

NADIA LUNARDI
Cirurgiã-Dentista

**ANÁLISE *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO
CISALHAMENTO DE BRAQUETES METÁLICOS
SUBMETIDOS A RECICLAGEM REPETIDA FIXADOS COM
DIFERENTES MATERIAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ortodontia.

Piracicaba
2004

NADIA LUNARDI
Cirurgiã-Dentista

**ANÁLISE *IN VITRO* DA RESISTÊNCIA AO
CISALHAMENTO DE BRAQUETES METÁLICOS
SUBMETIDOS A RECICLAGEM REPETIDA. FIXADOS
COM DIFERENTES MATERIAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. João Sarmento Pereira Neto
Co-orientador: Prof. Dr. Simonides Consani
Banca Examinadora:
Prof. Dr. João Sarmento Pereira Neto
Prof. Dr. Darcy Flávio Nouer
Prof. Dr. Paulo Roberto Aranha Nouer

Piracicaba
2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

L971a	Lunardi, Nadia. Análise <i>in vitro</i> da resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos submetidos a reciclagem repetida, fixados com diferentes materiais. / Nadia Lunardi. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2004. Orientadores: João Sarmento Pereira Neto, Simonides Consani. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Braquetes ortodônticos. 2. Óxido de alumínio. I. Pereira Neto, João Sarmento. II. Consani, Simonides. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título. (mg/fop)
-------	--

Título em inglês: Evaluation in vitro of the shear bond strenght of metal brackets submitted a repeated recycling fixed with differents materials

Palavras-chave em inglês (Keywords): Orthodontic brackets; Aluminum oxide

Titulação: Mestre em Ortodontia

Banca examinadora: João Sarmento Pereira Neto; Darcy Flávio Nouer; Paulo Roberto Aranha Nouer

Data da defesa: 09/12/2004

Folha de Aprovação

Fornecida pela CCPG/FOP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe **Nilza** pelo imensurável amor e carinho com os filhos, pelo exemplo singular de dedicação e bondade com o próximo e pelo incentivo nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão **Vitor** pelo amor, carinho e atenção fundamentais na realização deste sonho e pela colaboração neste trabalho.

Ao meu noivo **Luciano**, companheiro de todos os momentos, cujo amor, paciência e compreensão em virtude dos momentos ausentes foram fundamentais para realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. João Sarmento Pereira Neto**, meus sinceros agradecimentos pela orientação, confiança e por iniciar a minha formação científica. Agradeço também ao carinho, amizade e grande incentivo nos momentos difíceis.

Ao **Prof. Dr. Darcy Flávio Nouer** pela preciosa oportunidade de aprender uma Ortodontia de excelência, com enfoque biológico e multidisciplinar. Sou imensamente grata pelas oportunidades a mim proporcionadas, pela paciência em novamente iniciar um aluno na Ortodontia, pela confiança e atenção prestados. Para mim, estes anos de convivência e a oportunidade de trabalhar sob sua orientação clínica foram fundamentais na minha formação pessoal e profissional; enfim, um privilégio de poucos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do **Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho**, ilustríssimo Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

Às Profas. Dras. **Maria Beatriz Borges de Araújo Magnani e Vânia Célia Vieira de Siqueira**, pela amizade e orientação precisa, fundamentais à nossa formação intelectual e pessoal.

Ao Prof. Dr. **Paulo Roberto de Aranha Nouer** pela inestimável colaboração neste trabalho, pelo auxílio em momentos difíceis, pela confiança e compreensão em mim depositada.

Ao Prof. Dr. **Simonides Consani** pela oportunidade de realizar um trabalho na área de Materiais Dentários e pelas valiosas discussões, críticas e sugestões feitas neste trabalho. Gostaria de ressaltar minha admiração à pessoa íntegra e ao mestre exemplar, descoberta neste pequeno período de convivência.

Ao Professor Lourenço Correr Sobrinho pela colaboração na elaboração deste trabalho e importantes críticas e sugestões feitas durante o exame de qualificação.

Ao professor Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, pela elaboração da análise estatística.

Ao grande amigo **Fernando Guena Jardim de Camargo** pelas orientações clínicas prestadas sempre com muito carinho e bom humor, pelo constante incentivo e pela oportunidade de conviver com uma pessoa adorável e admirável.

À amiga **Fernanda Leite** pela amizade sincera, pelo apoio nos momentos difíceis, pelo companheirismo e pelos ótimos momentos de alegria e realizações que vivemos juntas.

Às amigas **Marlete e Maria** que sempre me apoiaram e me deram o carinho necessário para que eu conseguisse vencer esta etapa da vida.

Aos alunos **Stenyo Wanderley Tavares e Fabio Lourenço Romano** pela amizade sincera, colaboração e incentivo na execução deste trabalho.

Aos alunos do mestrado **Adriana Viotti, Jussara Frasson, Meire Alves e Maria Júlia Ferraz**, pelos momentos felizes e compartilhados, pela amizade sincera e ajuda nos momentos de dificuldade.

Aos alunos de doutorado, **Adriana Lucato, Bruno Orelana, Edvaldo Ramalli, Émerson Sallum, Eloisa Marcantônio, Fernando Gonçalves, Ivana Garbui Uglik, Mayuri Kuramae e Sílvia Vedovello** pelo companheirismo, e alegria proporcionados.

Às amigas **Paloma, Vanessa e Paula** pela amizade, pelo auxílio nas pesquisas e atendimentos clínicos. Muitas das minhas realizações não seriam possíveis sem a ajuda de vocês.

Aos amigos **Joane, Fábio, Daniel, Iriana, Marcinha, Edwin, Débora, Gilson e Alan** que me acompanharam durante minha graduação e me incentivaram durante a pós-graduação.

Aos funcionários e ex-funcionários **Lígia Valdrighi, Roberto Leitão, Marcos, Tuca, Marcela, Eliene, Fernando, Valdeci, Antônio, Cida, Giselda** pela atenção e simpatia prestados no decorrer do curso.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO DA	7
LITERATURA.....	
2.1 COLAGEM DIRETA DE BRAQUETES	7
ORTODÔNTICOS.....	
2.2 UTILIZAÇÃO DE DENTES BOVINOS EM PESQUISAS	9
ODONTOLÓGICAS.....	
2.3 AVALIAÇÃO DE BRAQUETES SUBMETIDOS A UM TIPO DE	11
RECICLAGEM.....	
2.4 COMPARAÇÃO ENTRE TIPOS DE	18
RECICLAGENS.....	
2.5 RECICLAGENS	26
REPETIDAS.....	
2.6 ÓXIDO DE	28
ALUMÍNIO.....	
2.7 PESQUISAS DE	31
OPINIÃO.....	
2.8 AVALIAÇÃO DE RECOLAGENS	33
REPETIDAS.....	
3	36
PROPOSIÇÃO.....	
4 MATERIAL E	37
MÉTODOS.....	
4.1	37

MATERIAL.....	
4.1.1	37
Dentes.....	
4.1.2	37
Braquetes.....	
4.1.3 Materiais	38
fixadores.....	
4.1.4 Material utilizado na remoção da resina	40
residual.....	
4.2	41
MÉTODO.....	
4.2.1 Limpeza e armazenamento dos	41
dentes.....	
4.2.2 Confeção dos corpos-de-	41
prova.....	
4.2.2.1 Preparo da superfície de	42
esmalte.....	
4.2.2.2 Condicionamento ácido do	42
esmalte.....	
4.2.2.3 Colagem dos	43
braquetes.....	
4.2.3 Ensaio de resistência ao	45
cisalhamento.....	
4.2.4 Reciclagem dos braquetes	46
removidos.....	
4.2.5 Limpeza do esmalte	47
dentário.....	
4.2.6 Recolagem dos braquetes	48

reciclados.....	
4.2.7 Microscopia eletrônica de varredura.....	48
4.2.8 Tratamento estatístico	48
5 RESULTADOS	49
5.1 INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	49
5.2 TABELAS E GRÁFICOS.....	50
5.2. FOTOMICROGRAFIAS EM MEV	55
6 DISCUSSÃO	59
7 CONCLUSÃO	62
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
9 APÊNDICE	68

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar *in vitro* a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos metálicos submetidos a duas reciclagens consecutivas com jato de óxido de alumínio, em função de quatro tipos diferentes de materiais fixadores. A amostra consistiu de 40 incisivos bovinos para confecção dos corpos-de-prova. Quarenta braquetes metálicos edgewise, de incisivo central *Ultraminitrim* (*Dentaurum*), foram colados nos dentes bovinos com os seguintes materiais fixadores: *Transbond XT*, *Concise*, *Smartbond* e *Fuji Orto*, seguindo as instruções do fabricante. Após a colagem os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada numa estufa a 37°C por 24 horas e submetidos à 500 ciclos térmicos com 30 segundos em cada banho (5°C e 55°C). O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado numa máquina *Instron* com velocidade de 0,5mm/min. Os braquetes removidos foram reciclados com jateamento de óxido de alumínio (50 micrômetro) e colados novamente no mesmo corpo-de-prova, utilizando os mesmos materiais fixadores. Após o segundo ensaio de resistência ao cisalhamento, os procedimentos de reciclagem, recolagem e ensaio de força foram repetidos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p=0.05$), aplicado para cada sistema adesivo nos diferentes tratamentos dos braquetes metálicos. Foi comprovado que reciclagens repetidas, utilizando o jateamento de óxido de alumínio, não interferem na resistência adesiva, independente do sistema adesivo empregado. Dentre os adesivos utilizados, o *Transbond XT* apresentou os maiores valores de resistência ao cisalhamento, independente do tratamento do braquete. Assim, concluímos que o efeito cumulativo das reciclagens não afetou a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos e que o efeito adesivo do material utilizado para fixação do braquete não foi alterado pelas reciclagens repetidas.

Palavras-chaves: braquetes metálicos, reciclagem, óxido de alumínio, materiais de fixação, resistência ao cisalhamento, ciclagem térmica.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate *in vitro* shear bond strength of metallic orthodontic brackets submitted to two consecutive recyclings with aluminium oxide air abrasion, making use of four different bond materials. The sample consisted of 40 bovine incisors. Forty metallic orthodontic edgewise brackets of central incisor *Ulraminitrim (Dentaurum)*, were fixed in the bovine teeth with the following bonded material: *Transbond XT*, *Concise*, *Smartbond* and *Fuji Orto*, following the manufacturer's instructions. After bonding, they were stored in distilled water in incubators at 37°C for 24 hours and submitted to 500 thermal cycles with 30 seconds in each bath (5°C and 55°C). The shear bond strength was determined with an *Instron* universal machine with 0,5mm/min speed. The removed brackets were recycled with aluminium oxide air abrasion (50 micrometer) and bonded again in the same bovine incisor, using the same bond material. After the second shear bond strength test the recycling procedures, the rebonding and shear bond strength test were repeated. The data were submitted to Analysis of Variance and Tukey's test ($p=0.05$), applied for each adhesive system in different treatments of metallic brackets. It was demonstrated that repeated recyclings, using the aluminium oxide air abrasion, don't interfere in the adhesive resistance, independent of the employed bond material. Among the used bond materials, *Transbond XT* presented the largest resistance values of shear bond strength, independent of the treatment of the bracket. Thus, we concluded that the recycling cumulative effects didn't affect the shear bond strength of metallic orthodontic brackets and that the effect bond material used for fixation of the bracket was not altered by the repeated recyclings.

Key-words: metallic orthodontic bracket, recycling, oxide of aluminum, bond material, shear bond strength, thermal cycles.

1 INTRODUÇÃO

O emprego do condicionamento ácido da superfície dentária, proposto por Buonocore (1955), possibilitou aumento na união mecânica entre a superfície do esmalte e o material restaurador resinoso, proporcionada pelo embricamento mecânica da resina acrílica nas microporosidades produzidas pelo ácido fosfórico em contato com o esmalte dentário.

Diante desta técnica adesiva, Newman (1965) idealizou a colagem de braquetes de policarbonato na face vestibular dos dentes, com a finalidade de eliminar as bandas metálicas, e comprovou que a colagem desses acessórios no esmalte dentário condicionado apresentava resistência adesiva suficiente para ser utilizado clinicamente, revolucionando, assim, a instalação dos aparelhos ortodônticos.

O advento da colagem de braquetes simplificou a montagem do aparelho ortodôntico fixo e promoveu a redução das fases e do tempo de tratamento, proporcionando um avanço significativo na terapêutica ortodôntica (Pinto *et al.*, 1996). Além disso, apresentou importantes vantagens como: maior facilidade na remoção da placa bacteriana, redução das gengivites e hiperplasias, não utilização de separadores, ausência de espaços gerados pelas bandas após a remoção do aparelho, possibilidade de colagem de braquetes em dentes parcialmente erupcionados, menor probabilidade de descalcificações geradas por infiltrações, maior facilidade na detecção de cárie e estética (Bishara, 2000).

A queda de braquetes, consequência de fatores como falhas na técnica de colagem, pouca retentividade de determinadas bases de braquetes, ação da força

mastigatória (Pinto *et al.*, 1996) e a redução do tamanho das bases dos braquetes por motivos estéticos (MacColl, 1998), constitui um problema rotineiro na clínica ortodôntica e resulta em atrasos no atendimento e aumento do custo da manutenção do aparelho ortodôntico fixo.

Com o objetivo de reduzir os custos da reposição de braquetes dos aparelhos ortodônticos fixos, muitos ortodontistas têm reciclado esses acessórios. A reciclagem de braquetes consiste na remoção do material adesivo remanescente, sem causar danos à estrutura da base do braquete, para posterior reutilização. Pode ser realizada pelo método mediato, por empresas especializadas, ou pelo método imediato, feita no próprio consultório (Tavares, 2002). As empresas especializadas em reciclagem de braquetes utilizam dois métodos para a remoção do remanescente resinoso: a) método térmico, no qual os braquetes são submetidos ao calor para a queima do adesivo, seguido do polimento eletroquímico para remoção de óxidos; b) método químico, no qual se utiliza solventes para corrosão do adesivo, combinados com vibração de alta frequência e polimento eletroquímico (Buchman, 1980; Hixon *et al.*, 1982; Mascia & Chen, 1982; Garner *et al.*, 1982, Wheeler & Ackerman, 1983; Wright & Powers, 1985; McClea & Wallbridge, 1986; Buchwald, 1989; Regan *et al.*, 1990; Maccoll *et al.*, 1998; Tavares, 2002).

A literatura relaciona como métodos de reciclagem imediata, o jateamento com óxido de alumínio (Millet *et al.*, 1993, Newman *et al.*, 1994; Pinto *et al.*, 1996; Sonis, 1996; Penido *et al.*, 1998; Basudan & Al-Emran, 2001; Tavares, 2002); a utilização da ponta montada de carboneto de silício (Penido *et al.*, 1998; Tavares, 2002); o emprego de pedra verde, queima do material adesivo pela chama direta, utilização do equipamento *Big Jane Machine* (Basudan & Al-Emran, 2001), e a utilização de ponta montada de carboneto de silício em baixa rotação, queima do

adesivo utilizando o bico de Bunsen, seguido de jateamento e polimento eletrolítico (Regan *et al.*, 1993).

A reciclagem imediata por meio de jateamento com óxido de alumínio é uma técnica simples, de baixo custo, que proporciona melhora da retenção devido à formação de micro rugosidades que aumentam a área da superfície de contato com o sistema adesivo, sendo, por isso, mais efetivo que outros métodos de reciclagem (Millet *et al.*, 1993; Newman *et al.*, 1994; Pinto *et al.*, 1996; Sonis, 1996; MacColl *et al.*, 1998; Penido *et al.*, 1998; Tavares, 2002; Tavares *et al.*, 2003). Essa técnica pode também aumentar a retenção de braquetes novos e facilitar a colagem de braquetes em dentes restaurados ou com coroas metálicas (Pinto *et al.*, 1996).

A avaliação da capacidade retentiva de braquetes submetidos à sucessivas reciclagens foi inicialmente realizada por Gardner *et al.* (1982), utilizando o método térmico. Nesse estudo, concluíram que o fator limitante para o número de vezes que o braquete possa ser reutilizado é a distorção do "slot" do braquete e não a resistência à colagem, visto que não houve diferença estatística significativa entre a resistência à colagem de braquetes novos e reciclados várias vezes.

Em 1989, Buchwald também avaliou a capacidade retentiva de braquetes submetidos a sucessivas reciclagens, com o objetivo de reduzir custos do tratamento ortodôntico sem perda de qualidade. Analisou o uso de braquetes submetidos a três reciclagens pelo método químico e concluiu que a reutilização de braquetes é uma possibilidade de economia, visto que os reciclados apresentaram performance similar à dos novos.

Regan *et al.*, em 1990, examinaram o efeito cumulativo de repetidas reciclagens e a influência do ambiente bucal na resistência à tração, utilizando três

tipos de braquetes com diferentes configurações de base. Os métodos de reciclagem empregados foram o térmico e o químico. Os braquetes novos foram reciclados por até quatro vezes, enquanto que os usados clinicamente apenas uma vez. Após a reciclagem por ambos os métodos, todos os tipos de braquetes demonstraram significativa diminuição na resistência à tração quando comparados aos braquetes novos (grupo controle), e que após quatro reciclagens consecutivas não ocorreu diferença significativa em relação à primeira.

Tendo em vista que o jateamento de óxido é um método prático e eficaz de reciclagem, seria de fundamental importância clínica avaliar o efeito cumulativo deste procedimento na capacidade retentiva dos braquetes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 COLAGEM DIRETA DE BRAQUETES ORTODÔNTICOS

Buonocore (1955) elaborou um método para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Baseado na utilização, pela indústria, de ácido fosfórico para o tratamento de superfícies metálicas para obter maior adesão da pintura ou coberturas resinosas, avaliou métodos para tratamento da superfície do esmalte, com a finalidade de aumentar a adesão da resina acrílica utilizando diferentes ácidos. Verificou que a adesão da resina acrílica à superfície do esmalte era maior quando esta superfície era previamente condicionada com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação ao grupo controle. Explicou que o aumento da adesão ocorreu devido ao aumento da área superficial decorrente da ação do condicionamento ácido, além do aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Sadler (1958) foi o primeiro autor a descrever a colagem de braquetes diretamente sobre a superfície dentária. Nesse estudo utilizou nove materiais fixadores, sendo quatro cimentos dentários, um cimento a base de borracha, dois adesivos para metal e dois adesivos gerais, que serviram de união entre braquetes metálicos e dentes humanos. Após a realização de testes de resistência à adesão, concluiu que nenhum dos materiais fixadores utilizados promoveu estabilidade requerida para a clínica ortodôntica.

O sucesso das colagens diretas sobre o esmalte dentário se iniciou com Newman (1965), quando desenvolveu alguns compósitos que suprisse as necessidades desejadas para a colagem de braquetes à face vestibular dos dentes.

Nesse estudo surgiu um compósito, desenvolvido por um grupo de pesquisa do *Newmark College of Engineering*, que apresentava baixa toxicidade, mas um tempo de polimerização suficiente para manter o braquete em posição de 15 a 30 minutos e de 4 dias para a completa polimerização. Os acessórios plásticos foram colados na superfície vestibular de incisivos centrais humanos, previamente condicionados com ácido fosfórico. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada à 37°C por 30 dias e, em seguida, submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados do teste de resistência à adesão demonstraram valores variando de 9,7 Kg/cm² a 47,47 Kg/cm². Concluiu que o tratamento da superfície do esmalte com ácido fosfórico melhorou a força adesiva, e que a fórmula da resina proposta diminuiu o tempo de polimerização do material, além de apresentar baixa toxicidade, o que possibilitava o seu uso clínico, mas sugeriu que o tempo de polimerização da fórmula proposta fosse diminuído.

Newman (1971) publicou um artigo sobre a colagem direta de braquetes plásticos, apresentando resultados clínicos de cinco pacientes, ressaltando as vantagens dessa técnica: “menor descalcificação do esmalte dental, menor irritação dos tecidos moles, não diminuição no comprimento do arco devido ao espaço requerido pelas bandas, e melhora da estética”. Nessa técnica, o autor obteve controle dos movimentos de dentes nos três planos, movimento de corpo, e controle do “torque de raiz”, que são os objetivos do aparelho ortodôntico eficiente. Enfatizou ainda a importância do local da colagem estar seco, do uso de forças leves na técnica de *Begg* e *Edgewise* e da colaboração do paciente em não mastigar alimentos duros e higienizar o aparelho, que é fundamental para prolongar a duração da colagem.

Miura, Nakagawa e Masuhara (1971) relataram um novo sistema adesivo para colagem direta de braquetes plásticos (*TBB system*). Esse sistema consistia em pré-tratamento com ácido fosfórico 65% por 30 segundos, e subsequente aplicação da resina acrílica auto-polimerizável adicionada ao catalisador tri-n-butil borano (TBB), que proporciona uma união química entre a resina e o colágeno da dentina e ou esmalte. Esse sistema adesivo foi empregado em 32 casos de tratamento ortodôntico de pacientes da *Tokyo Medical and Dental University Clinic*, obtendo-se resultados satisfatórios quanto à resistência e durabilidade do aparelho, diante de uma frequência de 17 braquetes soltos para 278 sem falhas de adesão. Baseados em relatos anteriores, de que a resistência da colagem diminui com o tempo sob influência do meio bucal, avaliaram a influência da imersão em água tamponada durante 180 dias na resistência à adesão de braquetes, comparando o sistema adesivo (*TBB system*) e o convencional utilizando sistema de catalisador de amina (*BPO amine system*). Os testes de cisalhamento mostraram uma queda de 20% na resistência de união, diminuindo de 40 Kg/cm² a 33,5 Kg/cm² para o *TBB system* (tri-n-butil borano) e de 18 Kg/cm² a 12,5 Kg/cm² para o *BPO amine system* (sistema de catalisador de amina). Concluíram que a colagem de braquetes plásticos utilizando o *TBB system* é estável e efetiva, mesmo após longo tempo de imersão em água.

2.2 UTILIZAÇÃO DO DENTE BOVINO EM PESQUISAS ODONTOLÓGICAS

Leicester (1949) realizou estudos histoquímicos e anatômicos comparativos em esmalte e relatou que os dentes de todos os mamíferos são essencialmente similares.

Com a finalidade de substituir o dente humano por dente bovino em testes adesivos, Nakamichi, Iwaku e Fusayama (1983) avaliaram a resistência de cinco cimentos e dois compósitos resinosos em esmalte e dentina de dentes bovinos e compararam com resultados obtidos em dentes humanos. Para confecção dos corpos-de-prova foram utilizados incisivos centrais e primeiros molares superiores humanos, e incisivos inferiores bovinos. Três cimentos de policarboxilato, um cimento de ionômero de vidro, um cimento de fosfato de zinco e dois compósitos foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante e aplicados, sem pressão, na superfície dentária, na qual um gancho foi inserido possibilitando ensaio. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada à 37°C por uma semana antes da realização do teste de resistência adesiva. Apesar de os valores médios da resistência adesiva dos incisivos bovinos serem menores, não encontraram diferença estatística significativa entre esmalte e dentina humanos e bovinos com qualquer material usado. Concluíram que os dentes bovinos podem substituir dentes humanos em testes de resistência adesiva.

Oesterle, Shelhart e Belanger (1998) compararam a resistência da colagem de braquetes metálicos em esmalte humano (controle), esmalte bovino e bovino decíduo utilizando um sistema adesivo ortodôntico e avaliaram o efeito de múltiplas recolagens na resistência adesiva em dentes bovinos. Para confecção dos corpos-de-prova foram utilizados 10 incisivos superiores humanos, 10 dentes incisivos bovinos inferiores e 10 incisivos bovinos decíduos. Após limpeza da superfície dentária, foram colados braquetes de incisivo central superior *Mini Twin-Unitek* utilizando o sistema adesivo fotopolimerizável *Tranbond XT*, respeitando as instruções do fabricante. Após a colagem, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada à 37°C. Os testes de resistência adesiva foram realizados em uma máquina de ensaio *Instron*, com a base do braquete posicionada paralela à direção

da força. O adesivo remanescente no esmalte dentário foi removido utilizando broca *carbide* 12 lâminas, em alta rotação. O procedimento de colagem foi repetido cinco vezes utilizando o mesmo protocolo. Detectaram que a resistência da colagem ao esmalte bovino decíduo foi significativamente maior que ao esmalte bovino permanente. A recolagem no esmalte bovino foi realizada cinco vezes, sem afetar significativamente os valores de resistência. Concluíram que os esmalte bovino pode ser utilizado e reutilizado em estudos laboratoriais sem afetar de forma significativa os resultados, embora a resistência da colagem quando se utilizou este tipo de dente foi 21% a 44% inferior, quando comparado ao humano.

Barreto *et al.* (2002) avaliaram quantitativa e qualitativamente a composição mineral de molares humanos e incisivos bovinos. Na análise quantitativa, cinco espécimes de cada tipo de dente foram utilizados. Os dentes foram pesados úmidos em balança analítica e, a seguir, secados à 110°C, por 24 horas, para evaporar a água e obter o peso a seco. Os dentes foram calcinados a 600°C, obtendo-se a porção inorgânica na forma de óxidos não voláteis. Na análise qualitativa, amostras de esmalte e dentina, superficial e profunda de dentes humanos e bovinos foram calcinadas e posteriormente moídas. Verificou-se que a porcentagem dos minerais avaliados nos substratos foi similar em dentes humanos e bovinos, e que os mesmos apresentaram similaridade de composição mineral.

2.3 AVALIAÇÃO DE BRAQUETES SUBMETIDOS A UM TIPO DE RECICLAGEM

Vlock (1981) desenvolveu um sistema para reciclagem de braquetes no consultório denominado *Orthotronic system*, que consistia em 3 etapas: a) queima do material de colagem remanescente na base do braquete, sendo a temperatura

ideal controlada por um termostato (não permitindo exceder 800°C); b) remoção do material orgânico remanescente colocando os braquetes em um vibrador especial durante 20 a 30 minutos, e c) polimento final feito individualmente pelo polimento eletrolítico, por aproximadamente 5 segundos. Concluiu com isso, que esse método apresenta como vantagens: praticidade (realizado no consultório), economia e a possibilidade de recondicionar bandas, arcos linguais e aparelhos similares.

Wheeler & Ackerman Jr (1983) avaliaram alterações na tela da base de braquetes submetidos à reciclagem térmica, a diferença no teste de resistência à colagem entre braquetes novos e reciclados, e a correlação entre as mudanças na tela da base e a resistência à colagem. Inicialmente, 40 braquetes novos *DynaBond II Series B - Unitek* foram submetidos à mensuração do diâmetro dos fios componentes da base. Os braquetes foram colados em pré-molares humanos, extraídos utilizando resina composta quimicamente ativada (*Concise Orthodontic Bonding System*) e submetidos ao teste de resistência à tração. Em seguida, todos os braquetes foram reciclados pelo processo térmico e novamente submetidos à mensuração do diâmetro dos fios componentes da base. Cada braquete foi recolado em pré-molares humanos e o teste de resistência à tração foi repetido. Houve diminuição de 7% no diâmetro dos fios da tela durante o processo de reciclagem (de 93,89 micrômetros para 87,07 micrômetros), os braquetes novos foram 6% mais resistentes em relação a braquetes reciclados, e a redução do diâmetro dos fios da base, durante o processo de recondicionamento, não foi correlacionada à variação na resistência à tração, ocorrida antes e após a reciclagem. Embora estatisticamente significativa, as alterações na tela da base e conseqüente resistência à adesão resultante da reciclagem foi de importância clínica insignificante.

Regan, LeMansney e VanNoort (1993) estudaram o efeito da reciclagem sobre a resistência à tração de braquetes metálicos, sendo consideradas as seguintes variáveis: base do braquete, superfície do esmalte e o tipo de adesivo empregado. Utilizaram cento e oitenta braquetes novos com três tipos de base diferentes, colados em pré-molares humanos com resina composta polimerizada. Nesse grupo, denominado controle, foi realizado teste de resistência à tração com velocidade de 2mm/min. Após os ensaios mecânicos, 80 braquetes novos foram recolados nos dentes, sendo a metade com resina quimicamente polimerizável e a outra com resina fotopolimerizável. O adesivo remanescente foi removido do esmalte com fresa carbide de tungstênio ou instrumento manual. A resistência significativamente menor à tração foi verificada nos braquetes novos colados em superfície condicionada e colada previamente. Não houve diferença entre o tipo de preparo do esmalte ou entre os materiais fixadores empregados. Outro grupo, contendo 100 braquetes, foi reciclado utilizando 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.

Sonis (1996) comparou a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos novos e usados reciclados com jateamento de óxido de alumínio, e examinou as características da superfície da base dos braquetes usados após abrasão com o óxido de alumínio pela microscopia eletrônica de varredura. Foram utilizados 60 pré-molares humanos, divididos em dois grupos: grupo controle (braquetes novos) e grupo experimental (braquetes usados jateados). Foram colados braquetes metálicos de pré-molar inferior da *GAC microarch*, utilizando resina fotopolimerizável *Rely-a-bond*. O jateamento foi realizado com óxido de alumínio de 90 micrômetros a 5 mm de distância, até toda a resina ser removida da base do

braquete. Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados utilizando uma máquina de ensaio universal *Instron* com velocidade de 0,5 mm/min. Amostras representativas de cada grupo foram examinadas pela microscopia eletrônica de varredura. Os resultados não indicaram nenhuma diferença estatisticamente significativa no teste de resistência ao cisalhamento de braquetes novos (17,14 MPa) e os reciclados (16,77 MPa). A microscopia eletrônica de varredura revelou uma superfície rugosa, com presença de material de colagem residual na base dos braquetes jateados. Concluiu, portanto, que não houve diferença entre a colagem de braquetes novos e usados tratados com jateamento de óxido de alumínio, provavelmente devido ao aumento da retenção proporcionada pela rugosidade na base produzida pelo processo de jateamento. Este método de reciclagem demonstrou ser viável clinicamente, já que permite a reutilização de braquetes metálicos imediatamente após sua descolagem, desde que o braquete não apresente distorções em suas aletas.

Egan, Alexander e Cartwright (1996) realizaram um estudo para determinar a resistência ao cisalhamento de braquetes recolados com um sistema resinoso pasta única (*Rely-a-bond*) e um sistema pasta-pasta (*Phase III*). Também avaliaram a eficácia do condicionador plástico e do potencializador de adesão *Enhance LC* no processo da recolagem. Para esse estudo utilizaram 60 pré-molares humanos na confecção dos corpos-de-prova, que foram divididos em dois grupos de 30 dentes, baseados no sistema adesivo utilizado: *Rely a Bond* (N) e *Phase II* (P). Cada grupo foi, ainda, subdividido em: colagem inicial (NB, PB), recolagem (NR, PR), e recolagem utilizando condicionador plástico e o potencializador de adesão (NC, PC). No grupo controle (NB, PB) foi realizado condicionamento ácido com 37% H_3PO_4 por 15 segundos anterior a colagem inicial; já os grupos NR, PR e NC, PC foram inicialmente colados sem o benefício do condicionamento ácido, já

prevendo uma ruptura na superfície esmalte/resina na descolagem. Cada braquete foi desgastado utilizando a pedra verde, tomando o cuidado para não expor superfície metálica, sendo cada braquete recolado no mesmo corpo-de-prova. Na recolagem, o grupo NR foi recolado da mesma forma que a colagem inicial, já os braquetes do grupo PR foram cobertos com a resina líquida e depois recolados. Os braquetes nos grupos NC e PC foram recolados após o tratamento com condicionador plástico e o potencializador de adesão. O teste de resistência foi realizado com a máquina de ensaio universal *Instron*, com a velocidade de 5mm/mim. Diante dos resultados, concluíram que a recolagem é uma opção viável quando o braquete não sofre distorções na descolagem e quando a separação ocorrer entre o material adesivo e a superfície de esmalte. Os resultados desse estudo não sustentam o uso do condicionador plástico e do potencializador de adesão para aumentar a resistência à adesão. Segundo os autores, o protocolo para a recolagem deverá incluir desgaste da resina residual do braquete para aumentar sua rugosidade, uso de um sistema adesivo pasta-pasta, e a colocação de resina fluida na base do braquete e no dente.

Grabouski, Staley e Jakobsen (1998), utilizando 90 premolares e caninos humanos, compararam a resistência ao cisalhamento de três diferentes tipos de braquetes colados em dentes que sofreram previa colagem, descolagem, e remoção da resina residual. Avaliaram a resistência ao cisalhamento de cada tipo de braquete em três condições: braquetes novos, braquetes novos jateados, braquetes descolados e limpos com jateamento. Também compararam o tempo necessário para remover a resina residual, por meio do jateamento, de cada tipo de braquete. Os tipos de braquetes utilizados no estudo foram: *Minidiamon (Ormco)*, *Optmesh (Ormco)* e *Minitwin (Unitek)*, os quais foram colados com resina composta quimicamente ativada (*Concise Ortodôntico- 3M*) e jateados com partículas de óxido de alumínio

de 50 micrômetros. Não houve diferença estatisticamente significativa da resistência ao cisalhamento entre os braquetes novos, novos jateados, e usados limpos com jateamento, o que demonstra ser o jateamento um método efetivo na remoção de resina remanescente. A média do tempo necessário para remoção da resina da base do braquete variou de 9,3 a 11,9 segundos com o braquete *Minidiamon (Ormco)*, necessitando de menor tempo para a remoção da resina. Concluíram que: 1) braquetes usados reciclados pelo jateamento de óxido de alumínio apresentaram um resistência ao cisalhamento comparável à utilização de braquetes novos em dentes que sofreram colagem e descolagem prévia; 2) o jateamento demonstrou ser um método efetivo para a reciclagem de braquetes usados; 3) este método é rápido, eficaz e de baixo custo, facilitando a reutilização de braquetes que descolam acidentalmente.

Mui, Rossouw e Kulkarni (1999) compararam a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos colados e recolados após condicionamento utilizado comumente com sistemas de resina composta fotopolimerizável e autopolimerizável. Foram colados braquetes e depois removidos durante a determinação inicial da resistência ao cisalhamento. Foram novamente colados após a remoção da resina residual das superfícies utilizando cinco tratamentos diferentes: 1- remoção da resina residual com broca de carboneto de tungstênio, superfície de esmalte recondicionada e, então, a colagem de um novo braquete; 2 - remoção da resina da base com jateamento de óxido de alumínio e recolagem com o mesmo braquete; 3 - remoção da resina residual da superfície do esmalte com utilização de alicates de remoção de resina, recondicionamento do esmalte com jato de ar-pó e colagem do novo braquete; 4 - remoção da resina residual com taça de borracha e pedra pomes e colagem de novo braquete; 5 - remoção do remanescente de resina somente com alicates e colagem do novo braquete. Os resultados revelaram que o

sistema fotopolimerizável produziu resistência ao cisalhamento de colagem maior na colagem inicial do que o sistema autopolimerizável. O acondicionamento das superfícies de esmalte com broca de tungstênio e o condicionamento ácido forneceu a mais alta resistência de colagem e características de fratura clinicamente favoráveis. Concluíram que o melhor procedimento para recolagem de braquetes ortodônticos era preparar a superfície do esmalte com broca de carboneto de tungstênio, condicionamento ácido do esmalte e a utilização de novo braquete ou a reutilização do mesmo após jateamento com óxido de alumínio.

Chung *et al.* (2000) avaliaram o efeito de dois potencializadores de adesão *Enhance LC* e *All-Bond 2*, na resistência ao cisalhamento de braquetes novos e reciclados com jato de óxido de alumínio (50 micrômetros). Nesse estudo utilizaram 120 pré-molares humanos e 120 braquetes *Mini-TwinOrmco*, sendo 60 novos e 60 reciclados. Os corpos de prova foram divididos em 6 grupos: (1) braquetes novos/sem potencializador de adesão, (2) braquetes recolados/sem potencializador de adesão, (3) braquetes novos/ *Enhance*, (4) braquetes recolados/*Enhance*, (5) braquetes novos/*All-Bond*, (6) braquetes recolados/*All-Bond*. Cada corpo de prova foi submetido ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio universal *Instron (Instron Corp, mod 4411- Mass, USA)*. Os resultados mostraram que o grupo braquetes novos/*All-Bond* produziram a maior resistência ($20,8 \pm 7,5$ MPa), seguido pelo grupo braquetes novos/*Enhance* ($18,6 \pm 6,3$ MPa), braquetes recolados/*All-Bond* ($17,3 \pm 7,2$ MPa), braquetes novos/sem potencializador de adesão ($16,8 \pm 6,5$ MPa), braquetes recolados/sem potencializador de adesão ($14,2 \pm 7,2$ MPa), e braquetes recolados/*Enhance* ($13,6 \pm 6,7$ MPa). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos utilizando braquetes novos. Já os grupos de braquetes recolados/*Enhance* e

recolados/sem potencializador de adesão, obtiveram uma resistência ao cisalhamento significativamente menor do que os três grupos de braquetes novos e o grupo braquetes recolados/*All-Bond*. Concluíram, portanto: a) quando utilizaram braquetes novos, nenhum potencializador de adesão melhorou a resistência significativamente, b) braquetes recolados sem a utilização de potencializador de adesão apresentaram uma resistência significativamente menor do que a de braquetes novos, c) *Enhance LC* não aumentou a resistência ao cisalhamento de braquetes recolados, d) *All-Bond 2* aumentou significativamente a resistência de braquetes recolados, e e) braquetes recolados utilizando *All-Bond 2* produziram uma resistência ao cisalhamento comparável aos braquetes novos.

2.4 COMPARAÇÃO ENTRE TIPOS DE RECICLAGENS

Buchman (1980) estudou um total de 466 braquetes metálicos reciclados de colagem direta, examinando os efeitos da reciclagem na angulação da base, largura do *slot* e propriedades mecânicas. A empresa *Esmaldent* foi responsável pela reciclagem de 100 braquetes pelo método térmico; 130 braquetes foram reciclados pela empresa *Ortho-cycle* pelo método químico; 131 braquetes reciclados pela empresa *Ortho-Bonding* a qual não divulga o método utilizado; e 105 braquetes foram reciclados pelo método elaborado pelo autor. Como controle, 100 braquetes novos foram medidos, reciclados pelo autor, e medidos outra vez. O método elaborado pelo autor consistia três etapas: o braquete era levado à chama do bico de Bunsen, aproximadamente à 1200°C por 5 segundos, o remanescente inorgânico era removido com jatos de óxido de alumínio, por 10 segundos; e o braquete era limpo com polimento eletrolítico por 20 segundos. Não constatou 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 significativas na largura do *slot*.

Hixon *et al.* (1982) avaliaram as alterações no *slot* de braquetes metálicos de três diferentes marcas comerciais, após três métodos de reciclagem comercial. Para este experimento utilizaram 75 braquetes novos (com *slot* 0,22" × 0,28") das marcas comerciais *A Company*, *American Orthodontic* e *Ormco*. Inicialmente, a quantidade de distorção do *slot* foi verificada nos braquetes novos utilizando um fio retangular 0,021" × 0,025" adaptado a um aparelho especial para avaliar a capacidade do braquete ser torquado por um fio metálico (*torque-measurement apparatus*). Esses três diferentes tipos de braquetes usados foram reciclados por três diferentes empresas que utilizam os seguintes métodos: 1) *Esmaldente* (método térmico), no qual o adesivo é queimado à 450°C por 60 minutos, seguidos pelo uso de um solvente de cimento e vibrador ultrasônico para remover o resíduo inorgânico seguido de polimento químico; 2) *Ortho-Cycle Company* (método químico) no qual a remoção do adesivo é realizada por um solvente à 100°C com o uso de vibração, seguido de tratamento térmico à 250°C e rápido polimento químico; e 3) *Century 2001*, que utiliza um solvente que reverte à síntese do adesivo resinoso para limpar a malha do braquete; em contraste com os processos *Esmaldente* e *Ortho-Cycle*, esse processo não resulta na formação de óxidos, portanto, não necessita de polimento químico. Após a reciclagem, os braquetes foram avaliados novamente quanto à distorção do *slot*. Observaram que os braquetes novos apresentavam uma variação média de 1,3 grau no controle de torque com um fio retangular 0,021" × 0,025"; observaram, também, que não houve alterações estatisticamente significativas na distorção dos *slots* dos braquetes após duas reciclagens sucessivas por qualquer um

dos três processos comerciais de reciclagem, já que nos braquetes reciclados o máximo de variação no controle de graus encontrada foi de 3 graus.

Mascia & Chen (1982) verificaram as mudanças na capacidade retentiva de diferentes tipos de braquetes após a reciclagem comercial. Utilizaram nesse estudo, cento e vinte incisivos centrais superiores e incisivos inferiores divididos em 3 grupos, de acordo com o tipo de braquete a ser colado: *Slimline II(Ormico)*, *light-wire bracktk (Unitek)* e *MicroLok bracket (GAC)*. Vinte e quatro horas após a colagem, os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência numa máquina *Instron*, encontrando valores médios para a resistência ao cisalhamento de cada marca de braquete (*Unitek* = 14,3 Lb; *Ormico* = 17,9 Lb; e *GAC* = 12,3 Lb). Após o primeiro teste, os braquetes foram enviados para reciclagem, sendo metade dos braquetes de cada grupo reciclados pelo método *Esmaldent* (método térmico) e metade pelo método *Ortho-Cycle* (método químico). Após reciclagem, os braquetes foram recolados e submetidos a um novo teste de resistência ao cisalhamento, encontrando valores médios para a resistência ao cisalhamento de *Unitek* = 12,0 Lb, *Ormico* = 11,7 Lb e *GAC* = 9,7 Lb para os braquetes reciclados pela *Ortho-Cycle*, e de *Unitek* = 12,0 Lb, *Ormico* = 14,6 Lb e *GAC* = 9,7 Lb para os braquetes reciclados pela *Esmaldent*. Os resultados mostraram que os braquetes reciclados oferecem menor resistência ao cisalhamento (estatisticamente significativa em todos os métodos); houve uma diferença estatisticamente significativa entre os processos de reciclagem *Ortho-Cycle* e *Esmaldent* empregados nos braquetes da marca *Ormico*, o que não ocorreu com os demais tipos de braquetes. Concluíram, portanto, que os braquetes reciclados oferecem menor resistência ao cisalhamento quando comparados à colagem de braquetes novos.

Wright & Powers (1985) avaliaram a resistência à tração de braquetes reciclados por quatro métodos diferentes e colados com quatro tipos distintos de resinas. Os braquetes foram colados em cilindros plásticos com auxílio de um *jig*. Os materiais fixadores utilizados foram: *Concise*, *Endur*, *Monolok* - *Rocky Mountain* e *Heliosit Orthodontic*. Os procedimentos de reciclagens utilizados foram: 1) método térmico (*Esmaldent*); 2) método químico (*Orthocycle*); 3) remoção da resina residual com ponta montada de carborundum; 4) colagem de braquetes novos sobre os quais foi colocada uma camada de 1 mm de adesivo e depois preparados para recolagem, utilizando-se também ponta montada de carborundum. O grupo controle foi constituído de braquetes novos recém colados. 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 (0,99 Kgf/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 às reciclagens térmica (0,78 Kgf/mm²) e química (0,74 Kgf/mm²), e todas as fraturas ocorreram na interface base/resina. Concluíram que: 1) a resistência à tração foi maior na colagem inicial para os adesivos *Concise*, *Endur* e *Monolok*; 2) o adesivo *Heliosit Orthodontic* apresentou o menor valor de resistência à tração na colagem inicial; 3) não houve diferença estatisticamente significativa entre as reciclagens química e térmica, porém os valores de resistência à tração para os braquetes reciclados pelos métodos químico e térmico foram menores quando comparados à colagem inicial, exceto para o adesivo *Heliosit Orthodontic*; 4) os valores de resistência à tração da reciclagem utilizando ponta montada de carborundum foram menores quando comparados à colagem inicial para todas as condições, exceto para o grupo de

adesivo *Heliosit Orthodontic* com braquetes usados. Para os adesivos *Endur* e *Monolok* e *Heliosit Orthodontic* a utilização de braquetes novos com uma camada de adesivo obteve uma maior resistência à tração que a utilização de braquetes usados; e para o sistema adesivo *Concise* a utilização de braquetes usados obteve um maior resistência à tração, comparada a utilização de braquetes novos com uma camada de adesivo.

McClea & Wallbridge (1986) compararam a resistência à tração e ao cisalhamento de braquetes metálicos edgewise *Unitek* novos e reciclados, pelo método realizado em consultório e comercial. Para esse estudo utilizaram 90 braquetes metálicos, sendo: 30 braquetes novos, 30 reciclados pelo método comercial *Vector Dental Corporation* (reciclagem térmica), e 30 reciclados pelo método realizado em consultório, utilizando uma máquina comercializada pela *Esmadent "Big Jane" (Esmaldent)*. Vinte braquetes de cada grupo foram colados base contra base (formando 10 pares de braquetes) com resina *Concise* e submetidos ao teste de tração numa velocidade de 1 mm/min, sendo a carga de ruptura registrada em Kgf. A média da resistência à tração foi de 5,95 Kgf (braquetes novos), 5,53 Kgf (reciclados comercialmente) e 5,25 Kgf (reciclados domesticamente). Os dez braquetes restantes de cada grupo foram recolados numa superfície de resina acrílica autopolimerizável e submetidos ao teste de cisalhamento. Os braquetes novos obtiveram o valor médio de 5,56 Kgf, os reciclados comercialmente de 4,81 Kgf e 5,80 Kgf os braquetes reciclados domesticamente. Concluíram com esse estudo que as retentividades dos braquetes reciclados podem ser semelhantes aos novos, e que a reciclagem doméstica é tão efetiva quanto a comercial.

Pinto *et al.* (1996), em revisão da literatura sobre reciclagem de braquetes, expuseram as vantagens e desvantagens dos tipos de métodos de reciclagem de braquetes disponíveis no mercado (térmico, químico e jateamento com óxido de alumínio). Dentre estes métodos, enfatizam a eficiência, simplicidade, facilidade e baixo custo do método de reciclagem utilizando um aparelho portátil para jateamento com óxido de alumínio (50 micrômetros), ligado ao ar que alimenta o equipo odontológico (*microetcher*). Este método, além da remoção do compósito remanescente na base do braquete, cria micro-asperezas aumentando a retenção por imbricação mecânica. Além da finalidade de reciclagem de braquetes, o jato de óxido de alumínio pode aumentar a retenção em braquetes novos e facilitar a colagem de braquetes em dentes restaurados ou portadores de coroas metálicas.

Penido *et al.* (1998) avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados e novos, recolados. Foram utilizados 40 pré-molares humanos nos quais foram colados braquetes metálicos S2CO3Z (Dental Morelli) com resina *Concise* Ortodôntico. As amostras foram separadas em quatro grupos, posteriormente submetidas ao teste de cisalhamento com velocidade de 0,5 mm/min. No grupo I (controle) braquetes novos foram colados e permaneceram até o teste de resistência ao cisalhamento. Os braquetes dos grupos II, III, IV foram removidos com auxílio do alicate removedor de braquetes (*Ormco* nº0105) e a superfície de esmalte foi limpa utilizando brocas de tungstênio 32 lâminas. Nos grupos II e III foram recolados os mesmos braquetes, reciclados, respectivamente, com jateamento com óxido de alumínio (90 micrometros) e ponta montada de carborundum. No grupo IV, foram recolados braquetes novos. Concluíram que a resistência ao cisalhamento dos braquetes reciclados com o método de jateamento com óxido de alumínio foi semelhante a do grupo controle e superior a dos braquetes reciclados, cuja resina residual foi removida com ponta montada de carborundum.

Basudan & Al-Emaran (2001) avaliaram e compararam o efeito de cinco métodos de reciclagem doméstica sobre: a largura do *slot* e a distância entre as aletas; a aparência da base do braquete na microscopia eletrônica de varredura; e a resistência ao cisalhamento. Cento e cinquenta braquetes de incisivos inferiores (*full size diamond standard edgewise twin bracket- Omco*) foram divididos em seis grupos, de acordo com o método de reciclagem utilizado: grupo controle, pedra verde, jateamento com óxido de alumínio, chama direta, *Big Jane machine*, e método de Buchman. Após a reciclagem, foram feitas as análises de distorção do *slot* do braquete, microscopia eletrônica de varredura e teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados mostraram um aumento estatístico, mas não clínico, nas medidas do grupo que utilizou o método de Buchman para reciclagem. Houve uma redução significativa (28%) no teste de resistência ao cisalhamento no grupo que utilizou a pedra verde para reciclagem. A microscopia eletrônica de varredura revelou que a estrutura dos fios das telas da base do braquete foi mantida; porém, a quantidade de resina remanescente teve uma grande variação entre os grupos. Concluíram, portanto, que todos os métodos domésticos de reciclagem utilizados nesse estudo não alteram a largura do *slot*, nem a distância entre as aletas. Todos os métodos foram efetivos quanto à resistência à colagem, com exceção da reciclagem com pedra verde, que se demonstrou menos efetiva. Os métodos de reciclagem com o jateamento de óxido de alumínio e a utilização da chama direta são recomendados por serem métodos mais simples, rápidos e econômicos.

Tavares (2002) avaliou a resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados por meio de métodos que envolvem o jateamento com óxido de alumínio, o desgaste com ponta abrasiva de carboneto de silício e por empresa especializada. Foram utilizados 50 pré-molares humanos extraídos com finalidade ortodôntica, nos quais foram colados braquetes (Dental Morelli S2C-03Z) com resina composta

quimicamente ativada (*Concise Ortodôntic*). Os dentes foram divididos em cinco grupos: grupo I (controle), os braquetes foram colados de acordo com a técnica de rotina; nos grupos II, III e IV os braquetes foram recolados após reciclagem, respectivamente por jateamento de óxido de alumínio (90 micrometros), desgaste com ponta abrasiva de carboneto de silício e reciclagem especializada (*Abzil-Lancer*); no grupo V, braquetes novos foram colados sobre esmalte, onde anteriormente exista braquete colado. Os testes de cisalhamento foram efetuados numa máquina *Instron* com velocidade de 0,5 mm/min e os resultados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5%). A média de resistência ao cisalhamento do grupo controle foi de 0,52 Kgf/mm²; nos braquetes reciclados através do jateamento de óxido de alumínio foi de 0,34 Kgf/mm², nos braquetes reciclados através da empresa especializada foi de 0,28 Kgf/mm², nos braquetes reciclados através da pedra de carboneto de silício foi de 0,14 Kgf/mm², nos braquetes novos colados foi de 0,43 Kgf/mm². Concluiu que: 1) não houve diferença estatisticamente significativa entre braquetes reciclados através do óxido de alumínio e braquetes novos colados sobre esmalte onde anteriormente mantinha braquete fixado; 2) a resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados com pedra abrasiva de carboneto de silício foi estatisticamente menor quando comparado aos braquetes reciclados com jato de óxido de alumínio; 3) braquetes reciclados com jato de óxido de alumínio mostraram resistência ao cisalhamento com similaridade estatística, aos braquetes reciclados por uma empresa especializada; 4) braquetes reciclados por empresa especializada apresentaram menores valores de resistência ao cisalhamento, com diferença estatística significativa quando comparado aos braquetes do grupo controle.

2.5 RECICLAGENS REPETIDAS

Gardner *et al.* (1982) estudaram o efeito de sucessivas reciclagens de braquetes sobre a resistência à colagem. Dez braquetes metálicos *edgewise* foram colados em pré-molares humanos utilizando uma resina composta. Após 24 horas os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência à tração. Esses braquetes foram, então, reciclados pela empresa *Esmaldent* (método térmico) e colados em outros dez dentes, nunca submetidos à colagem. Esse processo foi repetido por seis vezes, portanto, o valor do teste de resistência à tração foi determinado em setenta dentes. Pela análise de variância foi concluído que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à tração entre os braquetes novos e reciclados várias vezes (nível de probabilidade 0,05). Usando um microscópio eletrônico de varredura, observaram que após três reciclagens consecutivas ocorreu uma diminuição na espessura dos fios das telas dos braquetes; após quatro, existiam fios quebrados e distorcidos. Depois de cinco reciclagens, haviam áreas sem tela e áreas com a tela perfeita. Concluíram que o fator limitante para o número de vezes que um braquete poderá ser reciclado é a distorção do *slot* e não a resistência à tração.

Buchwald (1989), com o intuito de avaliar o potencial de redução dos custos do tratamento ortodôntico sem perda de qualidade, analisou o uso de braquetes reciclados em três ciclos de um ano e meio. Utilizou 1000 braquetes novos da *G.A.C.* em 50 casos, colados com *Rely-a-bond*, do segundo pré-molar esquerdo ao segundo pré-molar do lado oposto da arcada superior e inferior enquanto que os molares foram bandados. Esses braquetes foram reciclados três vezes pelo método *Ortho-cycle* (reciclagem química) e reutilizados após a cada reciclagem. Observou que o processo de condicionamento não alterou as

angulações e torque dos braquetes e que o jateamento restaurava o estado de retenção. Contudo, concluiu que a reutilização de braquetes é uma possibilidade de redução de custos, mantendo uma performance similar aos braquetes novos.

Regan, Van Noort e O’Keeffe., em 1990, compararam a influência na resistência à tração de três braquetes metálicos com diferentes formatos de base, usando dois diferentes tipos de reciclagem. Examinaram ainda o efeito cumulativo de repetidas reciclagens e a influência do ambiente bucal na resistência à tração, incluindo, para isto, braquetes já utilizados clinicamente. Os braquetes utilizados foram selecionados com a finalidade de comparar braquetes monobloco *Dyno-Lock*, monobloco *Edgeway*, e convencional *Rocky Mountain*. Os braquetes foram colados numa superfície de *Concise* preparada em cilindros plásticos, com adesivo *Phase II*, manipulado de acordo com as instruções do fabricante, sem o condicionamento ácido prévio. Os métodos de reciclagem utilizados foram o térmico (*Esmaldent*) e o químico (*Ortho-Cycle*). Os testes de resistência à tração foram realizados numa máquina de ensaios mecânicos a velocidade de 5 mm/mim e a carga de ruptura registrada em Kgf. Os corpos-de-prova eram constituídos de : 1) 108 braquetes novos separados em 3 grupos de 36 para cada marca; 2) 108 braquetes utilizados previamente no tratamento ortodôntico, também separados em três grupos de cada marca. Após a primeira colagem, os braquetes novos (grupo controle) foram submetidos ao teste de resistência à tração. Com o objetivo de avaliar o efeito cumulativo das reciclagens química e térmica, todos os braquetes novos foram reciclados por até quatro vezes, enquanto que os usados clinicamente apenas uma vez. Observaram que após a reciclagem, por ambos os métodos, todas as bases demonstraram significativa diminuição na resistência à tração quando comparados aos braquetes novos, considerados grupo controle (*Dyna-lock*: controle = 10,4 Kgf; reciclado uma vez pelo método químico = 8,4 Kgf; reciclado uma vez pelo método

térmico = 8,2 Kgf/*Edgeway*: controle = 14,6 Kgf; reciclados método químico = 11,5 Kgf; reciclados pelo método térmico = 6,2 Kgf/ *Rocky Mountain*: controle = 13,0 Kgf; reciclado uma vez pelo método químico = 9,2 Kgf; reciclado uma vez pelo método térmico = 10,1 Kgf). Observaram, também, que após quatro reciclagens consecutivas não ocorreu diferença significativa em relação à primeira. Concluíram que: 1) O braquete monobloco *Dyna-lock* apresentou uma maior resistência à tração quando comparado ao monobloco *Edgeway* e ao convencional; 2) a primeira reciclagem de braquetes, tanto pelo método químico ou térmico, resulta numa diminuição estatisticamente significativa da resistência à tração; 3) a reciclagem cumulativa não apresentou diferença estatisticamente significativa na resistência à tração, apesar de uma redução ser observada; 4) os braquetes monobloco *Dyna-lock* são mais afetados pelo processo de reciclagem térmico quando comparados aos outros tipos de base, sendo este processo definitivamente não recomendado para esse tipo de braquete; porém, os braquetes monobloco *Edgeway* e o convencional *Rocky Mountain* podem ser reciclados tanto pelo método químico quanto pelo térmico.

2.6 ÓXIDO DE ALUMÍNIO

Millet McCabe e Gordon (1993) avaliaram a ação do jateamento com óxido de alumínio e a resistência ao cisalhamento de braquetes de aço inoxidável, colados com cimento de ionômero de vidro (*Ketac-Cem*) e resina convencional (*Right-on*). Foram utilizados 90 pré-molares humanos nos quais foram colados braquetes pré-angulados (*A-Company Johnson & Johnson*). Os dentes foram separados em três grupos de 30 dentes, cada um contendo 15 dentes superiores e 15 inferiores. No primeiro grupo, os braquetes foram colados com resina convencional.

No segundo, com cimento de ionômero de vidro. No último grupo, antes de serem fixados no dentes com ionômero de vidro, os braquetes tiveram as bases jateadas com óxido de alumínio (60 micrômetros) por 3 segundos, à distância de 10 mm. Todos os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C durante 24 horas até o ensaio mecânico. Os braquetes jateados e colados com resina obtiveram melhores resultados (83,86 N). Os braquetes jateados e colados com ionômero de vidro obtiveram resultados maiores (47,13 N), em relação aos braquetes não jateados (38,71 N). O resultado da análise de variância revelou que houve uma diferença estatisticamente significativa entre as médias. A aplicação do teste de Tukey mostrou que houve diferença estatisticamente significativa entre as médias para *Ketac-Cem* e *Right-on*, mas não houve entre os grupos de braquetes jateados e não jateados colados com *Ketac-Cem*. Quando utilizado o teste-t, estes grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa. O exame dos braquetes no microscópio eletrônico de varredura demonstrou que o jateamento produziu microporosidades na superfície da base dos braquetes. Concluíram que o jateamento aumentou em 22% a resistência ao cisalhamento dos braquetes colados com cimento de ionômero de vidro.

Newman *et al.* (1994) avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos e cerâmicos de cinco diferentes marcas, utilizando 16 tipos de adesivos e diferentes métodos químicos e mecânicos, utilizados para aumentar a resistência desse acessório ao esmalte dentário. Os seguintes métodos foram estudados: jateamento das bases dos braquetes e da superfície dentária, silanização, agentes químicos (ativadores) aplicados no braquete e nos dentes, tratamento elerotérmico. 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 à ciclagem térmica com 1500 ciclos (5-55°C), 14 dias antes do

teste de resistência ao cisalhamento feito em máquina de ensaio mecânico. Depois do teste de resistência, 15 braquetes 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 braquetes metálicos, descolados acidentalmente, podem ser imediatamente recondicionados, jateando-se a base do braquete com óxido de alumínio ou bicarbonato de sódio, para aumentar a retenção devido à formação de microrugosidades e aumento da área de superfície.

Diante da diminuição do tamanho dos braquetes por exigência estética, MacColl *et al.* (1998) estudaram os efeitos do jato de óxido de alumínio sobre a superfície da base do braquete, redução da área desta superfície e condicionamento do esmalte com diversos tipos de ácido em relação à resistência ao cisalhamento da colagem. Além disso, verificaram o efeito do jateamento realizado no consultório em comparação com os métodos industriais de reciclagem (*Esmaldent* e *Vector Dental Corporation*). Foram utilizados quatro diferentes tipos de base: 12,35 mm², 8,41mm², 6,82 mm², 2,38 mm² (convencionais ou jateadas). Cada grupo tinha 12 corpos-de-prova, sendo utilizado esmalte de dentes bovinos. O condicionamento foi feito com ácido fosfórico gel a 37%, ácido fosfórico em solução aquosa 37%, ácido maleico gel a 10% e ácido maleico em solução aquosa a 10%. A colagem foi realizada utilizando *Phase II*. Os corpos-de-prova foram armazenados por sete dias em água destilada, em sala com temperatura controlada, antes da realização do teste de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaio universal *Instron*, com velocidade de 0,5 mm/min. As bases de braquetes com área menor que 6,82 mm² tiveram menor resistência que aquelas com área maior. Houve um aumento estatisticamente significativo na resistência ao cisalhamento dos braquetes jateados para todos os tamanhos de base. O condicionamento com ácido maleico aquoso foi

associado a maior resistência dos braquetes, sendo que não houve diferença estatisticamente significativa entre os outros três ácidos utilizados. Os resultados desse estudo sugeriram que para aumentar a resistência ao cisalhamento dos braquetes não é necessário aumentar a área da base, pois houve um aumento significativo da força de adesão dos braquetes tratados com jateamento ou solução de ácido maleico, em relação ao convencional.

Tavares *et al.* (2003) avaliou a resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados com óxido de alumínio com partículas de 90 micrômetros e 50 micrômetros. A amostra consistiu de 30 pré-molares humanos nos quais foram colados braquetes metálicos *edgewise Morelli*, utilizando resina composta quimicamente ativada (*Concise*). Os dentes foram separados em 3 grupos de 10 dentes. No grupo I foram colados braquetes novos, no grupo II braquetes reciclados com partículas de óxido de alumínio de 90 micrômetros e no grupo III de 50 micrômetros. O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado numa máquina *Instron* com 0,5mm/min e os resultados foram submetidos a ANOVA e teste de Tukey (5%). Os resultados mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os braquetes reciclados com óxido de alumínio e o grupo controle e nem entre as diferentes gramaturas das partículas de óxido de alumínio.

2.7 PESQUISAS DE OPINIÃO

Coley-Smith & Rock (1997) realizaram uma pesquisa com ortodontistas sobre a utilização de braquetes reciclados. A pesquisa consistiu na entrega de um questionário para 300 membros da *British Orthodontic Society (U.K.)*, 100 membros do *Consultant Orthodontist Group* e 200 membros do *Specialist Practitioners*

Group. Noventa por cento dos questionários foram respondidos. Os resultados da pesquisa demonstraram que a reciclagem comercial de braquetes metálicos é uma prática difundida entre os ortodontistas britânicos. Aproximadamente metade dos ortodontistas utiliza braquetes reciclados, sendo que todos o fazem com empresas especializadas em reciclagem de braquetes, com exceção de três ortodontistas que utilizam *Emaldent Big Jane Machine*. A grande maioria dos entrevistados reutiliza os braquetes no máximo duas vezes. A avaliação dos fatores que influenciam a prática da reciclagem indicou não ser puramente pelo aspecto financeiro. Esta pesquisa sugeriu, ainda, que rotineiramente os ortodontistas não informam seus pacientes sobre a utilização de braquetes reciclados.

Oliver *et al.* (1997) determinaram a opinião de pacientes e pais de pacientes de dois países diferentes sobre o uso de braquetes reciclados no tratamento ortodôntico. Foram entrevistados quatro grupos de pessoas: pacientes que estão recebendo tratamento ortodôntico com aparelho fixo, pais de pacientes que estão recebendo tratamento ortodôntico com aparelho fixo, pacientes que estão na lista de espera para iniciar o tratamento ortodônticos com aparelho fixo e pais de pacientes que estão na lista de espera para iniciar o tratamento ortodônticos com aparelho fixo. Esses pacientes estão em tratamento ou na lista de espera no Departamento de Ortodontia da Escola de Odontologia de *Cardiff (University of Wales, United Kingdom)* ou em *Dunedin (University of Otago, New Zealand)*. As opiniões foram obtidas através de questionários, e 365 repostas foram coletadas. Não houve diferença estatisticamente diferente entre pais e pacientes, nem entre países, portanto foram analisadas estatisticamente juntas. Essa pesquisa mostrou que a opinião de pais e pacientes não é totalmente oposta ao uso de braquetes reciclados, mas os pacientes esperam estar cientes se forem utilizados braquetes reciclados em

seu tratamento, e esperam que a economia conseguida pela reciclagem seja repassada para o custo do tratamento.

2.8 AVALIAÇÃO DE RECOLAGENS REPETIDAS

Bishara *et al.* (2000) avaliaram o efeito de colagens repetidas utilizando o sistema adesivo *Transbond XT*, por meio do teste de resistência ao cisalhamento. Nessa pesquisa foram utilizados quinze molares humanos, nos quais foram inicialmente colados braquetes de incisivo central superior (*Victory Series-Unitek*), utilizando o sistema adesivo *Transbond XT*. Para determinar a resistência ao cisalhamento foi utilizada a máquina de ensaio universal *Swick*. O processo de colagem e descolagem foi repetido três vezes para cada dente, 30 minutos após a colagem, sempre utilizando braquetes novos a cada recolagem. Após cada descolagem, a resina remanescente do esmalte foi avaliada com um aumento de dez vezes (ARI) e removida com uma broca *carbide 279*. Os resultados da análise de variância, comparando os três grupos experimentais, indicaram ausência de diferença significativa entre os grupos. Quando foram avaliadas as mudanças entre as seqüências de descolagem, a primeira e a segunda descolagem indicaram que 11 dentes tiveram uma diminuição significativa na resistência ao cisalhamento, embora quatro dentes apresentaram um aumento da resistência ao cisalhamento que não foi estatisticamente significativo. Entre as descolagens 2 e 3, oito dentes tiveram um decréscimo estatisticamente significativo, apesar de 7 dentes apresentarem um aumento significativo estatisticamente na resistência ao cisalhamento. Quando foram avaliadas as descolagens 1 e 3, dez dentes tiveram um decréscimo significativo, enquanto que cinco dentes tiveram um aumento significativo na resistência ao cisalhamento. Diante dos resultados, os autores concluíram que, em

geral, o maior valor obtido pelo teste de resistência ao cisalhamento foi após a colagem inicial; os resultados após a recolagem demonstraram uma resistência significativamente menor e inconsistente, a resistência pode tanto diminuir quanto aumentar após a segunda colagem; as alterações nos valores do teste de resistência ao cisalhamento podem ser devido às mudanças nas características morfológicas da superfície do esmalte condicionado como um resultado da presença de resina remanescente.

Bishara *et al.* (2002) avaliaram o efeito de recolagens repetidas na resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos, utilizando dois tipos de adesivos: um compósito e um cianoacrilato. Utilizaram 31 molares humanos para confecção dos corpos de prova. Esses foram aleatoriamente divididos em 2 grupos, nos quais foram colados braquetes de incisivo central superior (*Victory Series-Unitek*) de acordo com as instruções do fabricante de cada sistema adesivo. No grupo I, 15 dentes foram condicionados com ácido fosfórico gel a 37% por 30 segundos, lavados minuciosamente, secos com ar, o braquete foi colado com *Transbond XT* e fotopolimerizado por 20 segundos. No grupo II, 16 dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 10 segundos, lavados e secos com ar, um rolete de algodão embebido em água foi utilizado para umedecer a superfície do esmalte antes da aplicação do adesivo, antecedendo a colagem com *Smartbond* (cianoacrilato). Em cada grupo foi realizado teste de resistência ao cisalhamento, 30 minutos após a colagem. Esse procedimento foi repetido 3 vezes, utilizando braquetes novos a cada colagem. Após cada teste de resistência ao cisalhamento, a resina residual presente no esmalte foi removida com uma broca *carbide* #279 até o esmalte recuperar seu brilho. Os resultados obtidos para a primeira descolagem foram: *Tranbond* média = $6,1 \pm 3,4$ e *Smartbond* média = $5,7 \pm 3,8$; para a segunda

descolagem: *Tranbond* média = $4,1 \pm 2,3$ e *Smartbond* média = $2,2 \pm 2,6$; para a terceira descolagem: *Tranbond* média = $4,0 \pm 3,3$ e *Smartbond* média = $2,1 \pm 1,5$. O teste *t* de Student e análise de variância foram utilizados para comparar a resistência ao cisalhamento entre os materiais fixadores, e nas diferentes recolagens de cada adesivo. Os resultados indicaram que na primeira colagem os dois materiais fixadores não demonstraram diferença estatisticamente significativa. Entre a primeira e a segunda descolagem houve uma diminuição estatisticamente significativa da resistência ao cisalhamento de ambos os adesivos. Na segunda descolagem a resistência ao cisalhamento do *Transbond* foi significativamente maior do que *Smart Bond*. Comparando as descolagens 2 e 3, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa. Concluíram que: o maior valor de resistência ao cisalhamento obtido foi na descolagem inicial; o dente recolado tem uma menor resistência ao cisalhamento devido ao adesivo residual na superfície de esmalte; após a primeira recolagem, o sistema adesivo *Trasbond XT* apresentou uma maior resistência ao cisalhamento que o *Smartbond*; as mudanças na resistência ao cisalhamento após repetidas recolagens podem ser devido à mudanças nas características morfológicas da superfície do esmalte, devido ao adesivo remanescente.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar *in vitro* a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos metálicos submetidos a duas reciclagens consecutivas com jato de óxido de alumínio com partículas de 50 micrômetros, em função de quatro tipos diferentes dos materiais de fixação: *Concise Ortodôntico*, *Transbond XT*, *Fuji Orto LC*, *Smartbond*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Dentes

Amostra consistiu de 40 incisivos bovinos (Leicester, 1949; Nakamichi *et al.*, 1983; MacColl *et al.*, 1998; Oesterle *et al.*, 1998; Barreto *et al.*, 2002).



Figura 1 - Dente bovino

4.1.2 BRAQUETES

Foram utilizados 40 braquetes metálicos de aço inoxidável, *edgewise* de incisivo central, com *slot* .022" $\times$.030" *Ultraminitrim* (*Dentaurum, Ipringen-Germany*), lote 7900118, apresentando malha na base.

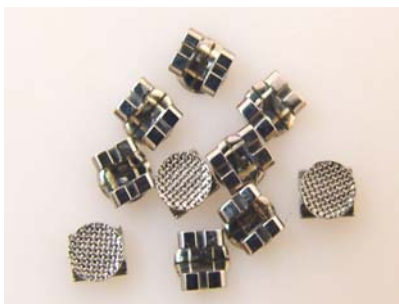


Figura 2 - Braquetes metálicos edgewise de incisivo central *ultraminitrim -Dentaurum*

4.1.3 MATERIAIS FIXADORES

Os materiais fixadores utilizados neste estudo estão descritos no quadro 1.

Quadro 1
Descrição dos materiais fixadores testados

MATERIAIS TESTADOS	COMPONENTES	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE	LOTE	DATA DE VALIDADE
Concise ortodôntico resina composta quimicamente ativada	pasta a	BIS-GMA, TEGDMA quartzo tratado com silano, amina terciária	3m Dental Products, Saint Paul, Minnesota	10063	10/2004
	pasta b	BIS-GMA, TEGDMA e peróxido de benzoíla, quartzo			
	resina a	BIS-GMA, TEGDMA, amina terciária			
	resina b	BIS-GMA, TEGDMA e peróxido de benzoíla			
Transbond XT adesivo ortodôntico fotopolimerizável	pasta	sílica, BIS-GMA, silano, n-dimetilbenzocaína, hexa-flúor-fosfato trietilenoglico 1-dimetacrilato, bis-gma	3m Unitek, Monrovia, Califórnia	3gn/3bg	03/2006
	primer (líquido)	vidro			
	pó	fluoralumíniosilicato			
Fuji Orto LC cimento de ionômero de vidro resinoso fotopolimerizável	líquido	ácido poliacrílico, 2-hidroxietilmetacrilato, trimethyl hexamethylene dicarbonate, triethylene glycol dimethacrylate	Gc Corporation, Tokyo, Japan	0207181	07/2004
Smartbond adesivo ortodôntico quimicamente ativado	pasta	ethyl cianoacrilato	Gestenco International, Göthenburg, Sweden	fp17e	10/2004



CONCISE ORTODÔNTICO



TRANSBOND XT



FUJI ORTO



SMARTBOND

Figura 3 - Materiais fixadores testados

4.1.4. Material utilizado na remoção da resina residual

A remoção da resina residual dos braquetes foi realizada com jato de óxido de alumínio com partículas de 50 micrometros (Millet, *et al.*, 1993, Newman *et al.*, 1994; Pinto *et al.* 1996; Sonis, 1996; Penido *et al.*, 1998; Basudan & Al-Emran, 2001; Tavares, 2002), utilizando o aparelho micro-jato Bio-art (São Carlos, SP); e a remoção da resina residual da superfície dentária foi feita com brocas multilaminadas 9714F 30 lâminas (Tavares, 2002) da marca comercial KG Sorensen em velocidade de baixa rotação.



Figura 4 - Broca multilaminada 9714F 30 lâminas KG Sorensen.



Figura 5 - Micro-jato Bio-art e óxido de alumínio (50 micrômetros)

4.2 MÉTODO

4.2.1 Limpeza e armazenamento dos dentes

Os 40 incisivos bovinos, previamente limpos com curetas periodontais (Duflex, Juiz de Fora, Brasil), foram armazenados por 3 semanas em soro fisiológico (cloreto de sódio 0,9%), renovado cada sete dias, e mantidos sob refrigeração a 4°C.

4.2.2 Confecção dos corpos-de-prova

Para os testes de cisalhamento foram feitos sulcos nas raízes dos 40 dentes com disco de carboneto de silício sob refrigeração, para promover retenção. Quarenta buchas de redução de PVC (Tigre, Cotia-SP) com 20 mm de diâmetro interno e 25 mm de altura foram preenchidas com resina acrílica quimicamente ativada (Vipi Flash - Dentalvipi, Pirassununga-SP) na fase arenosa, proporcionada e manipulada de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, os dentes bovinos foram fixados individualmente pela raiz na resina acrílica e numerados.



Figura 6 - Corpo-de-prova

4.2.2.1 Preparo da superfície de esmalte

As faces vestibulares dos 40 dentes bovinos foram submetidas à profilaxia com pasta de pedra pomes e água, com auxílio de taça de borracha tipo Robinson (KG Sorensen) montada em contra-ângulo, com baixa velocidade de rotação por 20 segundos, que foi substituída por outra nova a cada 5 dentes, propiciando padronização na ação mecânica de profilaxia em todos os dentes. Em seguida, os dentes foram lavados em água corrente por 10 segundos e secos com leves jatos de ar comprimido, livre de óleo, por 20 segundos (Tavares, 2002).

4.2.2.2 Condicionamento ácido do esmalte

O condicionamento ácido foi realizado com gel de ácido fosfórico (*SS WHITE*) a 37%, aplicado com auxílio de seringa somente no local da colagem, durante 30 segundos. Este condicionamento foi realizado nos dentes em que seriam colados braquetes com resina composta quimicamente ativada (*Concise*), com adesivo ortodôntico fotoativável (*Transbond XT*) e com o cimento ionômero de vidro modificado resinoso (*Fuji Orto LC*). Decorrido o tempo de condicionamento, o esmalte foi lavado com água corrente por 30 segundos, e seco, por mais 20 segundos, com leves jatos de ar comprimido isento de óleo.

Para a fixação de braquetes com adesivo de cianoacrilato quimicamente ativado (*Smartbond*) foi utilizado condicionamento com ácido fosfórico 37%, aplicado na face vestibular dos dentes, somente no local da colagem, durante 10 segundos sendo, em seguida, lavados com água corrente por 30 segundos e secos com leves jatos de ar comprimido isento de óleo, por mais 20 segundos.

4.2.2.3 Colagem dos braquetes

Os braquetes foram colados com diferentes materiais fixadores (Grupos I - *Concise*; II - *Transbond XT*; III - *Fuji Orto LC*; IV – *Smartbond*) e removidos com força de cisalhamento.

Quadro 2
Grupos, número de dentes, braquetes, materiais de colagem e ensaio

GRUPO	NÚMERO DE DENTES	BRAQUETES	MATERIAL DE COLAGEM	ENSAIO
I	10	<i>Ultra-minitrim Dentaurum</i>	<i>Concise</i>	Cisalhamento
II	10	<i>Ultra-minitrim Dentaurum</i>	<i>Transbond XT</i>	Cisalhamento
III	10	<i>Ultra-minitrim Dentaurum</i>	<i>Fuji Orto LC</i>	Cisalhamento
IV	10	<i>Ultra-minitrim Dentaurum</i>	<i>Smartbond</i>	Cisalhamento

No procedimento de colagem com *Concise* foi feita a mistura dos líquidos A e B, na mesma proporção, durante 10 segundos, de acordo com as instruções do fabricante, para a obtenção da resina fluida, que foi aplicada no dente com o auxílio de um aplicador KG *brush*. A seguir, foram proporcionadas, em quantidades iguais, as pastas A e B, e espatuladas por 20 segundos. A mistura foi aplicada na base do braquete com a própria espátula descartável utilizada para efetuar a mistura, com suave compressão, e este foi levado ao centro da região vestibular do dente com pinça de apreensão, com pressão suficiente para se promover o escoamento do excesso de resina, a qual foi removida com sonda exploradora, antes de sua polimerização. Em seguida, foi anotada, à parte, a numeração dos corpos-de-prova de seus respectivos grupos .

No procedimento para a fixação com adesivo ortodôntico fotoativado(*Transbond XT*), foi aplicado sobre a face condicionada o *Transbond XT adhesive primer*, com o auxílio de um aplicador KG *brush* descartável, e realizada a colocação de pequena quantidade de resina sobre a base do braquete, com a própria seringa, com suave compressão. Em seguida, o braquete foi posicionado no centro da face vestibular do dente, com pressão suficiente para promover o escoamento do excesso de material, facilitando assim sua remoção com sonda exploradora. A fotoiniciação foi realizada por 40 segundos, sendo que 10 segundos em cada lado, com aparelho fotopolimerizador *Curing Light 2500* (3M do Brasil) com 640mw/cm^2 de intensidade de luz, aferidos com radiômetro (*Demetron – USA*).

Para a fixação com ionômero de vidro modificado resinoso (*Fuji Ortho LC*), a superfície do esmalte foi umedecida com água com o auxílio de um aplicador KG *brush* descartável. O cimento foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, com uma porção de pó e uma gota do líquido durante 25 segundos, que foram aplicados à base do braquete e este, levando ao centro da face vestibular úmida do dente, com auxílio de pinça de apreensão, com suave pressão para escoamento do excesso de material, facilitando remoção com a sonda exploradora. Foi realizada a fotoiniciação durante 40 segundos, sendo 10 segundos de cada lado do braquete, com o aparelho fotopolimerizador *Curing Light 2500* com 640mw/cm^2 de intensidade de luz, aferidos foi anotada, à parte, a numeração dos corpos-de-prova de seus respectivos grupos.

Para o preparo do esmalte, que recebeu colagem com adesivo cianoacrilato quimicamente ativado (*Smartbond*), foi utilizado condicionamento com ácido fosfórico a 35%, aplicado na face vestibular dos dentes durante 10 segundos. Os dentes foram lavados com água corrente por 30 segundos e secos com

leves jatos de ar comprimido isento de óleo. No procedimento para a fixação dos braquetes foi utilizado um aplicador descartável KG *brush* embebido em água, para manter a face vestibular úmida. O cianoacrilato foi colocado na base do dispositivo por meio de sua seringa e levado ao dente com auxílio de pinça de apreensão. Ligeira compressão foi aplicada na posição correta durante 3 a 5 segundos. A remoção dos excessos de adesivo com sonda exploradora foi realizada somente após a presa do adesivo de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, foi anotada, à parte, a numeração dos corpos-de-prova de seus respectivos grupos.

Todas as colagens foram realizadas em sala com controle de umidade (50%) e temperatura (23°C). Após a colagem, os dentes foram armazenados em água destilada, numa estufa a 37°C, por 24 horas (Whight & Powers, 1985; Regan *et al.*, 1990; Millet *et al.*, 1993) e submetidos a 500 ciclos térmicos com 30 segundos em cada banho (5°C e 55°C) respectivamente (Newman *et al.*, 1994).

4.2.3 Ensaio de resistência ao cisalhamento

O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado em uma máquina de ensaio universal *Instron* (*Instrons Corp*, modelo 4411-Mass, USA) regulada para uma velocidade de 0,5mm/min até a remoção dos braquetes.

Os corpos-de-prova foram adaptados em um cilindro com mordentes regulando sua posição, de maneira a receberem o movimento de tração paralelo à face vestibular dos dentes. Uma alça com fio retangular 0,019” × 0,025” de aço inoxidável, fixada à máquina, foi encaixada nas aletas inferiores do braquete para a realização do movimento de tração. Para evitar a perda do braquete durante o ensaio

de cisalhamento foi utilizado um aparato laminar transparente envolvendo o corpo-de-prova (Figura 7).

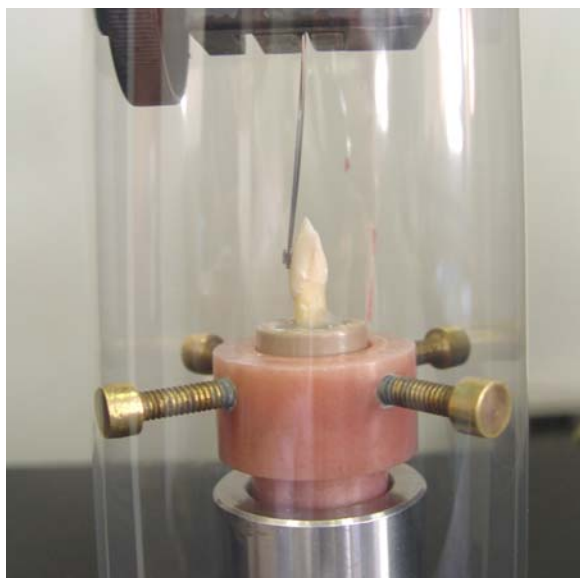


Figura 7 - Corpo-de-prova durante o ensaio de resistência ao cisalhamento.

Após o ensaio, os corpos de prova foram armazenados em soro fisiológico (cloreto de sódio 0,9%) por uma semana, em refrigeração, e os braquetes armazenados em saquinhos plásticos, numerados de acordo com o corpo de prova do qual o braquete foi descolado, o que permitiu a posterior recolagem do mesmo braquete em cada corpo-de-prova.

4.2.4 Reciclagem dos braquetes removidos

A reciclagem dos braquetes foi realizada com partículas de óxido de alumínio de 50 micrometros, utilizando o aparelho micro-jato Bio-art, durante 15 a

30 segundos, dependendo da quantidade de resina, mantendo a distância de 10 mm da base do braquete (Millet *et al.*, 1993, Newman *et al.*, 1994; Pinto *et al.* 1996; Sonis, 1996; Penido *et al.*, 1998; Basudan & Al-Emran, 2001; Tavares, 2002).



Figura 8 - Caixa apropriada para realização do jateamento com possibilidade de visualização, munida de exaustor



Figura 9 - Operador realizando o jateamento

4.2.5 Limpeza do esmalte dentário

A remoção da resina residual dos dentes foi realizada utilizando brocas multilaminadas 9714F 30 lâminas (Gandini Junior *et al.*, 1995, Tavares, 2002), da marca comercial KG Sorensen com micromotor (Dabi Atlante, Ribeirão Preto - Brasil) em velocidade de baixa rotação. As brocas foram substituídas a cada 5 dentes (Tavares, 2002).

4.2.6 Recolagem dos braquetes reciclados

A recolagem dos braquetes reciclados foi realizada da mesma maneira como efetuada na fase inicial da colagem dos braquetes

4.2.7 Microscopia eletrônica de varredura

As superfícies das bases dos braquetes foram verificadas em microscopia eletrônica de varredura (LEO 435 VP, *Cambridge- England*), para observação das malhas das bases de braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes.

4.2.8 Tratamento estatístico

O conjunto de valores de resistência ao cisalhamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey com significância de 5%, analisando os fatores tratamento (braquetes novos, 1ª reciclagem e 2ª reciclagem) e materiais de fixação (*Transbond XT, Concise, Smartbond e Fuji Orto*) e suas interações.

5 RESULTADOS

5.1 INTERPRETAÇÃO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O teste de significância da análise de variância, aplicado para cada sistema adesivo nos diferentes tratamentos dos braquetes metálicos, comprovou que reciclagens repetidas utilizando o jateamento de óxido de alumínio não interferem na resistência adesiva, independente do sistema adesivo utilizado.

Na comparação da resistência adesiva dos quatro materiais fixadores utilizado (*Transbond XT*, *Concise*, *Fuji Orto* e *Smartbond*) nos diferentes tratamento dos braquetes, foi comprovado pelo teste de Tukey:

- dentre os materiais fixadores empregados o *Transbond XT* apresentou os maiores valores de resistência ao cisalhamento, independente do tratamento do braquete;
- na colagem de braquetes novos, os valores numéricos da resistência ao cisalhamento do *Transbond XT* foram superiores, porém somente apresentaram diferença estatística significativa quando comparados aos valores do *Concise* e *Fuji Orto*. Porém, os valores do *Smartbond*, *Fuji Orto* e *Concise*, quando comparados entre si, não apresentaram diferença estatística significante;
- na colagem de braquetes reciclados uma vez, os valores da resistência ao cisalhamento do *Transbond XT* foram estatisticamente diferentes dos demais materiais fixadores. Os valores do *Smartbond*, *Fuji Orto* e *Concise* quando comparados entre si não apresentaram diferença estatística significante;
- na colagem de braquetes reciclados duas vezes, os valores da resistência ao cisalhamento do *Transbond XT* foram superiores a todos dos demais materiais

fixadores, apesar de não apresentarem diferença estatística significativa quando comparados aos valores do *Concise*. Os valores do *Smartbond*, *Fuji Orto* e *Concise*, quando comparados entre si, não apresentaram diferença estatística significativa.

Em suma, os resultados da análise estatística comprovaram que o jateamento com óxido de alumínio não afeta a resistência adesiva, e que o sistema adesivo *Transbond XT* apresentou maior capacidade adesiva comparado aos materiais fixadores *Concise*, *Smartbond* e *Fuji Orto*.

5.2 TABELAS E GRÁFICOS

Os valores da resistência ao cisalhamento em Kgf e convertidos para MPa estão descritos nos quadros 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 (Apêndice).

A análise de variância revelou que não houve diferença estatística significativa entre braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes, independente do sistema adesivo utilizado (Tabela 1, Figura 11).

Tabela 1
Comparação dos valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de braquetes novos e reciclados fixados ao esmalte dental independente do sistema adesivo

Tratamento	média (DP)
Novos	5,118 (3,499) a
1ª Reciclagem	5,603 (3,107) a
2ª Reciclagem	5,261 (2,906) a

médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem pela análise de variância em nível de 5%

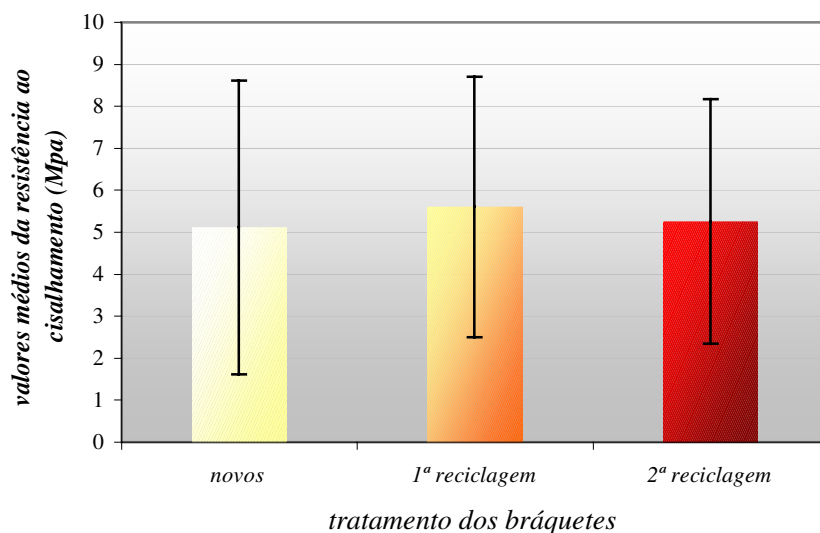


Figura 10 - Valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de braquetes novos e reciclados fixados ao esmalte dental independente do sistema adesivo

O teste de Tukey revelou que houve diferença estatística significativa entre o sistema adesivo *Transbond XT* e os demais materiais fixadores, independente do tratamento do braquete (Tabela 2, Figura 12).

Tabela 2
Comparação dos valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de braquetes em função dos materiais fixadores independente do tratamento

Materiais fixadores	média (DP)
Transbond	8,246 (3,468) a
Concise	4,780 (2,776) b
Fuji Orto	3,518 (2,141) b
Smarbond	4,237 (2,159) b

médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey em nível de 5%

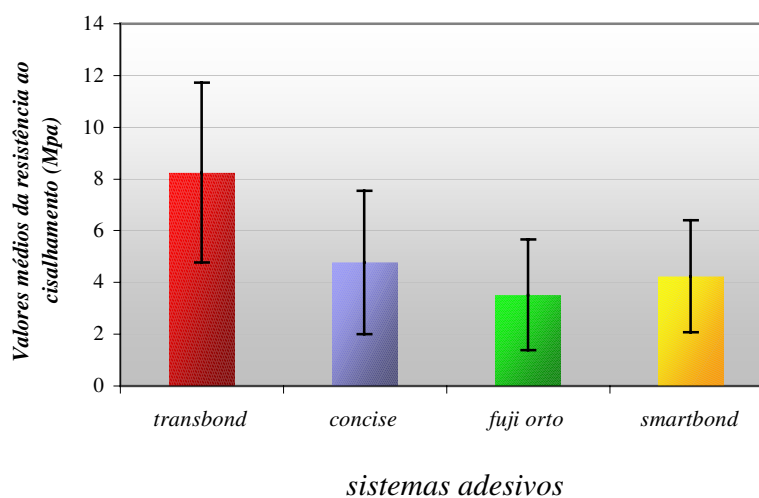


Figura 11 - Valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de braquetes em função dos materiais fixadores independente do tratamento.

A análise de variância revelou que não houve diferença estatística significativa entre braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes, para cada sistema adesivo utilizado (Tabela 3, Figura 13).

Tabela 3
Comparação dos valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de braquetes submetidos a diferentes tratamentos em função dos materiais fixadores

Tratamento	Transbond	Concise	Fuji Orto	Smartbond
Novos	8,177 (4,612) a	4,168 (2,397) a	3,013 (1,352) a	4,808 (2,546) a
1ª Reciclagem	8,460 (3,632) a	4,821 (2,328) a	4,559 (2,688) a	4,468 (1,857) a
2ª Reciclagem	8,101 (2,055) a	5,769 (3,21) a	3,740 (1,608) a	3,434 (1,989) a

médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pela análise de variância em nível de 5%

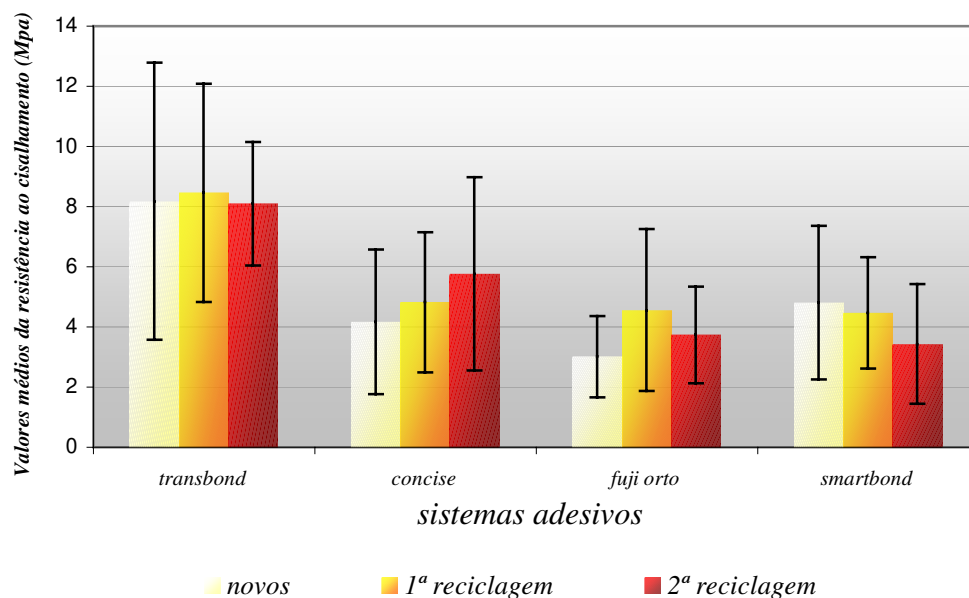


Figura 12 - Comparação dos valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de braquetes submetidos a diferentes tratamentos em função dos materiais fixadores.

O teste de Tukey revelou que houve diferença estatística significativa entre o sistema adesivo *Transbond XT* e os demais materiais fixadores em cada tratamento de braquete, com exceção do *Smartbond* em braquetes novos, e do *Concise* em braquete reciclados duas vezes (Tabela 4, Figura 14).

Tabela 4
Comparação dos valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de submetido a diferentes tratamentos, em função dos tipos de materiais fixadores

Grupos	novos	1ª reciclagem	2ª reciclagem
Transbond	8,177 (4,612) a	8,460 (3,632) a	8,101 (2,055) a
Concise	4,168 (2,397) b	4,821 (2,328) b	5,769 (3,21) ab
Fuji Orto	3,013 (1,352) b	4,559 (2,688) b	3,740 (1,608) b
Smartbond	4,808 (2,546) ab	4,468 (1,857) b	3,434 (1,989) b

médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey em nível de 5%

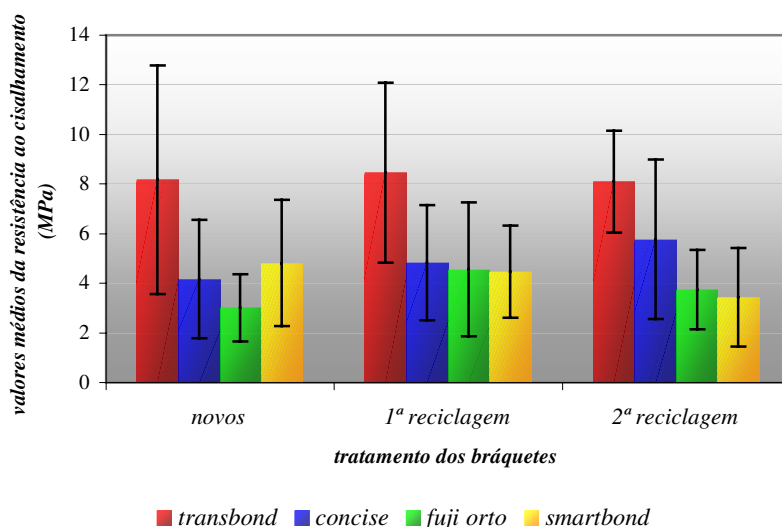


Figura 13 - Comparação dos valores médios da resistência ao cisalhamento (MPa) de submetido a diferentes tratamentos, em função dos tipos de materiais fixadores.

5.2 FOTOMICROGRAFIAS EM MEV

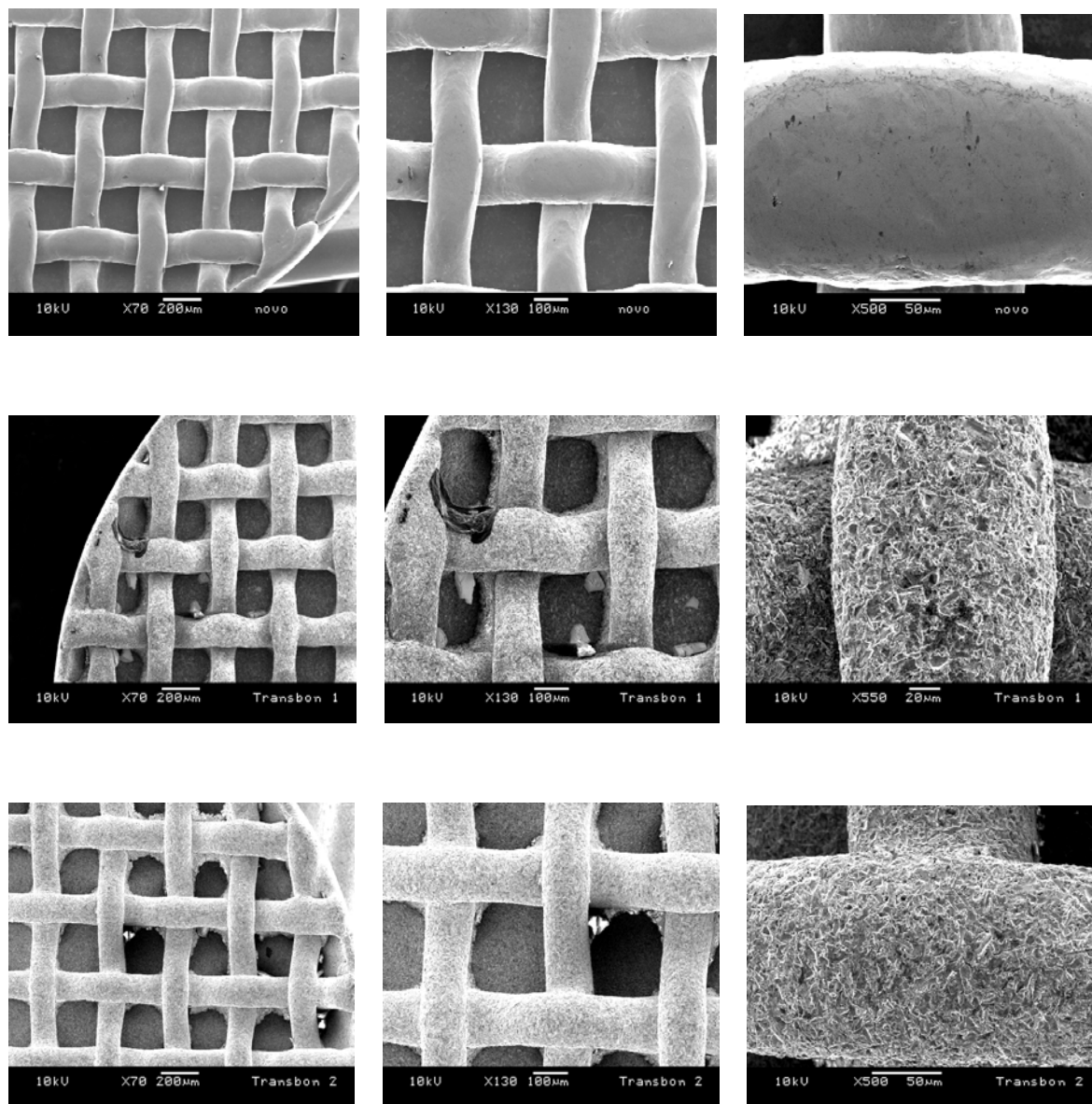


Figura 14 - Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base de braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes colados com *Transbond XT*.

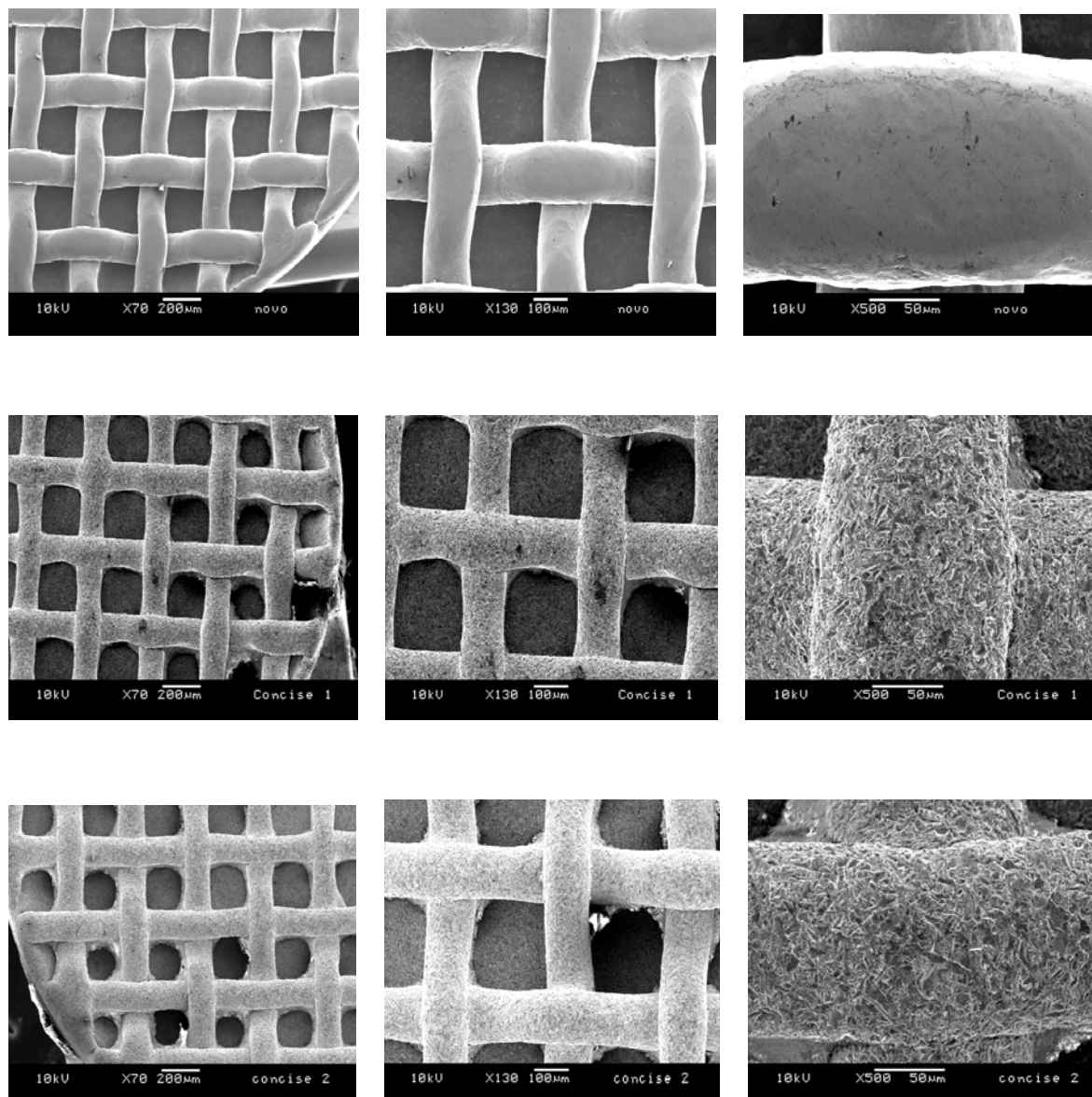


Figura 15 - Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base de braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes colados com *Concise*.

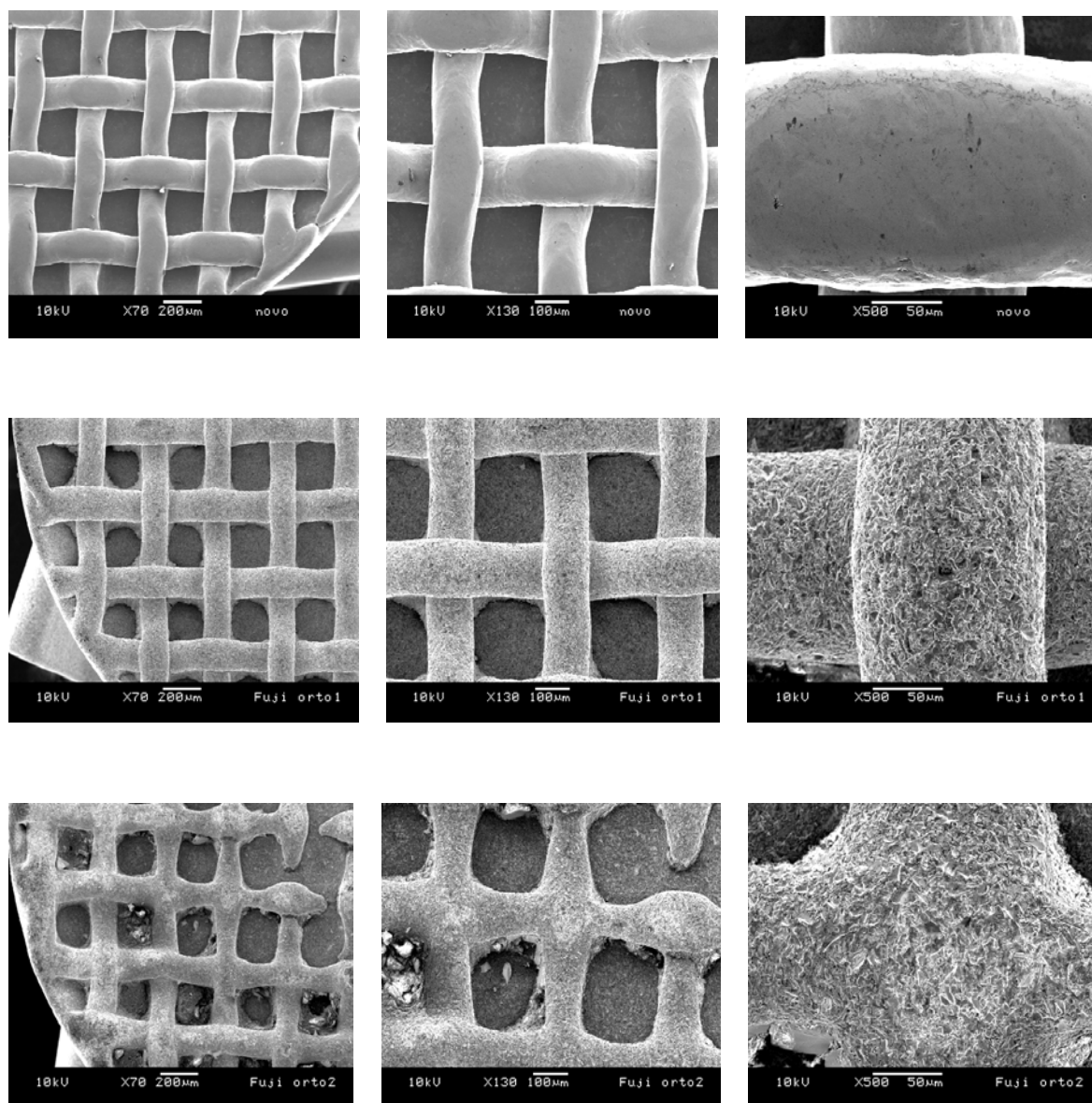


Figura 16 - Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base de braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes colados com *Fuji Orto*.

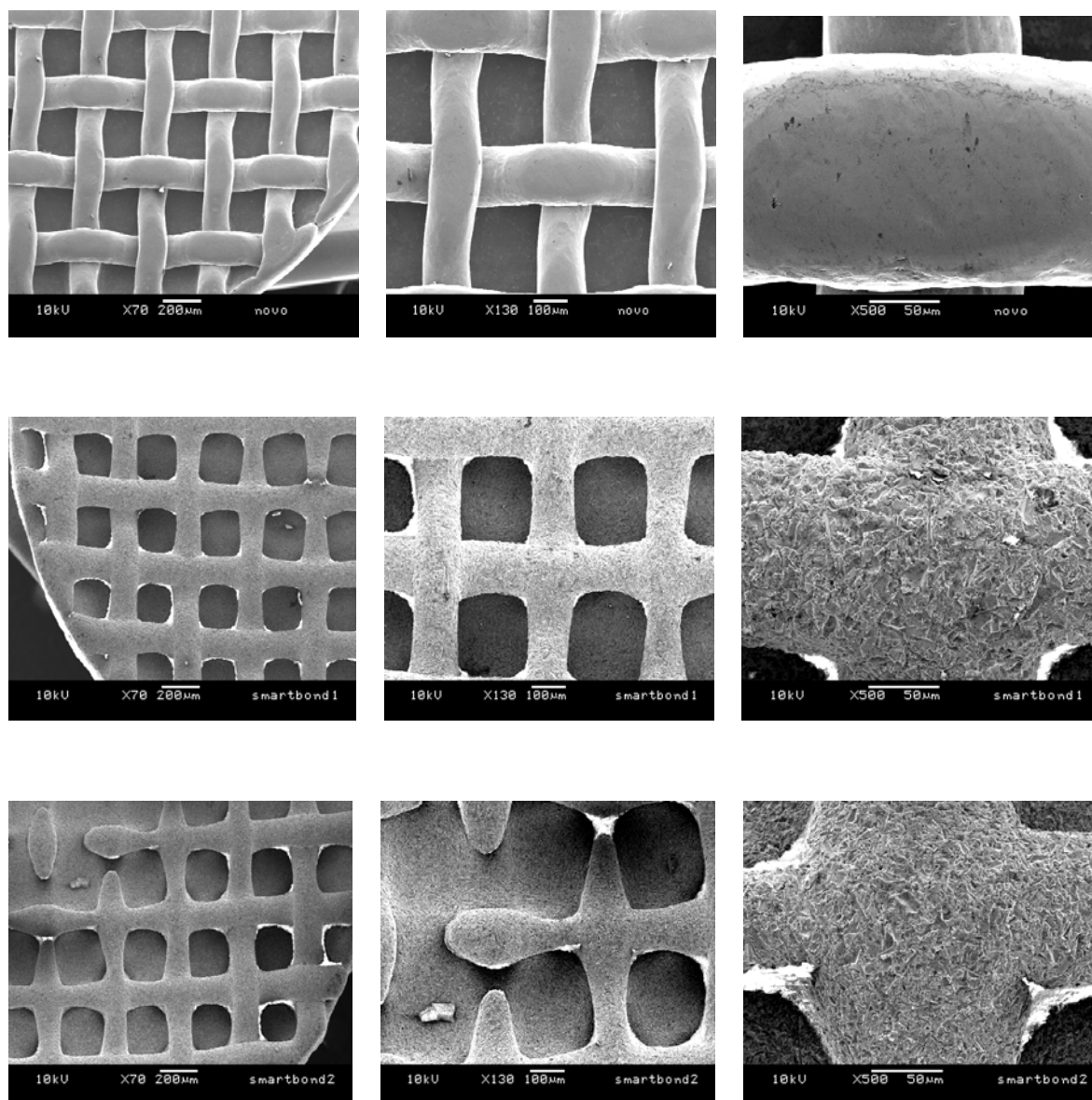


Figura 17 - Aspectos fotomicrográficos (MEV) em diferentes aumentos da base de braquetes novos, reciclados uma vez e reciclados duas vezes colados com *Smartbond*.

6 DISCUSSÃO

A escassa literatura sobre reciclagens repetidas de braquetes ortodônticos e a grande diversidade de métodos empregados nas pesquisas tem dificultado a comparação de resultados. Diante disto, este estudo aborda a discussão e comparação de pesquisas pertinentes ao assunto.

As vantagens oferecidas pelo método de jateamento com óxido de alumínio como: simplicidade, eficácia, baixo custo e resultado imediato, mostradas na literatura (Millet *et al.*, 1993; Newman *et al.*, 1994; Pinto *et al.*, 1996; Sonis, 1996; MacColl *et al.*, 1998; Penido *et al.*, 1998; Tavares, 2002; Tavares *et al.*, 2003), foram comprovadas neste estudo.

No presente trabalho, quando se avaliou a resistência dos braquetes independente dos materiais fixadores (Tabela 1), os valores de resistência ao cisalhamento não foram afetados pela repetição da reciclagem no mesmo braquete, realizadas com óxido de alumínio, confirmando os estudos de Gardner (1982) e Buchwald (1989), e mostrando diferença com os resultados obtidos por Regan *et al.* (1990), apesar de diferirem na metodologia empregada para reciclagem.

Quando o fator material de fixação foi considerado independentemente do tratamento de reciclagem (Tabela 2), houve diferença estatística entre os materiais fixadores, com maiores valores de retenção para o *Tranbond XT*. Esta diferença era esperada ao se comparar materiais fixadores resinosos, contendo resina fluida (primer) como sistema adesivo, e os materiais que não possuem primer. Já, a diferença encontrada entre o *Tranbond XT* e o *Concise*, possivelmente se deve a

maior capacidade de penetração nas irregularidades e conseqüente melhor adesão da resina flúida do *Tranbond XT*.

Considerando a análise em microscopia eletrônica de varredura, o aumento de micro-asperesas visualizadas na base dos braquetes reciclados não foi suficiente para aumentar a retenção desses braquetes, em qualquer situação de superfície, tratada ou não. O aumento da superfície de contato com o material fixador, promovido pelas microretenções não proporcionou maior resistência adesiva (Tabela 3), não confirmando os resultados encontrados por Millet *et al.* (1993), Newman *et al.* (1994) e MacColl *et al.* (1998).

Apesar de não terem avaliado o efeito cumulativo do jateamento com óxido de alumínio, autores como Sonis (1996), Garbouski (1998), MacColl *et al.*, 1998, Penido *et al.* (1998) e Tavares (2002) demonstraram que a reciclagem por meio do jateamento com óxido não alterou a resistência adesiva de braquetes metálicos, corroborando com os resultados obtidos neste estudo.

Os resultados da presente pesquisa demonstraram que a resistência ao cisalhamento de braquetes não foi alterada pelo tipo material adesivo diante do efeito cumulativo de duas reciclagens, visto que os valores médios da resistência ao cisalhamento inicial não diferem estatisticamente dos valores intermediários e dos finais.

O jateamento com óxido de alumínio demonstrou ser a melhor escolha para a reciclagem no consultório odontológico, visto que é um procedimento simples que permite a reutilização de braquetes metálicos repetidas vezes com baixo custo e eficácia similar aos braquetes novos. Contudo é necessário ressaltar que este estudo somente avaliou a reutilização do braquete em relação à capacidade retentiva

da base. Seria também de fundamental importância clínica a avaliação da distorção do *slot* do braquete, gerado pelo deslocamento accidental ou proposital (reposicionamento) dos braquetes. A distorção do *slot* do braquete seria uma limitante da reciclagem, visto que afetará as condições de posicionamento dentário durante o tratamento ortodôntico (Buckman, 1980; Gardner *et al.*, 1982; Hixon *et al.*, 1982).

De acordo com pesquisas de opinião, realizadas por Coley-Smith & Rock, (1997) e Oliver *et al.* (1997), a maioria dos ortodontistas utiliza braquetes reciclados; porém, poucos informam aos pacientes sobre essa prática. Em relação à opinião dos pacientes e dos responsáveis, eles não são totalmente contra o uso de braquetes reciclados, porém esperam estar cientes que a economia obtida pelo processo de reciclagem seja repassada para o custo do tratamento.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia adotada e com base na análise e discussão dos resultados concluímos que:

- o efeito cumulativo de duas reciclagens não afetou a resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos.
- o efeito adesivo do material utilizado para fixar o braquete não foi alterado pelas reciclagens repetidas.
- dentre os materiais fixadores empregados o *Transbond XT* apresentou os maiores valores de resistência ao cisalhamento, independente do tratamento do braquete.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barreto L., Lamas A, Rosar JV, Carvalho RV, Demarco FF. Avaliação quantitativa e qualitativa da composição mineral de dentes humanos e bovinos [resumo Ic33]. **Pesq Odont Bras.** 2002; 16: 106.

Basudan AM, Al-Emran SE. The effects of in-office reconditioning on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/peel bond strength. **J Orthod.** 2001, 28(3): 231-6.

Bishara SE, Laffoon JF, Vonwald L, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2002; 121(5): 521-5.

Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of a composite resin orthodontic adhesive. **Angle Orthod.** 2000; 70(6): 435-41.

Buchman DJ. Effects of recycling on metallic direct-bond orthodontics brackets. **Am J Orthod.** 1980; 77(6): 654-68.

Buchwald A. A three-cycle in vivo evaluation of reconditioned direct-bonding brackets. **Am J Orthod.** 1989; 95(4): 352-4.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res.** 1955; 34: 849-53.

Chung CH, Fadem BW, Levitt HL, Mante FK. Effects of two adhesion boosters on the shear bond strength of new and rebonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2000; 118(3): 295-9

Coley-Smith A, Rock WP. Bracket recycling--who does what? **Br J Orthod.** 1997; 24(2): 172-4.

Egan FR, Alexander SA, Cartwright GE. Bond strength of rebonded orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1996; 109(1): 64-70.

Garner LD. *et al.* An evaluation of bond strength of recycled orthodontic bonded brackets [abstract 1354]. **J Dent Res.** 1982; 61: 329.

Grabouski JK, Staley RN, Jakobsen JR. The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1998; 114(4): 452-60.

Hixson ME, Brantley WA, Pincsak JJ, Conover JP. Changes in brackets slot tolerance following recycling of direct-bond metallic orthodontic appliances. **Am J Orthod.** 1982; 81(6): 447-54.

Leicesters H. **Biochemistry of the teeth.** Saint Louis: Mosby; 1949. p.13-102.

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(3): 276-81.

Mascia VE, Chen SR. Shearing Strength of recycled direct-bonding brackets. **Am J Orthod.** 1982; 82(3): 211-6.

McClea CP, Wallbridge DJ. Comparison of tensile and shear strength of new and recycled orthodontic metal brackets. **N Z Dent J.** 1986; 82(367): 11-4.

Millett D, McCabe JF, Gordon PH. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. **Br J Orthod.** 1993; 20(2): 117-22.

Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. **Am J Orthod.** 1971; 59(4): 350-61.

Mui B, Rossouw PE, Kulkarni GV. Optimization of procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. **Angle Orthod** 1999; 69(3): 276-281.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res.** 1983; 62(10): 1076-81.

Newman GV, Sun BC, Ozsoylu SA, Newman RA. Update on bonding brackets: an in vitro survey. **J Clin Orthod.** 1994; 28(7): 396-402.

Newman GV. Clinical treatment with bonded plastic attachments. **Am J Orthod.** 1971; 60(6): 600-10.

Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontics attachments: progress report. **Am J Orthod.** 1965; 51: 901-12.

Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1998; 114(5): 514-9.

Oliver RG, Miles A, Greenslade M, Harkness M. Patient and parent opinion of the use of recycled orthodontic brackets: an international comparison. **Br J Orthod.** 1997; 24(4): 329-32.

Penido SMMO *et al.* Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados e novos recolados. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.** 1998; 3(3): 45-52.

Pinto AS, Pinto LAMS, Cilense M, Melo ACM, Terra AMV. A reciclagem de braquetes na clínica ortodôntica. **Ortodontia.** 1996; 29(2): 63-7.

Regan D, LeMasney B, van Noort R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets. **Eur J Orthod.** 1993; 15(2): 125-35.

Regan D, van Noort R, O'Keeffe C. The effects of recycling on the tensile bond strength of new and clinically used stainless steel orthodontic brackets: an in vitro study. **Br J Orthod.** 1990; 17(2): 137-45.

Sadler JF. A survey of some commercial adhesives: their possible application in clinical orthodontics. **Am J Orthod.** 1958; 44: 65.

Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 1996; 110(1): 96-8.

Tavares SW, Consani S, Nouer D, Magnani MBBA, Pereira Neto JS, Romano F. Evaluation *in vitro* of the shear bond strenght of aluminum oxide recycled brackets **Braz J Oral Sci** 2003; 2(7): 378-81.

Tavares SW. **Estudo *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados e novos** [dissertação]. Piracicaba: FOP/UNICAMP; 2002.

Vlock RS. In-office bracket reconditioning. **J Clin Orthod.** 1981; 15(9): 635-7.

Wheeler JJ, Ackerman Jr RJ. Bond strength of thermally recycled metal brackets. **Am J Orthod.** 1983; 83(3): 181-6.

Wright WL, Powers JM. In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. **Am J Orthod.** 1985; 87(3): 247-52.

APÊNDICE

Quadro 3

Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes novos utilizando TRANBOND XT

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
1.	1	14.89	9,807	9,6208	15,1781	2
2.	2	6.419	9,807	9,6208	6,5432	2
3.	3	5.810	9,807	9,6208	5,9224	3
4.	9	3.766	9,807	9,6208	3,8389	0
5.	13	3.066	9,807	9,6208	3,1253	0
6.	15	7.042	9,807	9,6208	7,1783	2
7.	17	7.850	9,807	9,6208	8,0019	2
8.	22	15.19	9,807	9,6208	15,4839	2
9.	29	3.933	9,807	9,6208	4,0091	1
10.	34	12.250	9,807	9,6208	12,4870	1

Quadro 4

Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes novos utilizando *CONCISE*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
11.	7		9,807	9,6208		1
12.	8	2,8600	9,807	9,6208	2,9153	1
13.	14	1,2700	9,807	9,6208	1,2946	0
14.	16	7,0310	9,807	9,6208	7,1670	1
15.	23	2,8780	9,807	9,6208	2,9337	0
16.	26	2,9370	9,807	9,6208	2,9938	1
17.	28	6,7380	9,807	9,6208	6,8684	1
18.	35	7,5840	9,807	9,6208	7,7308	7
19.	38	3,2680	9,807	9,6208	3,3312	0
20.	39	2,2380	9,807	9,6208	2,2813	1

Quadro 5
Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes novos
utilizando *FUJI ORTO*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
21.	5	2,7980	9,807	9,6208	2,8521	1
22.	6		9,807	9,6208		0
23.	10	6,0700	9,807	9,6208	6,1875	1
24.	18	3,2800	9,807	9,6208	3,3435	1
25.	19	1,3490	9,807	9,6208	1,3751	0
26.	21	3,1410	9,807	9,6208	3,2018	1
27.	27	2,0280	9,807	9,6208	2,0672	0
28.	31	2,0890	9,807	9,6208	2,1294	0
29.	32	2,8670	9,807	9,6208	2,9225	1
30.	37	2,9780	9,807	9,6208	3,0356	1

Quadro 6
Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes novos
utilizando *SMARTBOND*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
31.	4	2,2080	9,6208	9,8070	2,2507	1
32.	11	10,7400	9,6208	9,8070	10,9478	1
33.	12	3,9370	9,6208	9,8070	4,0132	2
34.	20	5,2640	9,6208	9,8070	5,3659	2
35.	24	2,8700	9,6208	9,8070	2,9255	1
36.	25	2,6120	9,6208	9,8070	2,6625	2
37.	30	4,4420	9,6208	9,8070	4,5280	2
38.	33	6,0160	9,6208	9,8070	6,1324	2
39.	36	5,7610	9,6208	9,8070	5,8725	1
40.	40	3,3140	9,6208	9,8070	3,3781	0

Quadro 7
Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados uma vez utilizando *TRANSBOND XT*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
1.	4	10,7200	9,6208	9,8070	10,9274	2
2.	6	6,4620	9,6208	9,8070	6,5870	3
3.	14	5,9410	9,6208	9,8070	6,0560	2
4.	19	7,4070	9,6208	9,8070	7,5503	0
5.	20	3,7890	9,6208	9,8070	3,8623	1
6.	30	9,1760	9,6208	9,8070	9,3536	2
7.	36	6,2520	9,6208	9,8070	6,3730	2
8.	39	15,4000	9,6208	9,8070	15,6980	1
9.	48	5,5950	9,6208	9,8070	5,7033	2
10.	53	9,8590	9,6208	9,8070	10,0498	2

Quadro 8
Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados uma vez utilizando *CONCISE*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
11.	7	5,3770	9,6208	9,8070	5,4810	2
12.	8	0,5750	9,6208	9,8070	0,5861	0
13.	14	3,9400	9,6208	9,8070	4,0162	1
14.	16	6,8130	9,6208	9,8070	6,9448	2
15.	23	0,8700	9,6208	9,8070	0,8868	0
16.	26	6,1740	9,6208	9,8070	6,2935	2
17.	28	6,6440	9,6208	9,8070	6,7726	1
18.	35	6,3250	9,6208	9,8070	6,4474	1
19.	38	4,8050	9,6208	9,8070	4,8980	1
20.	39	5,7690	9,6208	9,8070	5,8806	2

Quadro 9

Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados uma vez utilizando *FUJI ORTO*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
21.	5	3,6440	9,6208	9,8070	3,7145	1
22.	6	2,6000	9,6208	9,8070	2,6503	0
23.	10	3,3360	9,6208	9,8070	3,4006	1
24.	18	0,0000	9,6208	9,8070	0,0000	
25.	19	3,1330	9,6208	9,8070	3,1936	1
26.	21	3,1540	9,6208	9,8070	3,2150	1
27.	27	2,0150	9,6208	9,8070	2,0540	1
28.	31	7,8580	9,6208	9,8070	8,0101	2
29.	32	4,6440	9,6208	9,8070	4,7339	2
30.	37	9,8660	9,6208	9,8070	10,0569	2

Quadro 10

Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados uma vez utilizando *SMARTBOND*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
31.	4	3,4430	9,6208	9,8070	3,5096	2
32.	11	1,9700	9,6208	9,8070	2,0081	1
33.	12	6,2820	9,6208	9,8070	6,4036	2
34.	20	2,3010	9,6208	9,8070	2,3455	1
35.	24	3,2550	9,6208	9,8070	3,3180	1
36.	25	6,8510	9,6208	9,8070	6,9836	2
37.	30	4,7150	9,6208	9,8070	4,8062	1
38.	33	5,8200	9,6208	9,8070	5,9326	2
39.	36	6,2680	9,6208	9,8070	6,3893	2
40.	40	2,9250	9,6208	9,8070	2,9816	1

Quadro 11
Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados duas vezes utilizando *TRANSBOND XT*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
1.	4	6,6950	9,6208	9,8070	6,8245	2
2.	6	5,7130	9,6208	9,8070	5,8235	2
3.	14	6,2010	9,6208	9,8070	6,3210	2
4.	19	11,3400	9,6208	9,8070	11,5594	1
5.	20	6,3890	9,6208	9,8070	6,5126	1
6.	30	8,5050	9,6208	9,8070	8,6696	2
7.	36	7,0360	9,6208	9,8070	7,1721	2
8.	39	11,3000	9,6208	9,8070	11,5187	2
9.	48	7,6210	9,6208	9,8070	7,7685	2
10.	53	8,6710	9,6208	9,8070	8,8388	2

Quadro 12
Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados duas vezes utilizando *CONCISE*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
11.	7	4,3660	9,6208	9,8070	4,4505	2
12.	8	1,6590	9,6208	9,8070	1,6911	0
13.	14	7,3820	9,6208	9,8070	7,5248	0
14.	16	3,7480	9,6208	9,8070	3,8205	1
15.	23	1,9560	9,6208	9,8070	1,9938	1
16.	26	8,0750	9,6208	9,8070	8,2313	1
17.	28	10,3800	9,6208	9,8070	10,5809	2
18.	35	10,1300	9,6208	9,8070	10,3260	1
19.	38	4,1560	9,6208	9,8070	4,2364	2
20.	39	4,7380	9,6208	9,8070	4,8297	2

Quadro 13

Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados duas vezes utilizando *FUJI ORTO*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
21.	5	3,2120	9,6208	9,8070	3,2742	2
22.	6	4,2940	9,6208	9,8070	4,3771	2
23.	10	3,0150	9,6208	9,8070	3,0733	1
24.	18	2,5990	9,6208	9,8070	2,6493	2
25.	19	3,1840	9,6208	9,8070	3,2456	2
26.	21	7,4820	9,6208	9,8070	7,6268	2
27.	27	4,5820	9,6208	9,8070	4,6707	2
28.	31	3,8560	9,6208	9,8070	3,9306	2
29.	32	1,7570	9,6208	9,8070	1,7910	2
30.	37	2,7050	9,6208	9,8070	2,7573	2

Quadro 14

Dados referentes à resistência ao cisalhamento e IRA da colagem de braquetes reciclados duas vezes utilizando *SMARTBOND*

amostra	corpo de prova	carga kg	conversão	base mm ²	carga Mpa	ira
31.	4	2,0010	9,6208	9,8070	2,0397	0
32.	11	2,9950	9,6208	9,8070	3,0530	1
33.	12	2,7800	9,6208	9,8070	2,8338	1
34.	20	2,3600	9,6208	9,8070	2,4057	1
35.	24	1,7260	9,6208	9,8070	1,7594	1
36.	25	7,0710	9,6208	9,8070	7,2078	2
37.	30	4,0190	9,6208	9,8070	4,0968	1
38.	33	6,5910	9,6208	9,8070	6,7185	1
39.	36	1,6700	9,6208	9,8070	1,7023	0
40.	40	2,4780	9,6208	9,8070	2,5259	1