráquetes novos antes de serem fixados aos dentes, obtiveram resultados satisfatórios ao aumentar a rugosidade, sem causar danos à malha.

Com relação aos tipos de bráquetes empregados (Tabela 3 e Figura 11), independente das condições de superfície dos bráquetes após os tratamentos, observou-se que os bráquetes Abzil-Lancer e Dentaurum apresentaram valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente superiores em relação ao bráquete

Morelli. Resultados semelhantes foram observados por VALDRIGHI et al.²⁹ (2002) onde os bráquetes Abzil-Lancer, GAC e Dentaurum apresentaram resultados estatisticamente superiores em relação aos bráquetes Morelli.

Assim ficou evidente neste estudo que a reciclagem de bráquetes por meio de jato de óxido de alumínio 90 µm é eficiente e tecnicamente simples. A reutilização de bráquetes nessas condições implicaria em redução dos custos para o profissional e, conseqüentemente para o paciente e os bráquetes Abzil-Lancer e Dentaurum seriam os bráquetes de escolha.

7 – CONCLUSÕES

1 – Os bráquetes Abzil-Lancer e Dentaurem apresentaram valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente superiores em relação aos bráquetes Dental Morelli em todas as condições de condicionamentos.

2 – Para os três tipos de bráquetes, o grupo controle apresentou valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente superiores ao reciclados por empresa especializada e pedra abrasiva de carboneto de silício.

3 – Bráquetes reciclados com jateamento de óxido de alumínio, novos recolados em esmalte onde anteriormente existia bráquetes e empresa especializada não mostraram diferença estatística significativa em relação à resistência ao cisalhamento.

4 – A resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados com pedra abrasiva de carboneto de silício foi estatisticamente menor quando comparado aos bráquetes reciclados com jato de óxido de alumínio, empresa especializada e novos recolados.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ALEXANDER, J.C., VIAZIS, A.D., NAKAJIMA, H. Bond strenghts and fracture modes of three orthodontic adhesives. **J. Clin. Orthod.**, v.27, n.4, p.207-209, Apr. 1993.
- 2 - BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to the enamel surfaces. **J.Dent.Res.**, v.34, p.849-53, 1955.
- 3 - BUCHMAN, D.J.L. Effets of recycling on metallic direct-bond orthodontics brackets. **Am. J. Orthod.**, v.77, p.654-68,1980.
- 4 - BUCHWALD, A. A three-cycle in vivo evaluation of reconditioned direct-bond brackets. **Am. J. Orthod.**, v. 95, p.352-54, 1989.
- 5 - BUYUKYILMAZ, T., ZACHRISSON, Y.O., ZACHRISSON, B.U. Improving orthodontic bonding to gold alloy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v.108, p.510-518, 1995.
- 6 - GANDINI JUNIOR, L.G. et al. Avaliação de diferentes métodos de remoção da resina remanescente ao esmalte dentário após descolagem de bráquetes ortodônticos. **Ortodontia**, v.28, p.53-60, 1995.
- 7 - GARNER, L. D. *et al.* An evaluation of bond strength of recycled orthodontic bonded brackets. **J. Dent. Res.**, v.61, p.329, 1982. (Abstracts 1354).
- 8 - GWINNETT, A.J. Corrosion of resin-bonded orthodontic brackets. **Am J Orthod.**, v.81, p.441-446, 1982.
- 9 - HIXSON, M. E. et al. Changes in brackets slot tolerance following recycling of direct-bond metallic orthodontic appliances. **Am. J. Orthod.**, v.81, p.447-54, 1982.

- 10 - INGERSLEV, C.H. Influence of heat treatment on the physical properties of bent orthodontic wire. **Angle Orthod.**, v.36, p.236-247, 1966.
- 11 - MAIJER, R., SMITH, D.C. Corrosion of orthodontic brackets bases. **Am. J. Orthod.**, v.81, p.43-48, 1982.
- 12 - MAIJER, R., SMITH, D.C. Biodegradation of the orthodontic bracket system. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v.90, p.195-198, 1986.
- 13 - MASCIA, V. E., CHEN, S-R. Shearing strengths of recycled direct-bonding brackets. **Am. J. orthod.**, v.82, p.211-16, 1982.
- 14 - MATASA, C.G. Pros and cons of the reuse of direct-bonded appliances. **Am J Orthod Dentofacial Orthod.**, v.96, p.72-76, 1989.
- 15 - McCLEA, C. P. J., WALLBRIDGE, D. J. Comparison of tensile and shear strength of new brackets and recycled orthodontic metal brackets. **N. Z. Dent. J.**, v.82, p.11-14, 1986.
- 16 - MILLET, D., McCABE, J. F., GORDON, P. H. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cemet. **Br. J. Orthod.**, v.201, p.117-22, 1993.
- 17 - NEWMAN, G.V. Epoxy adhesives for orthodontics attachments: progress report. **Am. J. Orthod.**, v.51, p.901-12, 1965.
- 18 - NEWMAN, G. V. et al. Update on bonding brackets: an in vitro survey. **J. Clin. Orthod.** v.28, p.396-402, 1994.

- 19- PENIDO, S.M.M.O. et al. Avaliação da resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos recolados. **Rev. Dental Press Ort. E Ortop. Facial**, Maringá, v.3, n.6, p.45-52, 1998.
- 20 - PINTO, A.S. et al. A reciclagem de bráquetes na clínica ortodôntica. **Ortodontia**, v.29, p.63-7, 1996.
- 21 - POSTLETHWAITE, K.M. Recycling bands and brackets. **Br. J. Orthod.**, v.19, p.157-64, 1992.
- 22 - REGAN, D.; LeMASNEY, B.; VAN NOORT, R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontics brackets. **Eur J Orthod.**, , v.15, p.125-135, 1993.
- 23 - SANTOS NETO, P.C.F. et al. Avaliação da capacidade de retenção de bráquetes cerâmicos e metálicos colados em ambiente úmido. **Ortodontia**, v.33, p.21-34, 2000.
- 24 - SANTOS-PINTO, A. et al. A reciclagem de bráquetes na clínica ortodôntica, **Ortodontia**, v.29, p.63-67, 1996.
- 25 - SONIS, A.L. Air brasion of bondeed metal brackets: a study of shear bond strength and surface characterisyics as determined by scanning electron microscopy. **Am.J.Orthod. Dentofacial Orthop.**, v.110,p.96-8, 1996.
- 26 - SONIS, A. L.; MASS, B. Air brasion of bondeed metal brackets: a study of shear bond strength and surface characterisyics as determined by scanning electron microscopy. **Am.J.Orthod. Dentofacial Orthop.**, v.110,p.96-8, 1996.

- 27 - TAVARES, S.W. Estudo *in vitro* da resistência ao cisalhamento de bráquetes reciclados e novos. **Ortodontia.**, v.9, p.35-45, 2003
- 28 - UNKEL, T. Recycling orthodontic products. **J Clin Orthod.**, v.21, p.871-872, 1987.
- 29 - VALDRIGHI, H.C. Avaliação da resistência ao cisalhamento da resina composta e do cimento de ionômero de vidro na fixação de bráquetes metálicos. **Ortodontia**, v. 8, p.65-69, 2002.
- 30 - WHEELER, J.J., ACKERMAN JR., R.J. Bond strength of thermally recycled metal brackets. **Am. J. Orthod.**, v.83, p.181-86, 1983.
- 31 - WRIGHT, L.W., POWERS, J.M. In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. **Am. J. Orthod.**, v.87, p.247-52, 1985.
- 32 - ZACHRISSON, B.U. Bonding in orthodontics. In: GRABER, T.M., SWAIN, B. F. **Orthodontics: current, principles and techniques**. St. Louis: Mosby, 1985. Cap. 8., p.513.
- 33 - ZACHRISSON, B.U., BUYUKYILMAZ, T. Recent advances in bonding to gold, amalgam, and porcelain. **J Clin Orthod**, v.27, p.661-675, 1993.
- 34 - ZACHRISSON, B.U., BUYUKYILMAZ, T., ZACHRISSON, Y.O. Improving orthodontic bonding to silver amalgam. **Angle Orthod.**, v.65, p.35-42, 1995.