

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

GILBERTO ANTONIO BORGES
CIRURGIÃO-DENTISTA

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE
BRÁQUETES FIXADOS À CERÂMICA COM DIFERENTES
TRATAMENTOS SUPERFICIAIS E AGENTES DE
CIMENTAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do título
de Mestre em Materiais Dentários.

PIRACICABA – SP

2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

GILBERTO ANTONIO BORGES
CIRURGIÃO-DENTISTA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE
BRÁQUETES FIXADOS À CERÂMICA COM DIFERENTES
TRATAMENTOS SUPERFICIAIS E AGENTES DE
CIMENTAÇÃO**

ORIENTADOR: Prof. Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO – FOP/UNICAMP

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do título
de Mestre em Materiais Dentários.

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 02/03/2004

[Assinatura]
Assinatura do Orientador

PIRACICABA – SP

2000

UNIDADE D.C.
 N.º CHAMADA:
TI UNICAMP
B644a
 V. _____ Ex. _____
 TOMBO BC/ 44295
 PROC. 16-392107
 C D
 PREC. R\$ 11,00
 DATA 09/05/04
 N.º CPD _____

CM-00155017-7

Ficha Catalográfica

B644a Borges, Gilberto Antonio.
 Avaliação da resistência ao cisalhamento de bráquetes fixados à cerâmica com diferentes tratamentos superficiais e agentes de cimentação. / Gilberto Antonio Borges. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.
 xvii, 13 lp. : il.

Orientador : Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

I. Materiais dentários. 2. Cimento dentários. 3. Resinas dentárias. 4. Silano. I. Correr Sobrinho, Lourenço. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 06 de Dezembro de 2000, considerou o candidato GILBERTO ANTONIO BORGES aprovado.

1. Prof. Dr. LOURENCO CORRER SOBRINHO

2. Profa. Dra. JESUÂNIA MARIA GUARDIERO AZEVEDO PFEIFER

3. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

Dedico este meu trabalho

Aos meus queridos pais JOÃO e GASPARINA, que me guiaram desde os meus primeiros passos e através da vida responsáveis pelo meu caráter e formação e também a meus queridos irmãos Nominato, Regina e Júnior. E ainda à memória de minha querida irmã Leila.

Ao Dr MARCELO PALMÉRIO reitor da Universidade de Uberaba, pelo apoio paternal que possibilitou meu crescimento pessoal e profissional.

A minha esposa VALÉRIA e ao meu filho VICTOR “**pelo amor**” e compreensão da minha ausência durante a realização do curso.

Ao Prof. Doutor **LOURENÇO CORRER SOBRINHO**,
Livre Docente da Área de Materiais Dentários da
Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de Campinas, pela amizade e
participação na minha formação científica.

Ao Prof. Doutor **SIMONIDES CONSANI**, Titular da
Área de Materiais Dentários, da Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual
de Campinas, pela seriedade, capacidade
administrativa e desenvolvimento do espírito crítico
dos alunos.

Meus reconhecimentos e sinceros agradecimentos

AGRADECIMENTOS

À direção da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu diretor Professor **Dr. WILSON SALUM** e do Diretor Associado Professor Doutor **FRAB NORBERTO BÓSCOLO**.

Ao Professor Dr. **MÁRIO FERNANDO DE GÓES**, Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora – Área materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela amizade e participação no meu crescimento pessoal.

Ao Professor Dr. **MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI**, Professor Doutor do Departamento de Odontologia Restauradora – Área materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela amizade, análise estatística e participação no meu crescimento pessoal.

Ao Professor Dr. **ALAOR CARLOS DE OLIVEIRA JÚNIOR**, diretor do curso de odontologia da Universidade de Uberaba, por ter acreditado na minha capacidade e, principalmente, pela amizade, apoio e incentivo prestado durante a minha formação.

Ao Prof. **MARCO ANTONIO BORGES DE ALMEIDA**, da área de prótese do Curso de Odontologia da Universidade de Uberaba e mestrando em clínicas odontológicas pela FOP-UNICAMP, pela sincera amizade, companheirismo, incentivo e apoio durante minha formação.

Aos Profs. **GILBERTO ANTONIO DOS ANJOS e ANDERSON SILVA**, do curso de odontologia da Universidade de Uberaba, pela amizade e incentivo de sempre.

A todos da biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela amizade e dedicação em solucionar minhas dúvidas e problemas.

Ao Técnico especializado engenheiro mecânico **MARCOS BLANCO CANGIANI** e a funcionária **SELMA APARECIDA BARBOSA SEGALLA**, da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela disposição em auxiliar todas as atividades de laboratórios.

A professora Doutora **JESUÂNIA DE AZEVEDO GUARDIERO PFEIFFER**, da Área de Dentística da Universidade Federal de Uberlândia, pelo incentivo e apoio na minha formação.

Ao Professores **REUTER FERREIRA DA SILVA E LUIS HENRIQUE BORGES**, da área de prótese do Curso de Odontologia da Universidade de Uberaba, pela motivação e carinho demonstrado durante minha formação.

Aos colegas do curso de pós-graduação, **ALYSSON, ANA MARIA, ANDRESA, ALESSANDRA, JULIE, PAULO HENRIQUE, JOHNSON, MARCOS, MÁRCIA E RAFAEL** pela participação decisiva no meu crescimento durante as atividades pertinentes ao curso e também fora delas, eternos amigos.

Ao cirurgião-dentista **HÉLIO VENÂNCIO DA SILVA JÚNIOR**, eterno amigo, pelo apoio e incentivo na realização do curso.

Ao técnico em prótese **RUI BAZAGO**, pelo treinamento na confecção dos discos de cerâmica e pela sincera amizade.

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que permitiu a realização do curso de pós-graduação.

Ao pessoal do NAP/MEPA, pela disponibilidade e dedicação em auxiliar nas atividades de MEV.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

RESUMO - - - - -	01
ABSTRACT - - - - -	03
1 – INTRODUÇÃO - - - - -	05
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - - - - -	09
3 – PROPOSIÇÃO - - - - -	61
4 – MATERIAIS E MÉTODO - - - - -	63
4.1 – Materiais - - - - -	63
4.2 – Método - - - - -	63
4.2.1 – Confecção das amostras em Cerâmica- - - - -	63
4.2.2 – Fixação dos corpos-de-prova em resina acrílica- - - - -	65
4.2.3 – Tratamento superficial da cerâmica - - - - -	68
4.2.4 – Colagem dos bráquetes- - - - -	69
4.2.4.1 – Concise ortodôntico - - - - -	69
4.2.4.2 – Adesivo ortodôntico fotopolimerizável (Transbond XT) - - - - -	70
4.2.4.3 – Cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC - - - - -	71
4.2.5 – Ensaio de resistência ao cisalhamento - - - - -	72
4.2.6 – Análise da Superfície fratura em Microscopia Eletrônica de varredura	74
4.2.7 - Análise estatística- - - - -	74
- - - - -	
5 – RESULTADOS - - - - -	75
6 – DISCUSSÃO - - - - -	87
7 – CONCLUSÃO - - - - -	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - - - - -	95
APÊNDICE - - - - -	107

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento de bráquetes fixados à cerâmica dental, utilizando as variáveis: materiais para colagem, tratamento superficial e aplicação do silano. Foram confeccionados 192 discos de cerâmica (Duceram) com 5 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. Os discos foram embutidos com resina acrílica ativada quimicamente em tubos de P.V.C. e divididos em 4 grupos de 48 discos de acordo com o tratamento de superfície: Grupo I – condicionamento com ácido fosfórico 37%, por 30 segundos; Grupo II – condicionamento com ácido hidrófluorídrico a 10%, por 2,0 minutos; Grupo III – jateado com óxido de alumínio por 4 segundos; e, Grupo IV submetido apenas a profilaxia com pedra pomes e água por 30 segundos. Vinte e quatro corpos-de-prova de cada grupo receberam aplicação de silano e vinte e quatro não. Três materiais para colagem Transbond XT, Concise e Fuji Ortho LC foram utilizados para fixação dos bráquetes à cerâmica para cada grupo (com e sem silano) perfazendo um total de 64 fixações por material. Todas as amostras foram armazenadas em água destilada a 37° C, por 24 horas. Em seguida, as amostras foram submetidas ao teste de resistência ao cisalhamento numa máquina Instron a velocidade de 1,0 mm/min. Os resultados foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey 5% de significância. Os resultados mostraram que independente do tratamento superficial da cerâmica e silanização o Transbond XT mostrou valores de resistência ao cisalhamento superiores em relação ao Concise e Fuji Ortho LC ($p < 0,05$); o tratamento superficial da cerâmica com ácido hidrófluorídrico mostrou valores de resistência ao cisalhamento superiores em relação ao jateamento com óxido de alumínio, com condicionamento com ácido

fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água, independente do material para colagem e silanização ($p < 0,05$); e, a aplicação do silano aumentou a resistência da união cerâmica/bráquete para os três materiais e tratamentos superficiais, exceto para os bráquetes fixados na cerâmica com o Concise em superfícies submetidas à profilaxia com pedra pomes e água.

Palavras chaves – bráquete-cimentos-resina-silano

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength of brackets fixed on dental ceramic using three different materials with or without silane. One hundred ninety two specimens with 5 mm in diameter and 2 mm thickness were made with ceramic (Duceram). The specimens were divided into four groups according to surface treatments: Group I – acid etching with 37% phosphoric acid for 30 seconds; Group II – acid etching 10% hydrofluoridric acid for 2,0 minutes; Group III – Sandblasting with aluminum oxide for 4 seconds; and, Group IV - cleaned with pumice slurry. Twenty-four specimens of each group was treated with silane agents and twenty-four remained untreated. The brackets were bonded to ceramic with Transbond XT, Concise and Fuji Ortho LC. All specimens were stored in distilled water 37° C for 24 hours. After that the specimens were submitted to shear bond strength in an Instron at a crosshead speed of 1,0 mm/min. The results were submitted to variance analyses and Tukey's test ($p < 0.05$). The data indicated that the Transbond XT showed higher values of shear bond strength than Concise and Fuji Ortho LC independent of the treatment on ceramic surface ($p < 0.05$); the ceramic etching with hydrofluoridric acid of the ceramic showed higher values shear bond strength than the others three treatments for all specimens ($p < 0.05$); and the treatment with silane increased the shear bond strength of ceramic/bracket interface for all materials, except Concise cleaned with pumice slurry on surface ceramic.

Key words: brackets – cements - resin - silane

1- INTRODUÇÃO

A colagem de bráquetes representa um dos mais significativos avanços da ortodontia na montagem de aparelhos ortodônticos, diminuindo o tempo e o trabalho do procedimento, descartando o velho sistema de cimentação de bandas. Essa evolução só foi possível a partir da proposta inicial de BUONOCORE, em 1955, com o condicionamento ácido do esmalte dental, que possibilitou um aumento acentuado na aderência dos materiais resinosos à coroa dentária.

O primeiro artigo de que se tem referência sobre a colagem de bráquetes diretamente sobre a superfície dentária foi descrito, em 1958, por SADLER, onde observou que nenhum dos agentes fixadores utilizados foram capazes de aderir o metal ao dente com estabilidade requerida para a clínica. Entretanto, a técnica de colagem de bráquetes sobre a superfície do esmalte dental popularizou-se após divulgação feita por NEWMAN (1965) e confirmação de MIURA et al. (1971), com resultados clínicos satisfatórios. O sistema de ativação de polimerização da resina composta, adotado por ocasião da introdução da técnica, foi o químico. Outros sistemas surgiram para colagem de bráquetes, como os cimentos de ionômero de vidro quimicamente ativados WILSON & KENT (1972) e as resinas fotopolimerizáveis, TAVAS & WATTS (1979) e atualmente os cimentos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis e sistemas adesivos específicos para uso na ortodontia.

Apesar do uso intenso das resinas quimicamente ativadas na fixação de bráquetes, o uso das resinas fotopolimerizáveis têm se popularizado nos últimos anos entre os ortodontistas CHENG et al (1989), esta popularidade não ocorreu com o cimento de ionômero de vidro WHITE (1986). Uma das vantagens no uso dos materiais fotopolimerizáveis é o tempo maior que o profissional dispõe para posicionar o bráquete na superfície do esmalte, visto que a polimerização só se inicia quando o operador expõe o material à luz emitida pelo fotopolimerizador. TAVAS & WATTS, em 1979, foram os primeiros a empregar a resina fotopolimerizável na colagem de bráquetes. Nessa técnica, o material se polimerizava sob o bráquete metálico devido à translucidez do esmalte dentário, que permitia a passagem da luz. Estudos *in vitro* de TAVA & WATTS (1984) e THANOS et al. (1979) e clínicos de O'BRIEN et al. (1989) mostraram que os materiais fotopolimerizáveis apresentavam resultados de união comparáveis aos quimicamente ativados, quando foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Entretanto, a união bráquete-resina-esmalte depende de outros fatores, que podem influenciar diretamente na polimerização da resina fotoativada sob o bráquete, reduzindo cerca de 30% quando comparada com a quimicamente ativada. Além disso, a emissão da luz através do bráquete não é possível, o que também poderia proporcionar união menos satisfatória.

Outro fator que deve ser levado em consideração é a fixação de bráquetes em cerâmicas odontológicas. Nos últimos anos materiais e técnicas para confecção de cerâmicas dentais têm-se desenvolvido extensivamente e sua utilização tem aumentado McLEAN & HUGHES (1965) e ANUSAVICE (1993).

Com isso, algumas vezes o ortodontista se depara com pacientes que possuem dentes restaurados com materiais cerâmicos necessitando de tratamento ortodôntico.

Para a adesão de bráquetes à superfície de porcelana com o uso de agentes adesivo é importante considerar a aplicação do silano, uma substância monomérica, composta por radicais orgânicos reativos e grupos monovalentes hidrolisáveis, utilizado pela primeira vez na Odontologia no tratamento de partículas de sílica para aumentar a união entre a fase orgânica e inorgânica da resina composta BOWEN (1963). Esse procedimento contribuiu para unir dentes de porcelana à base de resina acrílica da prótese total MEYERSON (1969); PAFFENBARGER et al., (1967). SIMONSEN & CALAMIA (1983) condicionaram pela primeira vez a porcelana com ácido hidrofúorídrico. CALAMIA & SIMONSEN (1984) verificando mais que os melhores resultados eram obtidos usando a combinação condicionamento ácido da cerâmica/silano/resina composta.

ROSENTIEL et al. (1993) mostraram que o silano melhorava a adesão entre o cimento de ionômero de vidro e a cerâmica odontológica. Em 1997, VALLITTU & FORSS avaliaram a resistência de união do cimento de ionômero de vidro à cerâmica, com e sem o agente de silanização, verificando que o uso do silano melhorava a interação entre cimento e cerâmica.

Em função da importância clínica da fixação de bráquetes sobre a superfície de cerâmicas, seria conveniente estudar a resistência ao cisalhamento da união bráquetes fixados à cerâmica dental, com diferentes materiais para colagem.

2 - REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

De acordo com a bibliografia consultada, parece-nos importante as seguintes citações.

BUONOCORE, em 1955, empregou dois métodos de tratamento das superfícies de esmalte em pré-molares humanos – extraídos ou não: (1) *fosfomolibdate* diluído a 50 % com solução (10%) de ácido oxálico, (2) ácido fosfórico a 85%. O ácido fosfórico demonstrou melhores resultados em reter a resina acrílica às superfícies de esmalte dos dentes, com a vantagem de ser de uso simples. A força necessária para a remoção da resina acrílica da superfície do esmalte nos dentes tratados com ácido fosfórico foi superior às forças necessárias para os não tratados e dos tratados com a solução de *fosfomolibdate/ac.oxálico*.

SADLER em 1958, avaliou a resistência ao torque, cisalhamento e à tração de bráquetes fixados ao esmalte dental utilizando quatro cimentos odontológicos, um cimento a base de borracha, dois adesivos de metal e dois adesivos gerais disponíveis comercialmente. Os resultados mostraram que nenhum dos adesivos testados foi capaz de unir o bráquete diretamente ao dente com resistência suficiente para a ortodontia clínica.

BOWEN, em 1963, publicou um estudo sobre as propriedades dos polímeros para restaurações dentais reforçados por sílica. Usou partículas vítreas de sílica com forma e tamanho irregular variando em torno de 150µm, cujas superfícies foram tratadas com vinil silano, objetivando aumentar a união entre a fase orgânica e inorgânica. Como aglutinante foi usado um co-polímero de Bis-GMA, que é o produto da adição de metacrilato de glicidila ao bis-fenol A, catalisado por 0,5% de N, N-Dimetil-p-toluidina, a 60° C. Dessa maneira conseguiu-se um material onde foi incorporado ao polímero orgânico 70% em peso de sílica vítrea tratada, com redução na contração de polimerização, coeficiente de expansão térmica, aumento da resistência à compressão e do módulo de elasticidade, além da baixa solubilidade e desintegração em água, quando comparada à resina com sílica não tratada.

McLEAN & HUGHES em 1965, realizaram um estudo que desenvolveu uma nova cerâmica dental, juntamente com técnica de aplicação que melhorasse as propriedades mecânicas e a resistência à fratura. Foi observado que cristais de alumínio utilizados como reforço da fase vítrea da cerâmica melhoraram suas propriedades mecânicas. De acordo com os resultados, a cerâmica reforçada alcançou o dobro da resistência transversa das porcelanas dentais convencionais, resistência a choques térmicos maior, e ainda, os dentes produzidos apresentaram anatomia e estética semelhantes às porcelanas convencionais.

O sucesso das colagens diretas sobre o esmalte dental se iniciou com **NEWMAN**, em 1965, quando colocou bráquetes plásticos ao esmalte. Neste artigo o autor citou três vantagens da colagem direta: 1) melhora da estética; (2) diminuição da descalcificação do esmalte devido à desintegração do cimento de baixo da banda metálica; e, (3) diminuição no custo do aparelho". O autor desenvolveu alguns compósitos, pois não existia no mercado um material semelhante que suprisse as necessidades desejadas, principalmente menor toxicidade. Com isso surgiu um compósito desenvolvido por um grupo de pesquisa do "Newmark College of Engineering" que tinha baixa toxicidade, mas que demorava de 15 a 30 minutos para apresentar uma polimerização suficiente para manter o bráquete em posição e quatro dias para ocorrer a completa polimerização. Segundo o autor, isso "não representava um problema, pois clinicamente o profissional poderia inserir o arco uma semana depois". O autor concluiu que quanto maior a área de união, maior a força necessária para quebrar a união e menor a força necessária para quebrar a união por unidade de área. O autor obteve como carga de resistência à tração valores variando de 9,7 kg/cm² a 47,47 kg/cm² com os diversos tipos de resina composta.

Em 1967, **PAFFENBARGER et al.**, avaliaram a união entre dentes cerâmicos e a resina acrílica através de um agente de silanização. Os ensaios de tração foram realizados de acordo com a especificação n. º 15 da ADA. Com base nos resultados, os autores concluíram que houve aumento na resistência de união

entre os dentes de cerâmica e a resina acrílica, e diminuição na microinfiltração entre os dentes e a resina acrílica, possibilitando melhor manutenção da higiene.

SEMMELMAN & KULP, em 1968, avaliaram a resistência de união entre dentes de cerâmica e a resina acrílica com aplicação do silano. Os resultados mostraram que a falha de união não ocorreu na interface dente-resina, mas na cerâmica indicando efetiva união da resina com a cerâmica com a aplicação de agente de silanização. Concluindo, os autores relataram que a união proporcionada pelo silano é um procedimento que promove união efetiva entre a cerâmica e a resina melhorando consideravelmente a resistência.

Em 1969, **MYERSON**, avaliou a resistência de união entre dentes cerâmicos tratados com silano e unidos às resinas acrílica de ativação química e térmica. O conjunto dente/resina foi submetido ao teste de três pontos. A carga foi aplicada num ângulo de 60° ao plano do dente, numa taxa de 25 kg/cm²/minuto até ocorrer a falha. Foram aplicados dois tipos de ciclagem: dinâmico com carga inicial de 1,70 kg, com aumento de 0,42 kg a cada 270 ciclos até ocorrer a fratura; estático, as amostras foram submetidas à ciclagem térmica em banhos de água de 70° C e 5° C. Após 432 ciclos as amostras foram submetidas ao teste. Os autores concluíram que a diferença no coeficiente de expansão térmica foi o principal causador do rompimento da união porcelana/resina acrílica, sendo que o silano melhorou a resistência de união destes materiais.

MIURA et al., em 1971, desenvolveram um estudo clínico para testar a durabilidade e a estabilidade da união compósito-bráquete plásticos em trinta e dois pacientes portadores de maloclusões onde obtiveram resultados satisfatórios quanto à resistência e durabilidade do aparelho. Os autores fizeram um projeto-piloto para comprovar relatos anteriores de que a resistência da colagem diminuía com o tempo sob a influência do meio bucal. Neste experimento "in vitro" foram mantidos por seis meses 60 pré-molares extraídos com finalidade ortodôntica em água tamponada, com bráquetes colados com resina quimicamente ativada. Os testes de cisalhamento mostraram que uma queda de 20% na resistência de união, de 40 kg/cm² a 33,5 kg/cm² para o TTB system (tri-n-butil borano) e de 18 kg/cm² para 12,5 kg/cm² para o BPO amine system (sistema de catalisador de amina), embora fossem suficientes para manter o aparelho íntegro na cavidade bucal.

REYNOLDS em 1975, em sua revisão cita as vantagens e desvantagens de união direta de bráquetes, o processo de união, considerando a superfície dental, o tipo de agente fixador e o tipo de bráquete. O autor compara ainda os diferentes tipos de agentes fixadores e diferentes tipos de bráquetes, evidenciando as vantagens e desvantagens entre eles. O autor cita também o posicionamento do bráquete na superfície dental e o processo de preparo dessa superfície, tanto para um bráquete isoladamente quanto para a união múltipla. Quanto a falha da união bráquete – dente durante serviço clínico o autor considera a contaminação por umidade e a força excedendo a resistência de união como os

principais problemas. De acordo com sua revisão um valor de resistência de união de 60 a 80 kg/cm² seria necessária para suportar as cargas decorrentes da terapia ortodôntica, em condições normais, esta resistência em megapascais (MPa) significa de 6 a 8 MPa.

NEWMAN, em 1971, publicou um artigo sobre a colagem direta de bráquetes plásticos sobre o esmalte, apresentando resultados clínicos de cinco pacientes, ressaltando as vantagens desta 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 de "torque de raiz", que são os objetivos do aparelho ortodôntico eficiente. Enfatizou ainda a importância do local de 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.

Em 1972, **WILSON & KENT** divulgaram o desenvolvimento de um novo material restaurador, formado basicamente pela associação de pó de cimento de silicato e o líquido do cimento de policarboxilato, numa tentativa de associar as vantagens inerentes aos dois materiais cuja reação de presa é ácido-base, e resulta num sal hidratado. Estes cimentos são considerados híbridos por possuírem propriedades comuns aos policarboxilatos (adesão à estrutura dentária)

e ao silicato (liberação de flúor, com efeito, anticariogênico). A adesão entre o cimento ionomérico e o dente ocorre como resultado de interações iônicas e polares, resultando numa união físico-química.

NEWBURG & PAMEIJER, em 1978, avaliaram a resistência entre a resina composta e a cerâmica usando o silano. Incisivos centrais de cerâmica foram incluídos em resina acrílica. A face vestibular dos dentes foram lixadas até obter uma superfície plana com 6 mm de diâmetro e em seguida, foram condicionadas com ácido fosfórico a 33% por 1 minuto, lavadas, secas e receberam aplicação de silano por 5 minutos. Foram confeccionadas 102 amostras divididas em quatro grupos: Grupo -A - seis dentes foram tratados com silano e Nuva Fill (L.D. Caulk Co), seis com silano e Adaptic (J&J) e seis não receberam silano e foram tratadas com Nuva Fill; Grupo - B- Todas as amostras receberam Nuva Fill, sendo que seis foram submetidas à ciclagem térmica, e as outras doze receberam somente tratamento com solução de silano; Grupo -C - as amostras foram preparadas como no grupo A, porém o silano utilizado foi envelhecido por duas semanas; Grupo - D - 48 amostras foram tratadas com silano e destas doze foram submetidas à ciclagem térmica recebendo a resina Adaptic. Os autores concluíram que a união da resina composta à cerâmica tratada com silano é confiável proporcionando maior resistência de união.

Em 1979, **HUSSAIN et al.**, avaliaram o efeito do ácido hidrofluorídrico na resistência de cerâmica alumínica. Barras medindo 18 mm x

17,7 mm x 1,89 mm foram confeccionadas com cerâmica. Após, as amostras foram condicionadas com ácido hidrófluorídrico a 20% e 30% em diferentes tempos de condicionamentos. Um grupo de amostras não recebeu condicionamento (controle). O teste de resistência flexural foi realizado numa máquina Instron com velocidade de 0,33 mm/segundo. Os resultados mostraram que o condicionamento com ácido hidrófluorídrico diminuiu a resistência da cerâmica em relação ao grupo controle (sem condicionamento).

TAVAS & WATTS, em 1979, preocupados com o tempo de trabalho limitado para posicionar o bráquete na colagem com resinas quimicamente ativadas, desenvolveram um estudo "in vitro" com o intuito de colar bráquetes com resina fotoativada. Utilizaram dois grupos de pré-molares, com o esmalte condicionado com solução aquosa de ácido fosfórico a 37%. A resina fotoativada foi aplicada na base do bráquete, o mesmo posicionado na face vestibular do dente e o feixe aplicado durante cinco minutos em 45° em relação à face oclusal, de forma que a resina fosse ativada por transiluminação. Após 24 horas em água a 37°, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram resistência ao cisalhamento de 3 kg por área de fixação de 0,12 cm², enquanto os resultados relatados na literatura mostraram uma força máxima ortodôntica de 1,5 kg, ou seja, 12,5 kg/cm².

THANOS et al., em 1979, realizaram estudo "in vitro" comparativo entre bráquetes metálicos com base perfurada e base com malha, com o propósito

de verificar a retenção mecânica utilizando cinco tipos de materiais de colagem diferentes. Os resultados mostraram que 45,8 % das falhas ocorreram na interface dente-adesivo, 26,7 % na interface adesivo-bráquete e 17,1 % na interface do material de colagem com o agente de união. Também obtiveram dados sobre a resistência de união frente a cada tipo de movimentação ortodôntica, onde no movimento de tração, o bráquete com malha obteve superioridade de resistência com todos os tipos de adesivos e, na força de cisalhamento, bráquete com base metálica foi mais retentivo que o bráquete com malha.

SIMONSEN & CALAMIA, em 1983, avaliaram a eficiência do condicionamento ácido na cerâmica. Vinte discos de cerâmica fixados em estrutura metálica foram condicionados por 2,5, 5, 10 e 20 minutos com ácido hidrófluorídrico a 7,5%, lavados, secos e cobertos com resina fluida e em seguida um cilindro de resina composta foi adaptado nos discos de cerâmica. O ensaio de tração foi realizado numa máquina de ensaio universal Instron. Os autores observaram aumento na resistência à tração de acordo com o aumento no tempo de condicionamento. A resistência de união variou de 0,6 MPa sem condicionamento a 7,5 MPa com o condicionamento ácido de 20 minutos. A microscopia eletrônica de varredura mostrou que a superfície da cerâmica condicionada, nos diferentes tempos, evidenciava um aspecto poroso, sendo que a análise das amostras fraturadas mostrou que a fratura ocorreu na cerâmica ou na resina composta. Nas amostras não condicionadas houve fratura na interface

resina composta/cerâmica. Os autores concluíram que o resultado encontrado deverá ser satisfatório na retenção de facetas veneers.

CALAMIA & SIMONSEN, em 1984, avaliaram o efeito de dois agentes de silanização comercialmente disponíveis, na resistência de união da resina composta/cerâmica previamente condicionada por ácido. Quarenta discos de cerâmica fixados em tubos de liga metálica não preciosa foram divididos em quatro grupos. Três grupos foram condicionados por 20 minutos com solução de ácido hidrofúorídrico e sulfúrico, lavados e secos. No grupo 1, os discos foram cobertos resina sem carga e unidos a cilindros de resina composta. Os grupos 2 e 3 foram tratados com diferentes agentes de silanização e unidos à resina composta. Grupo 4 não foi condicionado com ácido, a cerâmica foi tratada como no grupo 3, com silano antes da união. Todas os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento numa máquina de ensaio universal Instron. A média de resistência de união foi: Grupo 1 – 1662 psi (11,4 MPa); Grupo 2- 1638 psi (11,1MPa); Grupo 3 – 2078 psi (14,1MPa); Grupo 4 - 1198 psi (8,1MPa). Os autores concluíram que o condicionamento da cerâmica é mais importante que o silano na resistência de união à resina composta. Embora, os melhores resultados fossem obtidos com a combinação de condicionamento ácido da cerâmica e agente de silanização específico.

TAVAS & WATTS, em 1984, desenvolveram um estudo “in vitro” utilizando pré-molares extraídos que foram submetidos ao condicionamento com

ácido fosfórico a 37 %. Os bráquetes metálicos foram colados sobre a superfícies dos dentes com resina composta (quimicamente ativada e por luz. Os corpos-de-prova depois de estarem com os bráquetes colados foram armazenados em água destilada a 37° C durante cinco minutos e 24 horas, quando foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio Instron. Um dos grupos testados recebeu resina fotoativada por 10 segundos antes de serem colados à superfície do esmalte dentário por 48 horas, quando receberam resina composta que foi ativada novamente. Os resultados mostraram que a resina ativada quimicamente e a fotoativada apresentaram resistência ao cisalhamento estatisticamente significativa quando comparados os resultados obtidos aos cinco minutos e a 24 horas, sendo este último de maior resistência. Os resultados obtidos com as resinas compostas fotoativadas e quimicamente ativadas não apresentaram diferença estatística. Os resultados obtidos na resina composta fotoativada com uma ativação curta de 10 segundos para o agente de união e 30 segundos para o compósito são comparáveis aos que receberam três exposições de 30 segundos. Os dentes que foram colados com bráquetes que receberam resina composta 48 horas antes de serem coladas obtiveram resultados comparáveis aos colados diretamente.

KOMAROVA & TIMOKHIN, em 1986, verificaram a efetividade de reação do biofluoreto de amônia ($\text{NH}_4 \text{HF}_2$) com o óxido de silício (SiO_2), a fim de saber se este produto poderia ser o substituto do ácido hidrofúorídrico no tratamento de vidros. Os autores comparam a reação do óxido de silício com as

soluções ácidas através de equação. E verificaram que há rompimento da ligação entre o oxigênio e o silício através de uma reação de condensação, liberando duas moléculas de água, formando um silicato fluoretado ácido. Comprovaram assim a susceptibilidade do SiO_2 ser condicionado pelo HF.

WHITE em 1986 publicou um artigo sobre o cimento de ionômero de vidro, encontrando uma grande popularidade deste material na dentística restauradora, o mesmo não ocorrendo com os ortodontistas que não mostraram entusiasmo diante de tal cimento, embora o ionômero de vidro possuísse várias propriedades especiais para o emprego ideal em ortodontia, tais como: 1 – não requer condicionamento ácido, mas apenas limpeza com pedra pomes e secagem com algodão. Adere-se quimicamente ao esmalte, dentina, metais não preciosos e plásticos; 2 – Elevada elasticidade e resistência a forças de compressão maiores que a do cimento fosfato de zinco; 3 – Quanto a necessidade de sempre estar isolado durante a fase de geleificação, alguns clínicos sugerem cobrir a mistura recente com um verniz não solúvel em água para evitar contaminação com umidade; 4 – Atua como reservatório de íons flúor que se estende a alguma distância da posição do cimento. Este fato, por si só, deveria fazer do ionômero de vidro atrativo para os ortodontistas, devido a tão freqüente descalcificação ao redor das bandas e bráquetes; 5 – Grande margem de tempo de trabalho: uma única porção manipulada pode servir para toda a arcada dentária; 6 – Fácil remoção dos acessórios colados ao esmalte, devido a ausência de condicionamento ácido. O autor descreve ainda a técnica de colagem de

bráquetes com cimento ionomérico, preconizando apenas os seguintes passos: profilaxia com pedra pomes; isolamento do dente com rolo de algodão; mistura de cimento em placa de vidro resfriada, com uma consistência mais grossa e firme, prevenindo deslocamentos dos bráquetes durante a geleificação; posicionamento dos bráquetes – efetuar anteriormente a secagem com algodão; colocação de fios com forças leves, 5 a 10 minutos após a união, posto que a geleificação continua por 24 horas (o autor cita que a espera de 24 horas antes de colocar os arcos, não tem significado numérico na prática clínica. O autor comenta que o cimento de ionômero de vidro é um material mais barato do que as resinas, porém mais caro que o fosfato de zinco. Salaria que para alguns clínicos, o cimento de ionômero de vidro apresenta tendência a se dissolver antes da geleificação, o que pode ser superado com o uso de uma mistura de cimento mais densa, podendo ser usada uma camada de selante protetor na superfície do cimento após a fixação do bráquete ou banda. Assim, o cimento de ionômero de vidro pode ser valioso para o ortodontista tanto para bandas como para colagem de bráquetes e a liberação de íons-flúor reduz a possibilidade de descalcificação e cárie.

WOOD et al., em 1986 compararam a resistência de união bráquetes ortodônticos a dentes cerâmicos com dois tipos de preparos superficiais, três silanos, duas resinas e um grupo controle (dentes naturais condicionados e fixados da mesma maneira). Foram utilizados 160 incisivos centrais de cerâmica, com tamanho e forma semelhantes. Metade dos dentes foi asperizada com pedra verde (Shofu) e metade permaneceu intacta. Cada grupo de 80 dentes foi dividido

em dois de 40 (um fixado com resina Endur 28% de carga e o outro com resina Phase II 73% de carga). Estes dois grupos foram posteriormente divididos em 4 sub-grupos com 10 dentes cada. As superfícies de 30 dentes foram condicionadas com três tipos de silano e 10 limpas com álcool isopropil. Os bráquetes foram fixados à superfície vestibular seguindo as instruções dos fabricantes. Ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado em uma máquina universal Instron duas e 24 horas após a cimentação. As superfícies cerâmicas foram submetidas ao polimento para verificar a possibilidade de restabelecimento. Os resultados mostraram que a resistência de união ao cisalhamento utilizando resina com alto conteúdo de carga foi superior a de baixo conteúdo independente do silano ou tratamento superficial. O tempo de 24 horas também foi superior a 2 horas independente das condições. O silano aumento na resistência de união para as duas resinas. O polimento com pasta diamantada foi o único método que conseguiu restabelecer a lisura de superfície. Os autores concluíram que é possível a cimentação de bráquetes à superfície da cerâmica com silano sem remoção do glaze superficial.

IBSEN et al., em 1987, estudaram o efeito da absorção de água na resistência de união da resina composta à cerâmica dental, com três sistemas de união dividido em três grupos: Grupo 1 - cerâmica fixada na resina composta de micropartícula com alta absorção de água; Grupo 2 - cerâmica fixada na resina composta de macropartícula com baixa absorção de água; e Grupo 3 - cerâmica tratada com agente de silanização e fixada com resina composta

fotopolimerizável. Todos os grupos foram submetidos à ciclagem térmica por 18 horas, e em seguida foram submetidos ao ensaio de cisalhamento. Os resultados mostraram que o Grupo 1 - apresentou resistência de união de 147,84 kg/cm²; Grupo 2 - 189,28 kg/cm² e Grupo 3 - 227,15kg/cm². Os autores concluíram que os melhores resultados foram obtidos com o processo de silanização da cerâmica e o uso do sistema adesivo Ultra Bond.

Em 1987, **O'KRAY et al.**, realizaram um estudo com o objetivo de determinar a resistência ao cisalhamento de três produtos para o reparo de cerâmica ao metal, o Porcelite (Kerr), Scotchprime (3M), e o Goldlink (Den-Mat). A cerâmica Ceramic II (J&J), e a Microbond (Austenal), foram utilizadas como substrato para o Porcelite e Scotchprime, o sistema goldlink, que é recomendado para metais, foi testado com cinco ligas metálicas fabricadas pelo Generic Co., Rexillium II, Naturelle, Palladent, RxSFC e RxY Ceramic. Foram confeccionadas, com as cerâmicas e as ligas metálicas a serem testadas, cilindros com 9 mm de diâmetro, estes foram incluídos em resina acrílica, polidos com lixa de granulação 320, lavados e secos. A seguir, cilindros de resina composta com 6 mm de diâmetro por 8 mm de altura, foram unidos às amostras de cerâmica e liga metálica, de acordo com as instruções dos fabricantes. Um grupo de amostras foi armazenado em condições ambientais (23° C e umidade ambiente) por 24 horas, o outro grupo de amostras foi armazenado a 37° C em água, também por 24 horas. Decorrido este período, as amostras foram submetidas a ensaios de cisalhamento em uma máquina Zwick 1435, com velocidade de 0,25 cm/minuto.

Os resultados indicaram que as amostras unidas com Porcelite e armazenadas em condições ambientais, apresentaram falha coesiva na cerâmica, e a carga necessária para fratura foi $101,5 \text{ kg/cm}^2$, as amostras com o mesmo material armazenadas em água a 3° C apresentaram diminuição na resistência de união para $23,1 \text{ kg/cm}^2$. Nas amostras do Scotchprime a cerâmica fraturou com a carga de $136,5 \text{ kg/cm}^2$, antes de falha adesiva, tanto para as amostras em condições ambientais quanto para armazenadas em água a 37° C . As amostras cimentadas com o Goldlink apresentaram valores diferentes em função da liga utilizada, variando de $27,37$ a $94,08 \text{ kg/cm}^2$ nas amostras armazenadas em condições ambientais, e de $8,4$ a $76,3 \text{ kg/cm}^2$ com as amostras armazenadas em água a 37° C .

THOMAS et al., em 1987, avaliaram o efeito da termociclagem na resistência de união da cerâmica (Ceramco) e resina composta após condicionamento ácido e silanização da cerâmica. Foram confeccionados sessenta e seis corpos-de-prova com $16 \times 16 \times 3 \text{ mm}$. As superfícies dos corpos-de-prova foram condicionadas com ácido hidrófluorídrico por 2,5 minutos sendo que, em metade dos corpos-de-prova foi aplicado o silano. Com fita adesiva foi delimitada a área de união e a resina composta Silar (3M) foi aplicada. Placas de Níquel-cromo foram unidas a resina. Todos os corpos-de-prova foram armazenadas por 7 dias. Em seguida, metade dos corpos-de-prova com aplicação de silano e metade sem, foram submetidos a 100 ciclos térmicos nas temperaturas de 5 a 55° C , durante 1 minuto. Posteriormente, foram submetidos ao ensaio de

tração. Os resultados mostraram que a maioria das falhas foi na interface cerâmica/resina. As amostras silanizadas, não termocicladas apresentaram resistência de união de 19,3 MPa sendo estatisticamente superior às não silanizadas (9,8 MPa). Nenhuma diferença foi observada entre os corpos-de-prova tratados com e sem silano. Os autores concluíram que a termociclagem exerce influência significativa sobre a resistência de união e que mesmo com a melhora da resistência após silanização seu efeito não foi significativo.

EUSTAQUIO et al., em 1988, compararam a resistência de união à tração de bráquete unidos à restauração metalocerâmica empregando cinco sistemas adesivos (com agentes de silanização) e verificaram a superfície após remoção dos bráquetes. Cinquenta coroas metalocerâmica foram confeccionadas e autoglazeadas. Os bráquetes foram fixados nas coroas cerâmicas com cada adesivo seguindo as recomendações dos fabricantes. Após a remoção dos bráquetes através de ensaio de tração, as mesmas coroas foram limpas e submetidas a remoção do glaze com pedra verde. Os procedimentos de união foram repetidos nas coroas sem glaze, utilizando bráquetes novos com os mesmos sistemas adesivos. Os autores concluíram que não houve diferença estatística na resistência de união entre a cerâmica glazeada ou não, para todos os sistemas de união. A análise de superfície mostrou tendência à formação de ranhuras e trincas maior para o grupo sem glaze do que para o grupo glazeado.

LACY et al., em 1988, investigaram o efeito de seis diferentes tratamentos sobre a superfície da cerâmica, através de testes de resistência ao cisalhamento e microscopia eletrônica de varredura. Seis grupos de 10 amostras da cerâmica Will-Ceram (Willeans gold and Refining, Buffalo, N.Y) foram unidos a blocos de liga Rexilium III (rx Jeneric, Wallingford, Conn). Parte da liga foi deixada exposta e perfurada para permitir a fixação do corpo-de-prova na máquina de ensaio. A superfície das amostras de cerâmica foram delimitadas com fita com perfuração de 5 mm de diâmetro. Uma fina camada do adesivo Scotchbond (3M) foi aplicada sobre a superfície preparada e após fixado um cilindro de resina fotopolimerizável P30 (3M). As amostras foram divididas em seis grupos de acordo com os seguintes tratamentos antes da aplicação do adesivo e da resina composta: A – superfície da cerâmica foi abrasionada com ponta diamantada, e a seguir, unida diretamente ao adesivo e resina; B – amostras abrasionadas com ponta diamantada, foram cobertas com agente de silanização, Scotchprime (3M), antes da aplicação do adesivo e compósito; C – amostras foram preparadas como no grupo A, exceto que a superfície rugosionada da cerâmica foi tratada com fluorfosfato acidulado a 1,25% (Sultan Chemists Inc. Englewood, N.J) na forma de Gel por 10 minutos; d – as amostras foram preparadas com no grupo C, exceto que foi aplicado o agente de silanização antes do tratamento com fluorfosfato acidulado; E – amostras foram preparadas como no grupo D, exceto que a cerâmica foi condicionada com ácido hidrófluorídrico a 9,5% Ceram-etch, gresco dental Products) durante 4 minutos; F – amostras foram preparadas como no grupo E, no entanto, o silano scotchprime foi aplicado após o condicionamento

ácido. Todas as amostras foram preparadas e armazenadas a 37° C por 24 horas, antes dos ensaios de resistência ao cisalhamento, em uma máquina Instron, com velocidade de 5 mm/minuto. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste T, demonstrando não existir diferença estatística entre os grupos A, C e E e entre os grupos D e F, que apresentaram valores superiores aos demais grupos, sendo a diferença estatisticamente significativa. O teste também demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os maiores valores obtidos com o grupo B e os valores do grupo. Os autores, concluíram que, o agente de silanização foi efetivo na melhora da resistência de união; o silano usado em conjunto com ataque ácido da cerâmica pode criar uma resistência de união superior a resistência coesiva da cerâmica; o condicionamento ácido da cerâmica, sem o silano, não proporciona resultados superiores aos obtidos com rugosímetro mecânico com ponta diamantada; e o flúor fosfato acidulado pode ser substituído pelo condicionamento com ácido fluorídrico, mas concentrações menores podem requerer tempos mais prolongados.

Em 1988, **STOKES et al.**, estudaram a resistência ao cisalhamento da união cerâmica-resina composta, após seis meses de armazenagem, utilizando o Fusion (George Taub Products) e o Scotchprimer (3M) como agentes de silanização. Foram confeccionados quarenta discos da cerâmica Vitadur-N (Vita) com 5 mm de diâmetro. As amostras foram fixadas em blocos de resina acrílica e lixadas com papel carbide granulação 240. Os discos foram colocados em ultrassom para limpeza e posteriormente secos. A seguir metade das amostras

tiveram sua superfície tratadas com agente de silanização Fusion e o restante com Scotchprimer. Após foi aplicado o adesivo scotchbond (3M) no grupo tratado com scotchprime, e a resina composta Silar (3M) nas amostras tratadas com Fusion. Bráquetes ortodônticos (TPP Laboratories, La Porte, USA) foram fixados às amostras. Após 24 horas, 10 amostras tratadas com Fusion e 10 tratadas com o Scotchprime, foram submetidas ao teste de cisalhamento em uma máquina instron com velocidade de 1mm/minuto. As outras foram armazenadas em água, a temperatura ambiente, por seis meses e então submetidas ao mesmo teste de cisalhamento. O padrão de fratura foi determinado por observação direta com microscópio binocular com 10X aumento e por microscopia eletrônica de varredura. Em 24 horas a resistência ao cisalhamento foi $13,2 \pm 2,2$ MPa para as amostras tratadas com o Fusion e $14,0 \pm 1,1$ MPa para as amostras tratadas com Scotchprime. Após seis meses, os resultados foram respectivamente $1,1 \pm 0,6$ e $11,1 \pm 1,0$ MPa. A diferença entre os agentes de silanização Fusion e Scotchprime, em seis meses de armazenagem, foi estatisticamente significativa. Em 24 horas não houve diferença na distribuição do padrão de fratura entre os diferentes agentes de silanização. Já em seis meses, todas as amostras tratadas com Fusion falharam na interface resina composta-cerâmica e todas as amostras tratadas com o Scotchprime, tiveram falha coesiva na resina composta, ou na interface resina composta-bráquete. Os autores concluíram que o Scotchprime foi superior ao Fusion, em relação a manutenção da união resina composta-cerâmica, ao

longo do tempo a melhora da resistência de união dos materiais de reparo, os tornam indicados para uso clínico.

CHENG et al., em 1989, avaliaram o efeito da variação do tempo de exposição da luz visível na taxa de polimerização de resina para cimentação ortodôntica fotopolimerizável através de aplicação direta e indireta da luz aplicada sobre incisivos superiores. Os tempos de polimerização foram: 20, 40 e 60 segundos. Após a polimerização as amostras de resina foram removidas do dispositivo e submetidas ao teste de dureza Vickers. Os autores concluíram que a união de bráquetes através de iluminação indireta teve resultados inferiores à direta e que o aumento do tempo de polimerização aumentou a taxa de conversão.

Em 1989 **COOK & YOUNGSON** compararam uma mistura de resina composta (modificada por poliácido), resina convencional e cimento de ionômero de vidro. Citam várias desvantagens do cimento de ionômero como agente adesivo: a resistência é inferior à resina composta; com o uso de bráquetes transparentes, o adesivo, por ser opaco, traria uma redução da estética; o uso de ionômero de vidro requer alteração na rotina clínica. Para os ortodontistas relutantes à modificação do trabalho clínico, uma resina contendo flúor, seria uma alternativa. Comparando o Dyrect, que é uma resina modificada por poliácido, um material restaurador silico-aluminofosforo de vidro, os autores utilizaram 60 pré-molares, divididos em três grupos: GRUPO 1 – condicionamento ácido (60

segundos ácido fosfórico) e resina composta (Right-On); GRUPO 2 – cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem), profilaxia, jato de água e secagem com algodão. Como no artigo de 1988, do mesmo autor, obtiveram uma mistura mais espessa que o recomendado pelo fabricante; GRUPO 3 – Resina composta contendo flúor (Dyrect) com condicionamento ácido (60 segundos) e colagem de bráquetes como no grupo 1. As amostras foram armazenadas em água a 37° C por 24 horas. Os resultados mostraram que o novo material (resina composta contendo flúor) apresentou-se significativamente mais resistente que a resina composta e o ionômero de vidro. Examinado o lado da fratura do material, observou-se que o Dyrect comporta-se similarmente à resina composta, aderindo bem à superfície esmalte, conservando algumas características do cimento de ionômero de vidro, aderindo melhor à base do bráquete que a resina composta. Uma grande desvantagem da resina composta é a necessidade do condicionamento ácido, que parece contribuir para desmineralização associada ao tratamento ortodôntico. O condicionamento ácido mostra-se necessário para o uso desse novo material. Convencidos dos benefícios dos cimentos que liberam flúor, tanto para colagem de bráquete como para cimentação de bandas ortodônticas, os autores concluíram que a resistência inferior da colagem com cimento de ionômero de vidro não apresenta maiores complicações. Existem situações onde a cimentação de bráquetes com ionômero de vidro não é ideal como, por exemplo, bráquetes expostos à esforços maiores que o normal, como: incisivos inferiores em presença de sobremordida profunda; pré-molares inferiores expostos à força oclusal; tubo de molar colado diretamente ao dente; em pacientes que usam aparelhos extra

bucal; em pacientes onde, persistentemente, ocorre quebra do aparelho. Nestes casos deve ser usada a mistura de resina composta que libera íon flúor. O uso do ionômero de vidro não é tão prático, quando se emprega a técnica indireta; a nova resina contendo flúor parece ser mais indicada. Há perda de estética em bráquetes cerâmicos, por ser o ionômero um material muito opaco. A relutância de profissionais em alterar a prática clínica, talvez seja a maior barreira, pois o cimento de ionômero de vidro requer uma grande modificação na técnica de colagem de bráquetes. O novo material parece ser mais aceito por muitos clínicos.

Em 1989, **KLOCKOWSKI et al.** realizaram um estudo avaliando a resistência e durabilidade de bráquetes ortodônticos com cimento de ionômero de vidro (Ketac Fill, Ketac Cem e Chelon Fill), comparando-os com a resina composta (Rely A Bond) utilizado na colagem convencional. Utilizou pré-molares que após a colagem foram armazenados a 37° C, por 24 horas, em 100% de umidade relativa. Após armazenagem, metade das amostras de cada material foram termocicladas simulando a tensão que pode ocorrer no meio bucal. Os resultados indicaram resistência superior da colagem com resina composta Rely A Bond, comparada a todos os grupos de ionômero de vidro, tanto com ou sem termociclagem. A resistência da colagem com resina composta diminuiu significativamente quando sujeita a tensão térmica. A resistência da colagem com ionômero de vidro não foi afetada pela termociclagem. Todavia, o Rely A Bond apresentou maior resistência após a termociclagem, do que os cimentos de ionômero de vidro.

O'BRIEN et al., em 1989, desenvolveram um estudo clínico onde compararam as propriedades de resinas compostas quimicamente ativadas e fotoativadas utilizando dois tipos de bráquetes com bases distintas. Os bráquetes foram fixados com os dois tipos de adesivos nos dois lados da boca, em 52 pacientes com idade variando de 13 a 29 anos totalizando 542 bráquetes fixados. Os dentes foram isolados e sofreram profilaxia e condicionamento com ácido fosfórico a 37 % durante 60 segundos. Foram lavados com grande quantidade de água e secos com ar comprimido sem óleo e água. Dos 542 bráquetes fixados 35 sofreram falhas nos primeiros doze meses sendo que 29 ocorreram nos primeiros seis meses. Os resultados obtidos nos seis primeiros meses mostraram que ocorreram 6% de falhas nos bráquetes colados com resina quimicamente ativada e 4,7 % nas fotoativadas. Os autores concluíram que não existia diferença estatisticamente significativa entre os adesivos, mesmo quando variaram o tipo de bráquete, comparando o arco superior com o inferior ou os dentes anteriores com os posteriores.

PRATT et al., em 1989, avaliaram a resistência ao cisalhamento de seis sistemas de reparo de cerâmica. Foram testados, o Scotchprimer Ceramic Primer (3M), Silanit (Vidadent), Ultrabond (Dent-Mat corp), enamelite 500 (Lee pharmaceuticals), Ceram-etch (Gresco co. Inc) eo Porcelite (Kerr). Cento e vinte botões de metalocerâmica foram confeccionados com a cerâmica Vita (Vident) e a liga Rexilium III (Jeneric Gold Co). Foram utilizadas vinte amostras para cada material a ser testado. As amostras foram cimentadas à resina composta

utilizando um anel de Teflon com 3,23 mm de diâmetro. Após a polimerização, as amostras foram colocadas em um banho a 37° C. Dez amostras de cada produto foram armazenadas por 48 horas e o outro grupo de dez amostras do mesmo produto foi armazenado por 3 meses. Imediatamente antes do teste de cisalhamento todas as amostras foram termocicladas a temperatura de 6° e 60° C, por um período de 24 horas. As amostras foram submetidas ao teste em uma máquina universal Instron, com uma velocidade de 2 mm/minuto. Os dados foram submetidos a análise de variância comparando a resistência de união, e o efeito do tempo de armazenagem sobre a união.

FAJEN et al., em 1990, avaliaram a resistência de união de bráquetes fixados em pré-molares com três cimentos de ionômero de vidro e um resina composta. Trinta pré-molares foram divididos em três grupos: Grupo 1 – limpeza com pedra pomes; grupo 2 – limpeza com pedra pomes seguida pela aplicação de ácido poliacrílico; e, grupo 3 – limpeza com pedra pomes seguida pela aplicação de flúor fosfato acidulado a 1,23%. Os bráquetes foram fixados em cada grupo com um tipo de cimento de ionômero de vidro. Num grupo de 10 dentes, os bráquetes foram fixados utilizando resina composta após condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37%. Todos os cimentos foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes. Após a fixação, os corpos-de-prova foram deixados a temperatura ambiente por 10 minutos e então colocados em 100% de umidade. O conjunto dente/bráquete fixado num cilindro com gesso. O ensaio de resistência de união foi realizado numa máquina

de ensaio universal Instron a velocidade de 1 mm/min. Após análise dos resultados, os autores concluíram que a resistência de união dos cimentos de ionômero de vidro foram significativamente menores do que a resina composta, independente do tratamento realizado. O tratamento superficial com ácido poliacrílico e flúor fosfato acidulado não afetou significativamente a resistência de união dos cimentos de ionômero de vidro.

BERTOZ et al., em 1991, verificaram a ocorrência de falhas em bráquetes de aço inoxidável fixados com cimento de ionômero de vidro convencional por um período de 18 meses. Foram utilizados 80 dentes de 10 pacientes com idade entre 14 e 17 anos com necessidade de tratamento ortodôntico. Após profilaxia com pedra pomes e água e lavagem, os dentes foram isolados com rolos de algodão e secos com jatos de ar. Bráquetes de aço inoxidável para colagem direta foram cimentados com ionômero de vidro Shofu de acordo com as recomendações do fabricante. Após 18 meses de avaliação, foi observada falhas em alguns casos, exigindo uma nova fixação. Os autores concluíram que o tipo de esforço que sofre o bráquete na cavidade oral torna o ionômero de vidro muito vulnerável a se deslocar do esmalte, tornando necessário procurar técnicas mais eficientes clinicamente.

FRICKER, em 1992, avaliou clinicamente por 12 meses a fixação de bráquetes com cimento de ionômero de vidro e resina composta. Foram selecionados dez pacientes com maloclusões. Os segmentos anteriores e

posteriores foram divididos em quadrantes, sendo metade dos bráquetes fixados com cimento de ionômero de vidro Fuji I e metade com resina composta System 1+. A fixação com resina composta seguiu as recomendações do fabricante. Para a fixação com o ionômero de vidro, os dentes foram condicionados com ácido poliacrílico, por 10 segundos, lavados e secos com ar. O cimento de ionômero foi manipulado conforme recomendações do fabricante e aplicados na superfície dos bráquetes. Em seguida, foi fixado ao dente com remoção dos excessos. Quinze 15 minutos após a fixação, foi posicionado o fio ortodôntico. Houve monitoração por 12 meses para verificar o número de falha com cada adesivo. Os resultados mostraram que após 12 meses de acompanhamento houve doze falhas com o cimento de ionômero de vidro e três com resina composta. O autor conclui que a liberação de flúor promovida pelo ionômero de vidro promove efeito preventivo de desmineralização do esmalte ao redor do bráquete. Este cimento pode ser indicado para fixação em pacientes com pobre higienização.

JOHNSTON & KAO, em 1991, avaliaram a resistência à fratura de bráquetes em cerâmica. Preparos para facetas com 0,5 mm de profundidade foram realizados nas faces vestibulares de 256 dentes incisivos inferiores bovinos. Um modelo foi utilizado para padronizar o tamanho e a forma do preparo. Duas cerâmicas foram utilizadas para a confecção das restaurações (Vitadur-N e Ceramco II), sendo fixadas nos dentes preparados com cimento Porcelite fotopolimerizável (Kerr). Cada dente foi incluído em resina epóxica deixando a superfície da faceta exposta. Metade dessas amostras foi asperizada com pedra

verde e a outra permaneceu intacta (intacta). Cada grupo recebeu dois tipos de tratamento: Primer silano (Scotchprime, 3M) ou álcool isopropil (controle). Os bráquetes ortodônticos (American Ormo- Glendora)) foram fixados nas superfícies,cerâmicas com o Concise-3M e o restante com Unitek-Unitek corp. Os corpos-de-prova foram submetidos a ensaio de resistência ao cisalhamento numa máquina de ensaio MTS, 30 minutos e 24 horas após a fixação. Em seguida os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste estatístico. Os autores concluíram que o agente de união, tratamento de superfície e resina influenciaram a força exigida para descolar bráquetes de facetas de cerâmica. Alguns desses fatores poderiam criar uma resistência superior à resistência coesiva da cerâmica. A cerâmica com alto conteúdo de alumina (Vitadur-N) apresentou maior probabilidade de fratura quando comparada com a feldspática (Ceramco II). Os fatores determinantes para tal fenômeno poderiam ser a diferença entre a microestrutura da superfície condicionada e a união micromecânica com agente cimentante.

Em 1991, **SORENSEN et al.**, avaliaram o efeito do tratamento superficial em vários tipos de cerâmica na resistência de união à resina composta. Discos de porcelana com 9 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foram confeccionados com as cerâmicas (VMK68 (Vident), Vitadur-N (Vident), HI-Ceram Core (Vident), Hi-Ceram Core Wash- Vitadur-N (Vident), Mirage (Myron's Dental), Optec (Generic-Pentron), Cerinate (Dent-Mat), G-Cera (GC), Ceramco II (Johnson & Johnson). As amostras foram incluídas em resina epóxica, e a superfície

asperizada com óxido de alumínio. Foram confeccionadas quarenta amostras para cada material sendo divididas em grupos de 10 amostras e submetidas aos tratamentos: 1 – Sem tratamento (controle); 2 – Aplicação de silano; 3 – condicionamento com ácido hidrofúorídrico a 20% (Stripit, National Keystone Products) por 3 minutos; e 4 – Condicionamento com ácido hidrofúorídrico e aplicação do silano. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água, numa estufa a 37° C por 7 dias, e termocicladas por 1000 vezes, entre 5 e 50 ° C. O ensaio de cisalhamento foi realizado numa máquina Instron, com uma velocidade de 0,05 polegadas por minuto. Após análise dos resultados os autores concluíram que o condicionamento com ácido hidrofúorídrico por 3 minutos aumentou significativamente a resistência de união para todas as cerâmicas, menos para o G-Cera; as cerâmicas com baixo e médio conteúdo de alumina mostraram aumento significativo na resistência de união com o condicionamento ácido; a Hi-Ceram Core Wash-Vitadur-N não teve aumento significativo na resistência de união com o condicionamento ácido, a aplicação do silano na superfície das amostras de cerâmicas condicionadas não teve efeito significativo na resistência de união; as cerâmicas Optec, Mirage e Cerinate apresentaram maiores valores de resistência ao cisalhamento. A G-Cera, Ceramco II, Hi-Ceram Core, Vitadur-N, VMK 68 e HI-Ceram Core Wash apresentaram os menores valores de resistência.

Em 1992, **LU et al.** investigaram o efeito de vários tratamentos superficiais sobre a resistência de união na interface resina composta-cerâmica, comparando dois cimentos resinosos, o Porcelite (Kerr), e o Dilute silux (3M), e

dois agentes de silanização, Pocerlain repair Primer (Kerr), e o Scotchprime Ceramic Primer (3M). Examinaram a morfologia superficial da cerâmica após condicionamento com ácido hidrofúorídrico, e a natureza da falha na interface resina-cerâmica, após teste de cisalhamento. Foram confeccionados 56 botões de cerâmica alumínica Vitadur-N, com 6 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, e 56 discos de cerâmica com 7,8 mm de diâmetro e 1,4 de espessura. A superfície das amostras receberam acabamento com lixas de SiC de granulação 220. A seguir, as amostras foram divididas em quatro grupos, conforme o tratamento; grupo controle – as amostras foram limpas com ultra-som por 60 segundos em etanol; grupo 2 – seis amostras foram condicionadas com ácido hidrofúorídrico a 2%, e agitadas ultrasonicamente por 150 segundos, lavadas e neutralizadas em uma solução de bicarbonato de sódio por 5 minutos; grupo 3 – as amostras foram tratadas com os agentes de silanização Pocerlain Repair Primer e Scotchprime Ceramic Primer, seguindo as instruções dos fabricantes; grupo 4 – as amostras foram condicionadas com ácido hidrofúorídrico e receberam os respectivos agentes de silanização. Após, os cimentos resinosos foram aplicados sobre os botões de cerâmica e cimentados aos cilindros de cerâmica com uma carga 100 gramas durante 10 segundos. Cada amostra foi fotopolimerizada por 5 minutos, através do disco de cerâmica e então armazenadas a 37° C por 7 dias. Decorrido este período, foram submetidas ao teste de cisalhamento numa máquina de ensaio a uma velocidade de 1 mm/minuto. Os valores obtidos para os grupos tratados foram significativamente superiores aos do grupo controle, além disso a resistência de união dos grupos condicionados com ácido e silanizados foi

significativamente maior do que para os grupos que receberam somente condicionamento ácido. Não houve diferença significativa entre o grupo controle e o grupo atacado com ácido. O grupo cimentado com Dilute Silux e Scotchprime ceramic primer apresentou valores de resistência de união superiores aos cimentados com Porcelite e tratadas com Porcelain repair primer. A análise por microscopia eletrônica de varredura, demonstrou que a rugosidade da cerâmica não condicionada foi menor, com ocasionais porosidades características da queima da cerâmica. Já, a superfície da cerâmica condicionada com ácido apresentou porosidade regular e uniforme indicando a efetividade do condicionamento. No grupo controle as falhas na interface cerâmica – resina foram adesivas, enquanto que nos grupos tratados, as falhas foram coesivas. Os autores concluíram que o tratamento superficial da cerâmica com ácido fluorídrico e/ou silano melhora a união da resina à cerâmica com relação ao cisalhamento; o agente de silanização tem importante função na união resina cerâmica; a resistência à fratura da cerâmica dental parece ser alterada pela resina cimentante; a operação da diluição da resina composta Silux plus usada com cimento tem desempenho igual àquelas disponíveis comercialmente; e, que o silano Scotchprime ceramic primer tem melhor resistência de união do que o Porcelain repair primer.

A rugosidade superficial da cerâmica foi estudada, em 1992, por **PATTERSON et al.**, verificando a eficácia dos sistemas para polimento da cerâmica. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em grupos que

receberam os seguintes tratamentos superficiais: a) glaze; b) glaze mais polimento utilizando estojo para acabamento; c) acabamento com broca diamantada com tarja vermelha (30 μ m); d) acabamento com broca diamantada com tarja amarela (15 μ m); e) acabamento igual ao "c" mais repolimento com estojo para acabamento; f) acabamento igual ao "d" mais repolimento com o kit. Após os tratamentos dos corpos-de-prova, os autores verificaram a rugosidade superficial utilizando um perfilômetro Talysurf 5 P-120 e microscopia eletrônica de varredura. Os autores observaram que os corpos-de-prova menos rugosos foram aqueles que receberam os tratamentos "a" e "b", seguido "f", "d", "e" e o mais rugoso foi o que recebeu o tratamento "c".

SWIFT et al., em 1992, avaliaram vários métodos para tratamento superficial de compósitos de uso indireto, com o objetivo de melhorar a união ao esmalte. Para isso, trinta molares humanos tiveram suas faces proximais preparadas com um disco de diamante. Sessenta amostras de compósito da resina composta híbrida (Herculite XRV, Kerr) foram confeccionadas através da inserção do material em um molde plástico de 3 mm de diâmetro e 4 mm de altura. Quarenta destas amostras foram abrasionadas com óxido de alumínio de granulação 50 μ m (Microetcher, Danville Engineering, Danville, CA, USA) durante 10 segundos. Vinte destas amostras foram condicionadas com ácido fluorídrico a 9,6 %, as amostras remanescentes foram condicionadas com o mesmo ácido sem abrasionamento com óxido de alumínio. Os dentes foram divididos em grupos

para união e a superfície de esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% durante 20 segundo. O adesivo foi aplicado (Bondlite, Kerr), e em seguida, o cimento resinoso (Porcelite Dual – Cure, Kerr) foi preparado de acordo com as instruções do fabricante e aplicado a superfície do compósito e do esmalte. Metade das amostras de cada grupo foram armazenadas durante sete dias e outra metade foi submetida a 500 ciclos térmicos. A seguir, a resistência de união foi mediada utilizando-se uma máquina de ensaio universal (Instron Model TT-D, Canton, MA, USA), com velocidade de 0,5 mm/min. Na segunda parte do estudo, quarenta amostras de compósito foram confeccionadas com descrito. Vinte amostras foram abrasionadas e vinte tratadas com ácido fluorídrico. Destas, a metade de cada grupo foi tratada com um agente de silanização (Command Ultrafine Porcelain Repair bonding System, Kerr). As amostras foram cimentadas como já descrito e submetidas a ciclagem térmica. Os testes de resistência de união foram realizados da mesma maneira que na primeira parte do estudo. Os autores concluíram que as resinas compostas para restaurações indiretas podem ter sua resistência de união ao esmalte aumentada através do uso de jateamento com óxido de alumínio; que a silanização pode melhorar a união proporcionada pela abrasão com o óxido de alumínio; que o condicionamento com ácido fluorídrico não é recomendado, por reduzir significativamente a resistência de união.

ALEXANDER et al., em 1993 avaliaram a resistência de união de bráquetes fixados com três materiais: um fotopolimerizável (Transbond XT), um

quimicamente polimerizado (Concise) e um de polimerização dual (Crypsis). Após condicionamento da superfície do dente com ácido fosfórico, lavagem e secagem, os bráquetes foram fixados sobre os dentes com pressão manual suficiente para promover escoamento do material fixador. A polimerização foi efetuada de acordo com cada agente fixador. Após a polimerização os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de cisalhamento numa máquina de ensaio universal Instron. Os resultados mostraram que o Concise apresentou resistência de união estatisticamente superior aos outros dois agentes fixadores.

ANUSAVICE, em 1993, relata que o interesse pela cerâmica foi controverso em função do pouco conhecimento de suas características de manipulação e a falta de métodos apropriados para usufruir suas propriedades favoráveis, por isso a sua utilização oscilou através dos anos, com influência do aparecimento de outros materiais alternativos.

ROSENTIEL et al., em 1993, avaliaram a resistência de união de ionômero de vidro (IV), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (IVMR) e resina composta (RC) à cerâmica. Foram confeccionados 33 corpos-de-prova para cada material. Os corpos-de-prova foram confeccionados com cerâmica Dicor-MGC-Dentsply. A superfície da cerâmica foi condicionada por 30 segundos com Dicor Etching Gel (Dentsply), lavada e duas camadas de silano foram aplicadas. O grupo (RC) foi o controle. Sobre a superfície da cerâmica foram confeccionados cilindros com 8 mm de diâmetro por 3 mm de altura com

cada material. Em seguida, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência de união ao cisalhamento. Os resultados mostraram que o (IVMR) apresentou resistência de união ao cisalhamento sem diferença estatística significativa comparado com o grupo controle (RC). O grupo com o (IV) apresentou resultados inferiores.

SULIMAN et al., em 1993, avaliaram o efeito de diferentes tratamentos superficiais na resistência de união entre resina composta e cerâmica. Foram confeccionados 60 botões de cerâmica Vita VMK (1 cm de diâmetro por 0,5 cm de espessura) em um molde metálico bipartido. Após a sinterização, foram polidos com lixa 400 e 600 para obter uma superfície lisa, divididos em 4 grupos de 15 conforme tratamento superficial: Grupo I: Asperização com broca diamantada, Grupo II: Condicionamento com ácido hidrófluorídrico 9,6 % por 1 minuto, Grupo III: jateamento com óxido de alumínio (partículas de 50 micrometros) por 15 segundos; e, Grupo IV: combinação dos tratamentos dos grupos I e II. Em seguida, foi aplicado silano em todos os discos. Cada grupo foi dividido em 3 sub-grupos (n=5) para união com 3 sistemas adesivos diferentes (Amalgambond, All bond 2 e Clearfil Porcelain Bond). Posteriormente, a resina composta híbrida (APH – Dentsply) foi unida em todos os discos e polimerizada por 20 segundos. Após termociclados por 500 vezes, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Instron até que a fratura ocorresse. O tipo de fratura predominante foi coesiva em cerâmica e resina. A análise estatística revelou que o agente de união

foi o único fator estatisticamente significativo na resistência e que o Clearfil porcelain bond registrou resistência de união estatisticamente superior ao Amalgambond e semelhante ao All bond 2.

YEN et al., em 1993, avaliaram a resistência flexural das porcelanas feldspáticas e de vidro fundível após o condicionamento ácido. Cinquenta amostras de cada material com 13 mm X 8 mm X 1mm foram submetidas a 5 diferentes tempos de condicionamento (dez para cada grupo): 0 = sem condicionamento; A = 0,5 minuto; B = 1 minuto; C = 2,5 minutos; e, D = 5 minutos. Para a porcelana feldspática foi aplicado ácido hidrófluorídrico e para cerâmica de vidro (biofluoreto de amônia). Após o condicionamento as amostras foram lavadas, aplicado o silano e o cimento resinoso. Em seguida, as amostras foram armazenadas em água destilada por uma semana. Percorrido este tempo, as amostras foram submetidas ao teste de flexão de três pontos numa máquina Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. foi realizado o teste de flexão de três pontos. Amostras representativas de cada material foram para análise em MEV. Os autores concluíram que a topografia de superfície foi alterada após o condicionamento para as duas cerâmicas. O tempo de condicionamento não afetou a resistência das cerâmicas.

Em uma revisão sobre os avanços nos métodos adesivos para união de aparelhos ortodônticos aos materiais restauradores **ZACHRISSON & BUYUKYILMAZ (1993)** citaram a ineficiência do condicionamento com ácido

fosfórico da superfície de cerâmica e levantaram também os perigos e riscos com a utilização do ácido hidrófluorídrico embora seja o tratamento superficial mais utilizado. Entre os condicionamentos, os autores citam a utilização do silano após alteração superficial para produzir união química entre a cerâmica e a resina. Estes autores recomendavam para colagem de bráquetes: remoção do glaze com óxido de alumínio por 2 a 4 segundos, condicionamento com ácido hidrófluorídrico por 2 minutos, aplicação de duas camadas de silano e fixação do bráquete com resina a base de bis-GMA.

CORRER SOBRINHO et al., em 1994, avaliaram a intensidade de luz emitida por aparelhos fotopolimerizadores comerciais. A intensidade de luz foi medida utilizando Curing Radiometer Model 100 (Demetron Research Corporation, USA) na faixa de 0 a 1000 mW/cm². Foram medidas intensidade de luz emitidas por aparelhos de diversas marcas comerciais existentes em 100 consultórios odontológicos particulares da região de Piracicaba e Ribeirão Preto. Foram feitas três leituras para cada aparelho com intervalos de 20 segundos. Com base nos resultados, os autores concluíram que apenas 5% dos aparelhos fotopolimerizadores apresentavam intensidade de luz com intensidade adequada.

FRICKER & ADULT, em 1994, avaliaram clinicamente por 12 meses a fixação de bráquetes com cimento de ionômero de vidro para união e resina composta. O critério de seleção foi realizado para que não houvesse interferência oclusal em qualquer bráquete unido e sim apenas as forças de terapia ortodôntica.

Os segmentos anteriores e posteriores foram divididos em quadrantes, sendo metade dos bráquetes fixados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji Ortho LC e metade com resina composta System 1+, para todos os pacientes. Os dentes selecionados para fixação com Fuji Ortho LC receberam tratamento com ácido poliacrílico (GC, Japan) de acordo com as recomendações do fabricante. Os bráquetes foram posicionados e o ionômero de vidro polimerizado por 20 segundos em cada margem (mesial, distal, incisal e cervical). Os bráquetes restantes foram fixados com resina composta fotopolimerizável System 1+. Os fios foram colocados de 15 a 20 minutos após a fixação do último bráquete. As falhas dos bráquetes foram então monitoradas por 12 meses com acompanhamento e ajustes realizados de 4 em 4 semanas. Os resultados mostraram que dentro do período de acompanhamento houve duas falhas de bráquetes fixados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (3,3%) e uma com bráquete fixado com resina composta (1,6%). Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Fuji Ortho LC teve um desempenho clínico comparável à resina composta, porém superior ao ionômero de vidro convencional.

LATTA & BARKMEIER, em 1994, avaliaram a resistência de união de um cimento resinoso unido a um material para confecção de restaurações indiretas de resina composta através do uso de diferentes tratamentos superficiais do compósito. Foram confeccionadas sessenta amostras do compósito Triad (Dentsply) medindo aproximadamente 3 mm de altura por 11 mm de comprimento

e 11 mm de largura com auxílio de um molde metálico. Após uma polimerização inicial, as amostras foram removidas do molde e polimerizadas em uma unidade de polimerização Triad 200 (Dentsply). Cada amostra foi polimerizada durante 7 minutos. A superfície dos blocos de resina composta foram preparadas com lixas de granulação 600. As amostras foram divididas em seis grupos de 10 para o tratamento superficial e união ao cimento resinoso. Grupo 1 – nenhum tratamento; grupo 2 – 20% de ácido hidrofúorídrico por sessenta segundos seguidos de lavagem e secagem; grupo 3 – aplicado biofluoreto de amônio durante 60 segundos seguidos de lavagem e secagem; grupo 4 – aplicado resina fluida (Prisma Universal Bond – Dentsply) fotopolimerizada por 10 segundos ; grupo 5 – A superfície foi abrasonada com óxido de alumínio 50 μm com pressão de 50 psi; grupo 6 – a superfície foi abrasonada com óxido de alumínio 50 μm com pressão de 50 psi e em seguida foi aplicado uma resina fluida (Prisma Universal Bond – Dentsply); grupo 7 – foram preparados molares humanos tratados com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, seguidos de lavagem e secagem. Cilindros de cimento resinoso (Dicor Ligth-actived wirh fluoride, Dentsply) foram cimentados às superfícies preparadas nos compósitos e dentes. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas antes do ensaio. As amostras foram adaptadas em uma máquina de ensaio universal Instron e submetidas a uma carga com velocidade de 5 mm por minuto até a ocorrência de fratura. A análise estatística dos resultados não demonstrou diferença significativa entre os grupos 1, 2 e 3, todavia, os grupos 5 e 6 diferiram destes. Não houve

diferença significativa entre os grupos 5 e 6 e entre os grupos 4 e 5. O exame das área de fratura demonstrou diferenças de padrão. Do grupo 1 ao 4 houve 100% de falhas adesivas entre o cimento e o compósito. O grupo 5 exibiu 50% de falhas coesivas do compósito, enquanto que para o grupo 6 houve 100% de falha coesiva do compósito. A análise da superfície das amostras do compósito através de MEV demonstrou para o grupo 1 uma superfície típica do resultado do abrasonamento com lixas de granulação 600. O exame das amostras do grupo 2 e 3 revelaram que o ataque ácido removeu partículas de vidro deixando cavitações na superfície, os traços abrasivos foram evidentes. O tratamento com óxido de alumínio não apresentou o mesmo tipo de superfície, mas irregularidade superficial; superior aos demais grupos. Os autores concluíram que o ataque ácido não efetivo na produção de altos valores de resistência de união ao cimento resinoso. O óxido de alumínio produziu uma superfície mecanicamente mais retentiva e resultou nos maiores valores de resistência de união, aproximando-se dos valores de união do compósito ao esmalte tratado com ácido fosfórico e ainda, que o uso de adesivo associado ao microjateamento resulta em valores maiores de resistência de união do que o jateamento isoladamente.

WHITLOCK III et al., em 1994, avaliaram a resistência de união de bráquetes cerâmicos à superfície de cerâmica utilizando três agentes de fixação sozinhos ou combinados com o silano. Sessenta bases de cerâmica (Ceramco II) foram condensadas e sinterizadas de acordo com as recomendações do fabricante. Antes da união, todas as amostras foram limpas com álcool, pedra

pomes e água, lavadas, secas com ar e limpas com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos. As 60 amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos de 20. O grupo I foi fixado com o Concise (3M) e os grupos II e III unidos com sistema no-mix e fotopolimerizado respectivamente. O silano foi aplicado em metade de cada grupo. As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento 10 minutos após a colagem. Após análise dos resultados, os autores concluíram que houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras com e sem aplicação do silano. A aplicação de silano com qualquer dos fixadores resultou em resistência de união ao cisalhamento igual àquelas relatadas na literatura. Nenhuma diferença foi encontrada entre os três sistemas adesivos.

ZELOS et al., em 1994 avaliaram a efetividade “in vitro” do sistema de união e o método de remoção, após a remoção de bráquetes sobre dois sistemas cerâmicos. Um total de 200 dentes de cerâmica em forma de incisivo central superior direito foram confeccionados, sendo metade com cerâmica Ceramco (Ceramco Inc) e outra com Vita VMK 68 (Vident). Dois tipos de bráquetes foram testados Transcend 2000 (Unitek) e bráquete cerâmico American 20/20 (American Orthodontic). E dois agentes fixadores: Ormco porcelain Primer (Ormco) com Concise ortodôntico (3M) e Scotchprime porcelain e Transbond (ambos 3M). Após fixação dos bráquetes, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de tração e de cisalhamento numa máquina de ensaio universal. A remoção manual através de um instrumento Transcend serie 2000 também foi realizado. Os resultados mostraram que, o teste de cisalhamento foi superior ao

teste de tração para todas as combinações. O teste de resistência ao cisalhamento apresentou 42% de falha coesiva da cerâmica enquanto a tração não resultou em nenhuma falha coesiva nesta superfície, o mesmo resultado foi obtido para a remoção manual. A combinação Ormco-Concise apresentou valores significativamente mais altos do que Scotchprime-Transbond.

DELLA BONA & VAN NOORT, em 1995, compararam os testes de resistência à tração e ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica. O teste de cisalhamento foi dividido em três grupos: I – um cilindro de cerâmica de 10 mm de diâmetro por 3 mm de altura (material base) foi unido a um cilindro de resina composta (APH – Dentsply) de 4 mm de altura por 3 mm de diâmetro, utilizando um adesivo (Prisma APH – Dentsply); no grupo II – foi feita uma inversão entre o disco de cerâmica e o de resina; e, no grupo III todo o conjunto a ser cisalhado foi feito de resina composta. Um cinzel foi utilizado para a realização do teste de cisalhamento colocando-o mais próximo possível da área de união. Foi feito também análise de elemento finito para verificar o tipo e local de concentração de tensões no corpo-de-prova. O teste de tração foi realizado entre dois discos de cerâmica unidos com o mesmo adesivo e resina utilizados no cisalhamento. Os resultados do teste de cisalhamento mostraram que o grupo I apresentou um valor significativamente menor que os outros dois grupos e análise de elemento finito evidenciou uma concentração de tensão no material base próximo ao local de aplicação da carga e que isso avalia muito mais a resistência coesiva do material de base do que a interface adesiva. Para o teste de tração houve a maioria de

falha na interface adesiva. Os autores concluíram que o teste de tração é mais indicado para avaliar a resistência de união entre cerâmica e resina.

FERRACANE, em 1995, fez um relato das propriedades da cerâmica odontológica, onde cita que a dureza das cerâmicas excede a do esmalte em aproximadamente 30%, possuem alto módulo de elasticidade, são altamente friáveis e têm baixa resistência à tração. Isto ocorre em função da tensão existente entre os átomos na estrutura do material devido ao arranjo desorganizado entre os mesmos.

OESTERLE et al., em 1995, avaliaram se aumento no tempo de polimerização e de espera antes de aplicação de carga afetariam a resistência de união de adesivo ortodôntico polimerizado por luz. Foram utilizados 100 dentes incisivos mandibulares bovinos, incluídos em resina acrílica e divididos em 10 grupos de 10 dentes cada. As superfícies vestibulares de todos os dentes foram condicionadas com ácido fosfórico por 30 segundos, lavadas e secas com jatos de ar. Metade dos bráquetes foram fixados à superfície dos dentes com o adesivo ortodôntico Transbond XT (3M) e fotopolimerizados por 10 segundos na mesial e 10 segundos na distal e a outra metade fotopolimerizada por 20 segundos cada região. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina Instron com a força sendo aplicada paralela à base do bráquete com um tempo de espera de 2, 5, 20, 30 minutos e 24 horas após a fixação. Os resultados mostraram que, para os corpos-de-prova

polimerizados por 40 segundos a resistência ao cisalhamento foi superior aos 20 segundos de exposição e o aumento no tempo de espera após a polimerização também aumentou a resistência para todos os grupos.

De acordo com **SILVA FILHO et al.**, em 1995, a literatura concede unânime e ampla consagração na cimentação de bandas ortodônticas com os cimentos de ionômeros de vidro, devido a associação de suas propriedades básicas e biológicas preventivas. No entanto, a viabilidade da colagem direta com estes cimentos ainda não é concreta, em virtude da resistência à tração destes cimentos ser inferior ao das resinas compostas de uso rotineiro na fixação de bráquetes ortodônticos. Com intuito de testar novos materiais a base de ionômero de vidro, selecionou o Vitrebond, um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável, para colagem direta de bráquetes ortodônticos. Foram utilizados 120 dentes pré-molares humanos, separados em 6 grupos de 20 dentes, divididos aleatoriamente por diferentes materiais (Concise ortodôntico, Vitrebond, Vitrebond com condicionamento ácido) e por tempo (10 minutos e 24 horas). A resistência desses materiais ao cisalhamento foi testada numa máquina de ensaio universal Instron e os resultados analisados estatisticamente, mostrando que houve diferença significativa no comportamento entre os diferentes materiais e tempos ($p < 0,01$). O concise ortodôntico foi superior ao Vitrebond independente da variável condicionamento ácido do esmalte empregado para o Vitrebond e também mostrou-se com valores superiores no tempo de 24 horas. Não houve diferença no comportamento entre o Vitrebond com ou sem condicionamento ácido,

independente do tempo. Dessa forma concluímos que, frente aos resultados laboratoriais, o Vitrebond apresentou-se com resistência ao cisalhamento inferior ao Concise ortodôntico.

Segundo **SILVERMAN et al.**, em 1995, alguns estudos relatam as vantagens do cimento de ionômero de vidro, para a colagem de bráquetes ortodônticos aos dentes. Entretanto, as falhas tem sido maior do que com os procedimentos convencionais. Um novo cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável (Fuji Ortho LC) exibiu todas as qualidades necessárias para colagem de bráquetes, sem necessidade de ataque ácido e na presença de saliva. A resistência às forças de tensão exibidas por esse cimento são suficientes para resistir às forças necessárias para mover o dente. Os procedimentos de descolagem são completamente isentos de danos para a superfície do esmalte. Na remoção do bráquete, não se observou descalcificação em nenhum dente. O índice de insucesso com o cimento de ionômero de vidro ficou no patamar de 3,2%. Tanto a redução no tempo de trabalho para a remoção dos bráquetes, como a facilidade para dentista e paciente, poderão fazer do cimento de ionômero de vidro fotoativado a melhor escolha para técnicas de colagem.

Em 1996, **KATO et al.**, avaliaram a resistência de união de seis sistemas de união à cerâmica. Discos de cerâmica feldspática (G-Cera Cosmotech II, GC-Corp) foram utilizados como substrato, cinco Primers cerâmicos e seis resinas foram avaliados (Combinando primer e resina do mesmo fabricante).

Todos os discos de cerâmica foram jateados com óxido de alumínio com partículas de 50 µm antes da aplicação do silano. Os discos foram cimentados um ao outro, com resina composta correspondente ao silano aplicado. Dez pares de amostras para cada sistema foram preparados: (1) Clearfil Porcelain Bond com Panavia 21; (2) com Panavia EX; (3) G-Cera Cosmotech II Primer com a resina composta do mesmo nome; (4) Imperva Porcelain Primer com o Imperva Dual; (5) Porcelain Liner M Primer com o Super-Bond C&B; e, (6) Tokuso Ceramic Primer com o Bistite Resin Cement. Metade das amostras ficaram armazenadas em água a 37° C por 24 horas e o restante termocicladas por 20.000 vezes entre 4° a 60 ° C. O ensaio de resistência de união ao cisalhamento foi realizado numa máquina universal a velocidade de 0,5 mm/minuto. Os resultados mostraram que a resistência foi afetada pelo tipo de sistema de união, termociclagem e sua combinação. Todos os sistemas exceto o Porcelain Liner M e Super-Bond C&B mostraram resultados inferiores após termociclagem.

ZACHRISSON et al., em 1996, avaliaram a resistência de união entre bráquetes ortodônticos e cerâmica, com diferentes tratamentos superficiais. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova em cerâmica medindo 9 x 6 x 1,5 mm e divididos em 6 grupos de 10 conforme tratamento superficial: Grupo (1) e (2) controle, (3) aplicação de silano (Scotchprime), (4) silano do All Bond 2, (5) condicionamento com ácido hidrófluorídrico (HF) a 9,6 %, por 4 minutos; e, (6) condicionamento com flúor fosfato acidulado gel por 2 minutos. Um total de 120

bráquetes (2 bráquetes por corpo-de-prova) com área de 9,4 mm² foram fixados: nos grupos (1) e (2) com resina composta Concise e Adesivo Superbond C& B com o componente 4-META (Parkell) respectivamente, e os grupos (3) a (6) com Concise. Para efeito comparativo foram fixados bráquetes em incisivos centrais inferiores humanos após condicionamento com ácido fosfórico a 37% com o Concise. Os bráquetes foram removidos por tração numa máquina de ensaio universal, com velocidade de 1 mm/minuto. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união à tração entre as amostras condicionadas com ácido hidrófluorídrico e tratada com silano (Scotchprime) e (All Bond 2) e que nenhuma dessas médias foram diferentes daquela entre o esmalte e o Concise, mas, o flúor fosfato acidulado foi estatisticamente inferior. Os autores concluíram que, embora os resultados fossem relevantes do ponto de vista clínico, as cargas aplicadas "in vitro" não são as mesmas que ocorre clinicamente, pois na cavidade oral existe carga de tração, cisalhamento e torção combinadas.

Em 1997 **CAPELOZZA FILHO et al.**, avaliaram a resistência à tração de bráquetes colados com uma resina composta (Concise) e cimento de ionômero de vidro (Fuji Ortho LC). Foram utilizados 28 pré-molares divididos em 2 grupos. Em cada grupo, os bráquetes foram colados seguindo as especificações do fabricante de cada material e conservados em saliva artificial por 72 horas, quando então foram realizados os testes de tração na máquina de ensaios Kratos. Através da análise estatística dos resultados, utilizando-se o teste "t" de Student, foi

possível concluir que a resistência à tração dos dois materiais testados não mostrou diferença estatisticamente significativa. Portanto, o cimento de ionômero de vidro se mostrou neste aspecto, equivalente a um material universalmente utilizado na clínica ortodôntica, o Concise. A partir desta constatação, considerando outras qualidades, o cimento de ionômero de vidro Fuji Orto LC deveria ser visto como opção viável para colagem direta de bráquetes, por todos os profissionais envolvidos, com princípios de prevenção na prática ortodôntica.

VALLITTU & FORSS, em 1997, avaliaram a força de união de cimento de ionômero de vidro convencional (Fuji II – GC) e modificado por resina (Vitremmer – 3M Dental) à superfície de cerâmica (Celay – Vita). Amostras com (15 mm de comprimento por 9 mm de diâmetro) foram confeccionadas com cerâmica. A superfície das amostras foram submetidas a três tipos de tratamento: asperização com broca diamantada de granulação média, asperização, limpeza com ácido fosfórico a 32% e aplicação de um agente de silanização comercial; asperização, limpeza com ácido e aplicação de agente silano polimerizado a 100° C, por 2 horas. Os cimentos de ionômero de vidro foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e por meio de um tubo plástico (20 mm de comprimento por 5mm de diâmetro) foram unidos à superfície da cerâmica. A resistência entre os materiais foi avaliada através de um teste de flexão de três pontos com a carga sendo aplicada na região de união entre o cimento e a cerâmica numa máquina de ensaio a velocidade de 120mm/minuto. Os autores concluíram que a união entre os cimentos e a cerâmica pode ser melhorada

através de aplicação do silano; o silano aplicado com calor teve resistência superior ao comercial aplicado a frio; e o cimento modificado por resina foi superior ao convencional. Os autores também relataram que o melhor desempenho do ionômero convencional com a utilização de silano se deve à melhora de capacidade de escoamento do cimento na superfície da cerâmica potencializada pelo silano. Já, para o cimento modificado se deve à união química da parte monomérica do silano com o monômero presente neste cimento.

Em 1998, **CHEN et al.**, avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento ácido de uma cerâmica, na resistência ao cisalhamento e topografia superficial. Cinquenta e quatro retângulos (10 mm x 8 mm x 2,5 mm de espessura) da cerâmica (Cerec II Vitablocs – Vita, Alemanha) e cinquenta e quatro discos (8 mm de diâmetro x 2,5 mm de espessura) da mesma cerâmica foram condicionados com ácido hidrófluorídrico a 5% em cinco tempos: 0, 5, 30, 60, 120 e 180 segundos. Amostras representativas de cada tempo de condicionamento foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura para verificar a topografia. Cada bloco retangular foi unido a cada disco cerâmico com cimento resinoso. O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado numa máquina de ensaio Universal. Os resultados mostraram que o aumento do tempo de condicionamento aumentou a resistência ao cisalhamento e as imagens eletrônicas mostraram que um tempo de condicionamento de 2 minutos (120 segundos) apresentou o melhor padrão de condicionamento com cavitações bem distribuídas e não comprometeria a resistência do material.

GILLIS & REDLICH, em 1998, analisaram o efeito de diferentes técnicas de condicionamento da cerâmica empregando MEV, na resistência de união ao cisalhamento de bráquetes de aço inoxidável e determinaram o tipo de falha. Noventa e quatro facetas de cerâmica Ceramco II (Ceramco) foram confeccionadas e divididas em três grupos: 1 - asperização com broca diamantada; 2 - jateamento com óxido de alumínio; e, 3 - condicionamento com ácido hidrofúorídrico 8% (HF), por 4 minutos. Cada grupo foi dividido em 3 sub-grupos para cimentação dos bráquetes: I – silano+Right-On (TP-Orthodontic); II – Silano+Concise (3M); e, III – HQB (BJMLaboratories-Israel) sem silano. Amostras representativas de cada condicionamento foram analisadas em MEV. O Teste de cisalhamento foi realizado numa máquina de ensaio universal a velocidade de 0,5 mm/minuto após armazenagem em solução salina a 37° C por 72 horas. A MEV mostrou que o HF condicionou mais profundamente a cerâmica e o jateamento mostrou imagem de erosão superficial diferente da ponta diamantada com sulcos mais profundos e da cerâmica glazeada com superfície lisa. Quando diferentes técnicas de condicionamentos foram avaliadas para o silano + Right-On nenhuma diferença foi encontrada, já para silano + Concise a ponta diamantada não apresentou diferença estatisticamente significativa para o HF e foi superior aos demais, para o HQB o HF foi significativamente maior que os outros tratamentos. A análise macroscópica da superfície após a remoção dos bráquetes causou danos severos com silano + Concise. Os autores concluíram que a união de bráquetes de aço inoxidável à cerâmica depende tanto do condicionamento quanto do

adesivo e a superfície da cerâmica pode ser danificada pelo condicionamento e pela remoção.

KAMADA et al., em 1998 avaliaram a resistência ao cisalhamento de quatro resinas compostas à cerâmica e o efeito de diferentes tratamentos superficiais. Dois tamanhos de corpos-de-prova cerâmicos foram confeccionados (Cerec II, Vita) e receberam diferentes tratamentos de superfície: 1 - abrasão com lixa n.º 600 e limpeza ultra-sônica em acetona 99,5% (controle CT); 2 - aplicação de ácido fosfórico por 60 segundos e lavagem por 5 segundos após o controle AF; 3 - Aplicação de silano (Porcelain Bond- Kuraray) por 30 segundos e secagem por 5 segundos após controle SIL; e, 4 - associação dos tratamentos 2 e 3 após controle SILAF. Os autores justificam a não utilização do ácido hidrofúorídrico devido a problemas de saúde que este ácido poderia causar. Para unir os diferentes tamanhos de cerâmica um ao outro foram utilizados quatro agentes de cimentação: Super-Bond C& B, Panavia 21, Clapearl e Vita Cerec Dual Cement. Grupos teste de cada tratamento e cada resina foram subdivididos em sub-grupos de 5 amostras cada. Metade foi armazenada em água a 37° C, por 24 horas e metade termociclados 20.000 vezes de 4° a 60 ° C. As cerâmicas unidas foram incluídas em resina acrílica e o teste de cisalhamento foi realizado numa máquina de universal com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os resultados mostraram que o AF após CT não melhorou a resistência para nenhum dos agentes de cimentação, todavia o SIL e SILAF resultou em resistência de união significativamente maior que o CT e AF independente do agente de cimentação e para estes tratamentos

não houve diferença entre armazenagem e ciclagem térmica para todas as resinas exceto para o Super-Bond C&B. Os autores concluíram que o silano e a combinação silano ácido fosfórico melhoraram a resistência entre a cerâmica e resina composta.

FLORES et al., em 1999, compararam a resistência de união de bráquetes ortodônticos à superfície dental utilizando cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Ortho LC) com e sem condicionamento ácido do esmalte, e cimento resinoso como controle (Transbond XT – 3M Dental). Sessenta pré-molares foram divididos em 3 grupos de 20 dentes cada: Grupo I – ionômero de vidro modificado por resina com condicionamento ácido; Grupo II – o mesmo cimento sem condicionamento da superfície e Grupo III – resina fotopolimerizável (controle). As amostras foram armazenadas em água destilada a 37° C, por 7 dias antes da realização do teste. A resistência de união dos bráquetes foi avaliada em uma máquina de ensaio universal Instron com velocidade de 1mm/minuto. Os resultados mostraram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina com condicionamento ácido apresentou os mesmos valores de resistência de união que a resina. Já, o ionômero de vidro sem condicionamento não causou nenhuma alteração no esmalte, porém, sua resistência de união foi significativamente menor.

3 - PROPOSIÇÃO

Os trabalhos na literatura mostram que os materiais utilizados para a colagem de bráquetes à cerâmica dental apresentam resultados passíveis de comparação. Devido a substancial importância desse procedimento, o propósito desse estudo foi avaliar a resistência ao cisalhamento da união de bráquetes fixados à cerâmica dental considerando as variáveis:

1 – Materiais fixadores: resina acrílica quimicamente ativada (Concise Ortodôntico); cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável (Fuji Ortho LC); e, adesivo fotopolimerizável (Transbond XT);

2 – Tratamento de superfície: condicionamento com ácido fosfórico 37%, por 30 segundos; condicionamento com ácido hidrófluorídrico 10%, por 2 minutos; jateamento com óxido de alumínio, por 4 segundos; e, profilaxia com pedra pomes e água;

3 – Silanização: com e sem aplicação do silano.

4- MATERIAIS E MÉTODO

4.1- MATERIAIS

Foram utilizados neste estudo os seguintes materiais, mostrados na Tabela 1.

Tabela 1- Materiais utilizados no estudo.

MATERIAL	FABRICANTE
Concise Ortodôntico	3M do Brasil
Fuji Ortho LC	GC
Transbond XT	3M do Brasil
Scotchbond Ceramic Primer (Silano)	3M do Brasil
Bráquetes	Morelli
Cerâmica (Duceram)	Degussa
Ácido fosfórico 37%	Kerr
Ácido hidrófluorídrico 10%	Dentsply

4.2- MÉTODO

4.2.1- Confeção das amostras de cerâmica

Foram confeccionados 192 corpos-de-prova numa matriz metálica cônica rosqueável, com 2 mm de espessura, 7 mm de diâmetro na região de

superfície e 6 mm de diâmetro na região de fundo (Figura 1). O pó da cerâmica foi aglutinado com o líquido fornecido pelo fabricante e condensado por vibração na matriz metálica (figura 1). O excesso do líquido aglutinante foi removido com papel absorvente. O corpo-de-prova foi retirado da matriz e levado ao forno de cerâmica (EDG modelo FV-I, São Carlos, São Paulo, Brasil), onde foi realizado o processo de sinterização e esfriamento natural. O forno foi regulado para velocidade de aquecimento de 30° C por minuto. A temperatura de pré-aquecimento (T1-forno aberto) foi fixada em 620° C e a temperatura de queima (T2-forno fechado) em 940° C. Os corpos-de-prova permaneceram cerca de cinco minutos na posição T1 e 30 segundos em T2, com vácuo e 60 segundos sem vácuo. Após a confecção, os corpos-de-prova foram auto-glazeados.

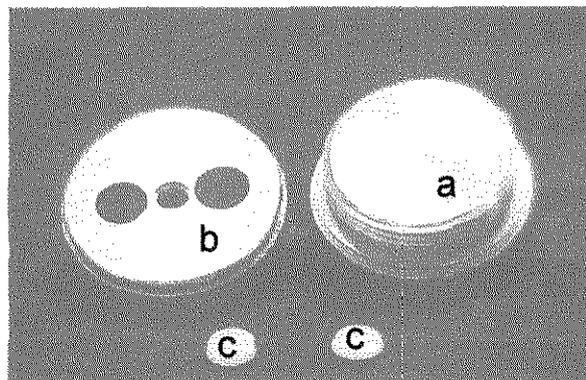


Figura 1 - Matriz metálica rosqueável: a – base da matriz, b - parte superior da matriz, c – corpos-de-prova.

4.2.2 – Fixação dos corpos-de-prova em resina acrílica

Inicialmente os corpos-de-prova foram posicionados no centro de um cilindro metálico, com 40 mm de diâmetro por 60 mm de altura, com um orifício de 6,5 mm de diâmetro por 1 mm de profundidade. O corpo-de-prova ficou adaptado no cilindro, de modo que, a base maior ficasse exposta 1mm (Figura 2). Uma rebaixo no cilindro metálico, estabelecendo uma superfície de 2 mm de altura por 20 mm de diâmetro, permitia a adaptação de um tubo de P.V.C com 30 mm de altura. Dessa maneira, o disco de cerâmica ficava centralizado na extremidade do tubo de P.V.C. (Figura 3). Em seguida, a resina acrílica ativada quimicamente de cor rosa Jet Set (Clássico, Artigos Odontológicos, São Paulo), proporcionada e preparada de acordo com as recomendações do fabricante, foi vertida no interior do tubo de P.V.C, na fase arenosa, sob vibração (Vibrator – USA). Após a polimerização da resina, o conjunto era removido do cilindro metálico. (Figura 4).

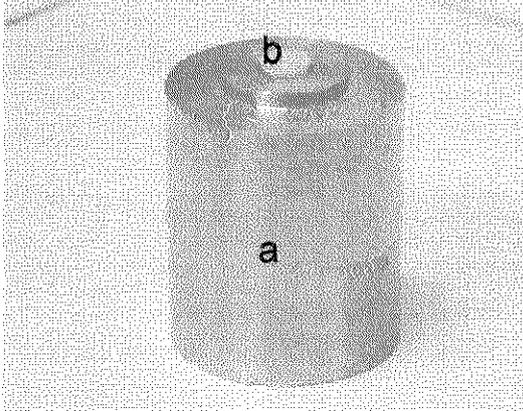


Figura 2: **a** – Cilindro metálico
b – Disco de cerâmica.

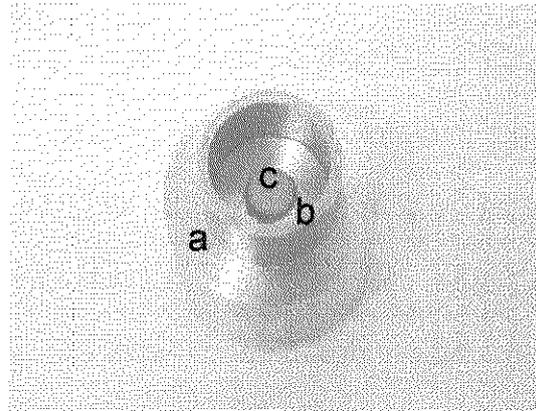


Figura 3: **a** – Cilindro metálico
b – Tubo de P.V.C, e
c – Disco de cerâmica.

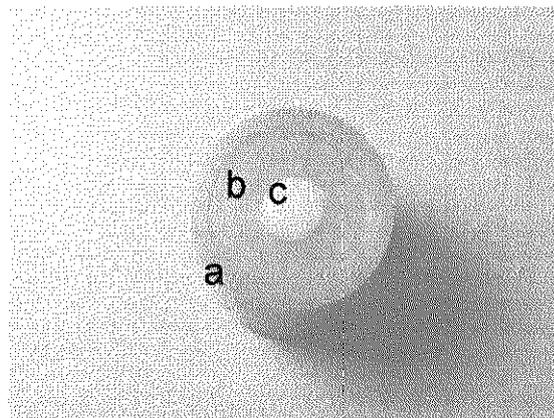


Figura 4: **a** – Tubo de P.V.C.
b – Resina acrílica
c – Disco de cerâmica

Os 192 corpos-de-prova foram divididos em quatro grupos de 48 unidades, conforme o tratamento de superfície proposto (Quadro I).

Grupo I: condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos.

Grupo II: condicionado com ácido hidrofúorídrico a 10% por 2 min.

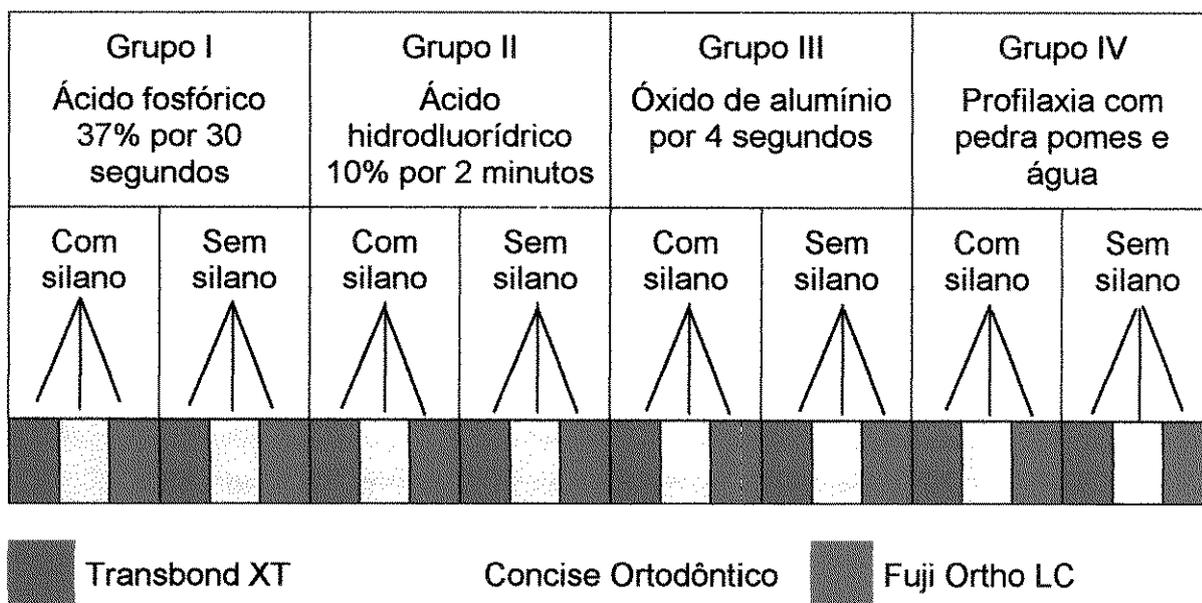
Grupo III: jateado com óxido de alumínio por 4 segundos (partículas de 50 µm), em aparelho Microetching engineering.

Grupo IV: submetido à profilaxia com pasta de pedra pomes e água.

Dentro de cada grupo, 24 corpos-de-prova receberam aplicação do agente de silanização e 24 não.

Três cimentos foram utilizados para a fixação dos bráquetes à cerâmica dental para cada grupo (com e sem silano) perfazendo um total de 64 fixações por cimento.

Quadro I – Divisão esquemática dos corpos-de-prova conforme a interação tratamento, cimento e silano.



Para a realização da cimentação, o tubo de P.V.C. com o corpo-de-prova, foi posicionado em uma base metálica sextavada externamente, com diâmetro interno de 20,5 mm. O tubo de P.V.C. foi inserido em um suporte, e então fixado por meio de dois parafusos laterais. O conjunto foi fixado ao suporte metálico preso à bancada de trabalho, através de parafusos (Figura 5).

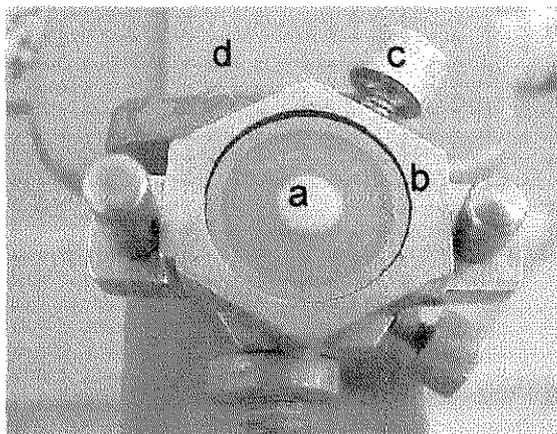


Figura 5 – a) Corpo-de-prova; b) base metálica; c) parafuso lateral; d) suporte metálico.

4.2.3 - Tratamento superficial da cerâmica

A superfície da cerâmica foi condicionada conforme o Quadro II:

Quadro II – Tratamento superficial da cerâmica

GRUPO	TRATAMENTO
I	Ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, lavados por 30 segundos e secos com jato de ar livres de óleo e umidade.
II	Ácido hidrófluorídrico 10% durante 2 minutos, lavadas por 30 segundos e secos com jato de ar livres de óleo e umidade.
III	Jateamento com óxido de alumínio(50µm) por 4 segundos, lavadas por 30 segundos e secas com jato de ar livre de óleo e umidade.
IV	Profilaxia com escova tipo Robinson e pasta pedra pomes e água, secas com jato de ar livre de óleo e umidade.

Após o tratamento superficial da cerâmica foi aplicado 3 camadas do agente de silanização Scotchprimer Ceramic Primer e seco com jatos de ar, por 15 segundos, em metade dos corpos-de-prova, ou seja 96.

4.2.4. - Colagem dos bráquetes

4.2.4.1 - Concise ortodôntico

A seguir, sobre a superfície de 64 corpos-de-prova foi aplicado com pincel descartável a resina fluida do Concise ortodôntico (3M), em quantidades iguais dos líquidos A e B, proporcionados de acordo com as instruções do fabricante.

Posteriormente, quantidades iguais de pasta A e B foram espatuladas durante 10 segundos, de acordo com as instruções do fabricante, e aplicadas à superfície de colagem dos bráquetes. Com auxílio de uma pinça de apreensão, os bráquetes foram posicionados na região central da porcelana(figura 6), com pressão manual suficiente para adaptar o bráquete e promover o escoamento do material adesivo (ALEXANDER et al., 1993). O excesso de resina que ultrapassou a base do bráquete foi removido antes da polimerização, com sonda exploradora .

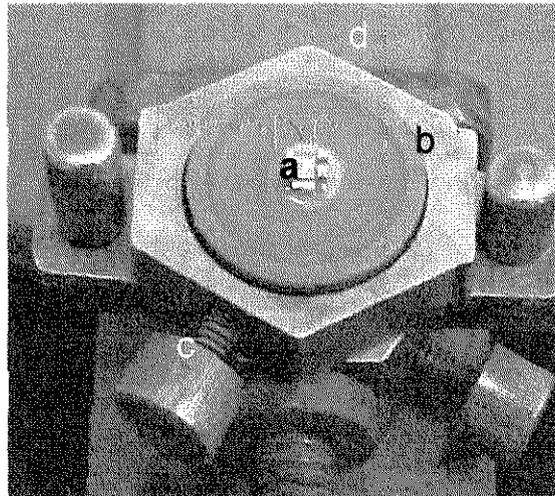


Figura 6 – a) Bráquete; b) base metálica; c) parafuso lateral; d) suporte metálico.

4.2.4.2 - Adesivo ortodôntico fotopolimerizável (Transbond XT)

Sobre a superfície da cerâmica foi aplicado o primer adesivo fotopolimerizável, com auxílio de um pincel, o qual foi submetido a leves jatos de

ar comprimido livre de óleo e umidade, durante 5 segundos e fopolimerizado por 10 segundos. O adesivo ortodôntico Transbond XT foi aplicado com espátula plástica na superfície de colagem do bráquete, o qual foi posicionado na região central do disco de cerâmica com auxílio da pinça para apreensão do bráquete, com pressão manual suficiente para adaptá-lo e facilitar o escoamento do excesso do material, posteriormente removido com sonda exploradora. A fotoativação foi efetuada por 40 segundos com um aparelho fotopolimerizador XL 3000 (3M), com intensidade de luz de 600mW/cm^2 , verificado num radiômetro (Demetron), de acordo com CORRER SOBRINHO et al. (1994); OESTERLE et al. (1995); NEWMAN et al. (1971). O feixe de luz foi posicionado em cada um dos lados do bráquete e fotopolimerizado por 10 segundos.

4.2.4.3 – Cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC

O cimento de ionômero de vidro Fuji Ortho LC (GC) foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante. Uma porção do pó com duas gotas de líquido foram manipulados por 25 segundos e aplicados à superfície de colagem dos bráquetes. Com auxílio da pinça de apreensão os bráquetes foram posicionados na região central do disco de cerâmica com pressão manual suficiente para adaptar o bráquete e promover o escoamento do material. O excesso de cimento de ionômero de vidro que ultrapassou a base do bráquete foi removido antes da polimerização, com sonda exploradora. A fotoativação foi

efetuada por 40 segundos, com fotopolimerizador XL 3000 (3M), com intensidade de luz de 600 mW/cm^2 verificada num aparelho radiômetro (Demetron) de acordo com CORRER SOBRINHO et al. (1994); OESTERLE et al. (1995) e NEWMAN et al. (1971). O feixe de luz foi posicionado em cada um dos lados do bráquete e fotopolimerizado por 10 segundos.

4.2.5 – Ensaio de resistência ao cisalhamento

O teste de resistência ao cisalhamento dos corpos-de-prova foi efetuado numa máquina de ensaio universal (Instron, Inglaterra), regulada para velocidade de tração de 1 mm/min. O cilindro de resina acrílica contendo cerâmica/ bráquete foi posicionado numa luva metálica, com 20,5 mm de diâmetro interno por 20 mm de altura, a qual foi fixada ao mordente superior da máquina de ensaio.

No bráquete foi colocado uma alça de fio ortodôntico, com 0,25 mm de diâmetro, com a extremidade presa no mordente inferior fixo (Figuras 8, 9 e 10). A posição do conjunto nos mordentes permitiu que o movimento de tração fosse paralelo à superfície da cerâmica, imprimindo esforço de cisalhamento na interface cerâmica/bráquete, tentando simular o que normalmente ocorre na boca, durante esforços mecânicos para movimentação dental.

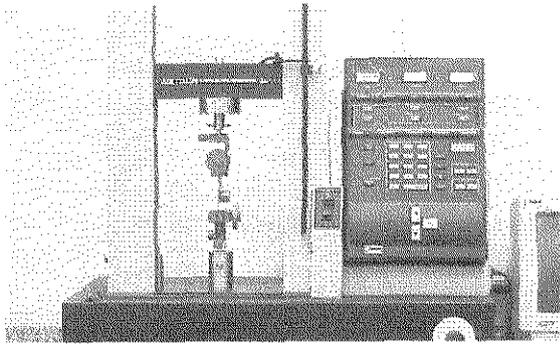


Figura 7. Máquina de ensaio Universal

Instron

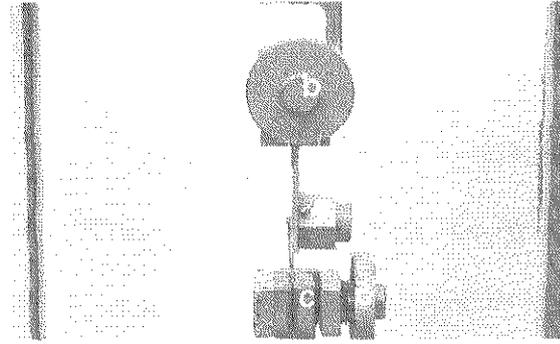


Figura 8. a – luva metálica

b – mordente superior

c – mordente inferior

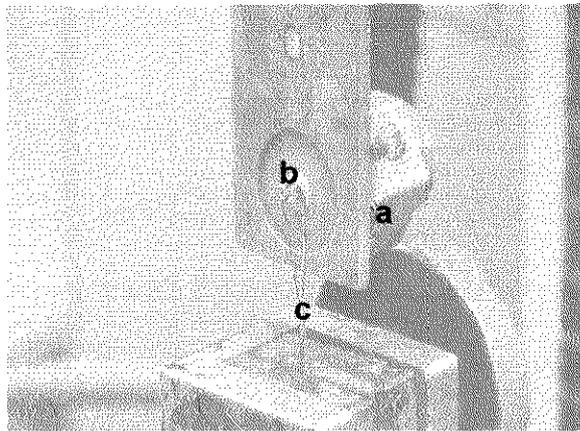


Figura 9 – a) Luva metálica; b) Corpo-de-prova; c) fio ortodôntico

O conjunto cerâmica/bráquete foi armazenado a 37° C em água destilada, por 24 horas antes dos testes.

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em kgf, em seguida, calculou-se o valor de resistência ao cisalhamento em kgf/cm^2 , através da seguinte fórmula:

$$R = \frac{F}{A}$$

R= Resistência ao cisalhamento

F= Carga necessária para o rompimento de união bráquete/cerâmica

A= Área de base do bráquete 0,28 cm²

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

6.2.6 - Análise da superfície fraturada em microscopia eletrônica de varredura.

Após a realização do ensaio de resistência ao cisalhamento, foram selecionadas através da lupa estereoscópica Carl Zeiss, amostras representativas de cada padrão de fratura dos corpos-de-prova, para análise em MEV, usando o equipamento LEO Elétron Microscopy (Texas Instruments). O objetivo foi examinar o tipo de falha da interface.

6.2.7 – Análise estatística

Para efeito de análise estatística, os seguintes fatores foram considerados: material de fixação, tratamento superficial e aplicação ou não do silano.

Os resultados de resistência ao cisalhamento foram submetidos aa análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey, ao nível de 5%.

5- RESULTADOS

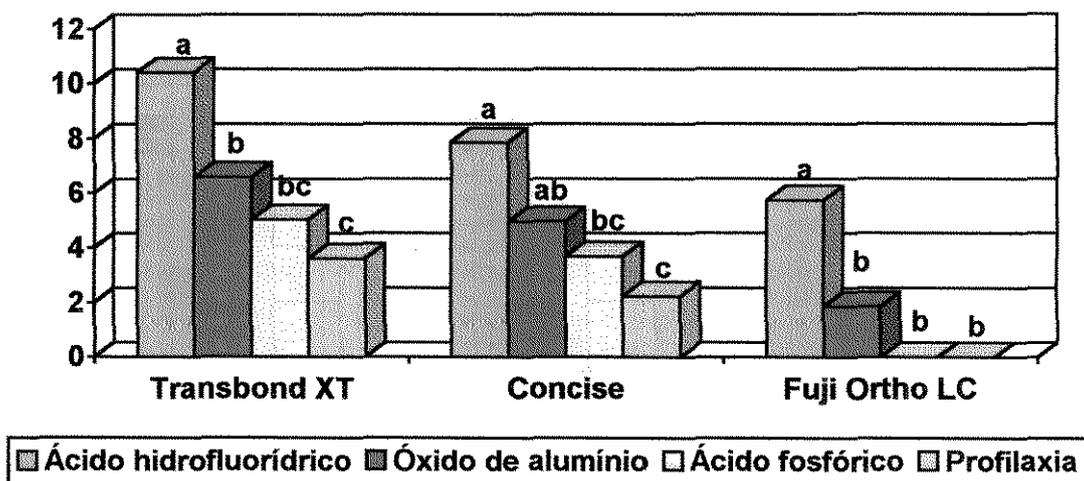
A Tabela 2 e Figura 10 mostram as médias de resistência ao cisalhamento da união bráquete/cerâmica submetidos a diferentes tratamentos superficiais, para cada material fixador, sem aplicação do silano. Observa-se que os resultados dos bráquetes fixados com o Transbond XT em superfícies condicionadas com ácido hidrófluorídrico foram estatisticamente superiores aos outros três tratamentos superficiais ($p < 0,05$). Já, a superfície tratada com o óxido de alumínio mostrou resultados de resistência ao cisalhamento superiores a profilaxia com pedra pomes e água ($p < 0,05$). Nenhuma diferença foi observada entre o jateamento com óxido de alumínio e o condicionamento com ácido fosfórico e entre o tratamento com ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água. Para o Concise, os bráquetes fixados sobre as superfícies condicionadas com o ácido hidrófluorídrico mostrou resistência ao cisalhamento estatisticamente superior ao ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água ($p < 0,05$). O óxido de alumínio mostrou resultados de resistência ao cisalhamento superiores à profilaxia com pedra pomes e água. Nenhuma diferença foi observada entre ácido hidrófluorídrico e óxido de alumínio, entre óxido de alumínio e ácido fosfórico e entre ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água. Já, para o Fuji Ortho LC, os bráquetes fixados sobre superfícies condicionadas com o ácido hidrófluorídrico foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos ($p < 0,05$), que não diferiram entre si.

Quando foi aplicado o silano (Tabela 3 e Figura 11), os bráquetes fixados com o Transbond XT sobre superfícies condicionadas com o ácido hidrofluorídrico mostraram valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente superiores às superfícies condicionadas com o ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água ($p < 0,05$). Nenhuma diferença foi observada entre as superfícies condicionadas com ácido hidrofluorídrico e óxido de alumínio e entre o óxido de alumínio, ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água. Para o Concise, não houve diferença estatística para os bráquetes fixados em superfícies condicionadas com ácido hidrofluorídrico, jateadas com óxido de alumínio e ácido fosfórico, porém estes foram estatisticamente superiores à profilaxia com pedra pomes e água. Para o Fuji Ortho LC, os bráquetes fixados sobre superfícies condicionadas com o ácido hidrofluorídrico foram estatisticamente superiores à profilaxia com pedra pomes e água ($p < 0,05$). Nenhuma diferença foi observada entre as superfícies condicionada com ácido hidrofluorídrico, jateadas com óxido de alumínio e ácido fosfórico, e entre o óxido de alumínio, ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água.

Tabela 2 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/ cerâmica fixados com 3 materiais para colagem, com diferentes tratamentos superficiais, sem aplicação do silano.

Tratamento Superficial	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa)		
	Transbond XT	Concise	Fuji Ortho LC
Ácido hidrofúorídrico	10,42 (1,30) a	7,85 (0,48) a	5,73 (0,29) a
Óxido de alumínio	6,59 (0,30) b	4,97 (0,73) ab	1,84 (0,45) b
Ácido fosfórico	5,03 (0,63) bc	3,68 (0,40) bc	0,00 b
Profilaxia	3,60 (0,59) c	2,22 (0,24) c	0,00 b

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Desvio padrão apresentado entre parênteses.



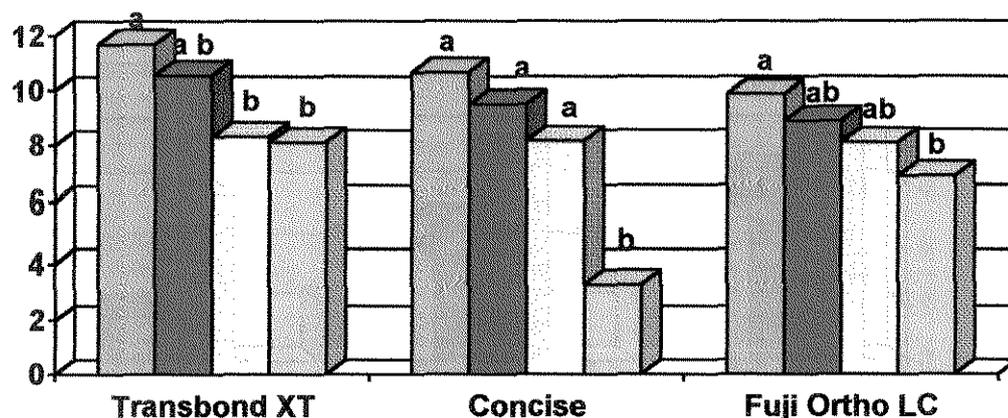
Barras seguidas por letras distintas minúsculas para cada material para colagem diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 10 – Ilustração gráfica, dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica fixados com 3 materiais para colagem, com diferentes tratamentos superficiais, sem aplicação do silano.

Tabela 3 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica fixados com 3 materiais para colagem, com diferentes tratamentos superficiais, com aplicação do silano.

Tratamento	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa)		
	Transbond XT	Concise	Fuji Ortho LC
Ácido hidrofúorídrico	11,69 (0,25) a	10,67 (0,71) a	9,88 (0,85) a
Óxido de alumínio	10,58 (1,02) ab	9,15 (0,59) a	8,87 (0,70) ab
Ácido fosfórico	8,30 (0,93) b	8,14 (1,13) a	8,07 (1,19) ab
Profilaxia	8,10 (1,44) b	3,31 (0,22) b	6,83 (0,79) b

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey. Desvio padrão apresentado entre parênteses.



■ Ácido hidrofúorídrico ■ Óxido de alumínio □ Ácido fosfórico □ Profilaxia

Barras seguidas por letras distintas minúsculas para cada material para colagem diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

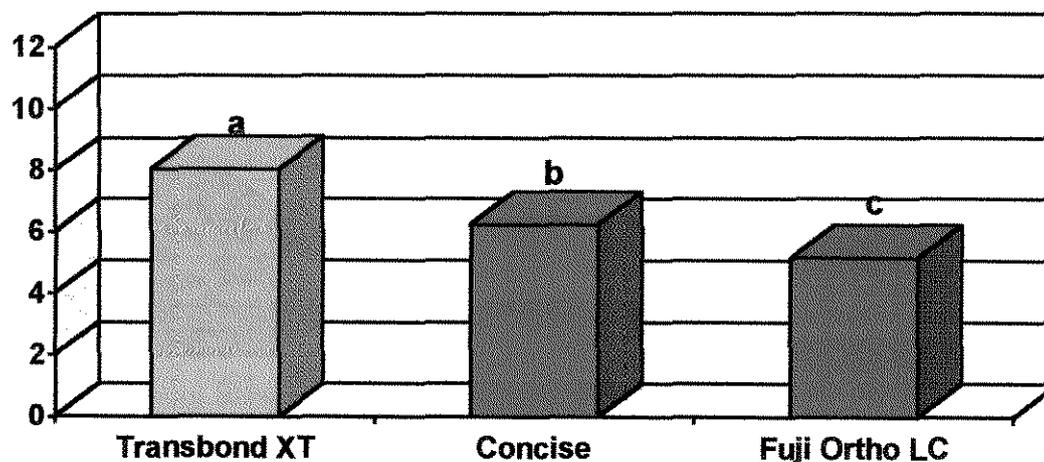
Figura 11 – Ilustração gráfica, dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica fixados com 3 materiais para colagem, com diferentes tratamentos superficiais com aplicação do silano.

A Tabela 4 e Figura 12, mostram as médias de resistência ao cisalhamento para cada material fixador independentes da silanização e do tipo de tratamento da superfície da cerâmica. Os valores médios obtidos com o Transbond XT foram estatisticamente superiores em relação ao Concise e ao Fuji Ortho LC ($p < 0,05$). O Concise foi estatisticamente superior ao Fuji Ortho LC ($p < 0,05$).

Tabela 4 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica fixados com 3 materiais para colagem, independente da silanização ou tipo de tratamento superficial.

Materiais	Média (MPa)	Desvio Padrão
Transbond XT	8,04 a	0,45
Concise	6,21 b	0,41
Fuji Ortho LC	5,15 c	0,52

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



Barras seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

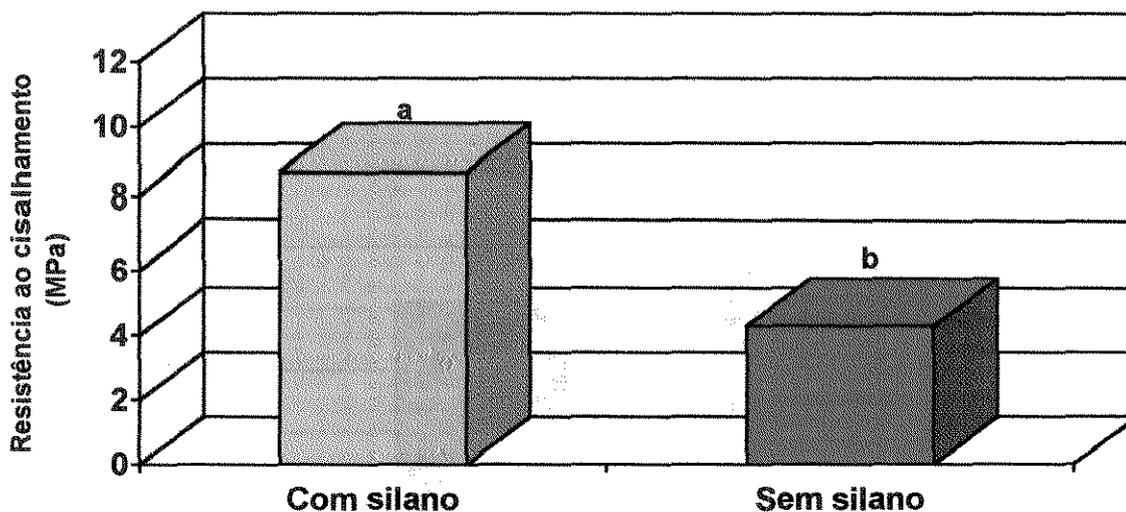
Figura 12 – Ilustração gráfica dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica fixados com 3 materiais para colagem, independente da silanização ou tipo de tratamento superficial.

Na Tabela 5 e Figura 13, observa-se que os valores de resistência ao cisalhamento da união bráquete/cerâmica independentes do material para colagem e tratamento da cerâmica, as superfícies silanizadas mostraram valores estatisticamente superiores em relação às superfícies sem aplicação do silano ($p < 0,05$).

Tabela 5 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete /cerâmica, para superfícies com e sem aplicação do silano independente do material para colagem e tratamento superficial da cerâmica, com e sem silano.

SILANO	Média (MPa)	Desvio Padrão
Com silano	8,63 a	0,32
Sem silano	4,30 b	(0,33)

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



Barras seguidas por letras distintas minúsculas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

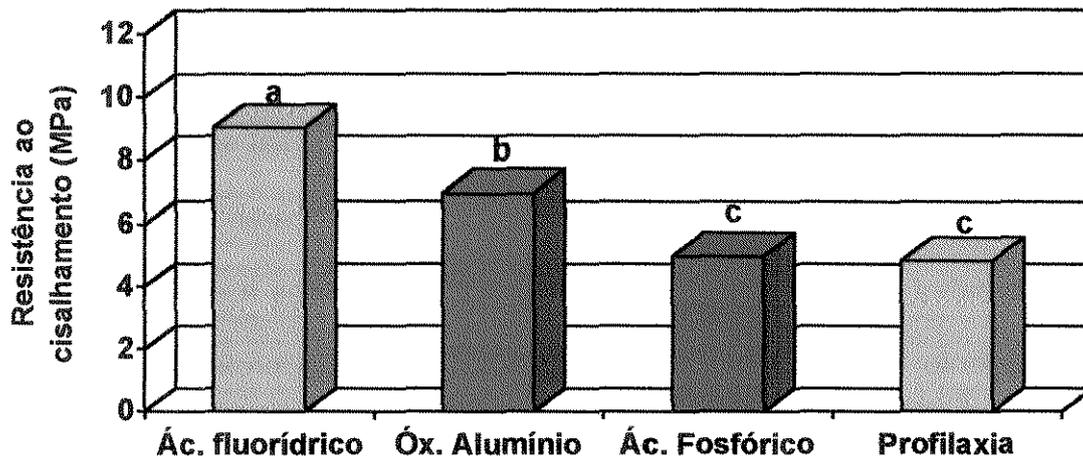
Figura 13 – Ilustração gráfica dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica para superfícies com e sem aplicação do silano, independente do material para colagem e tratamento superficial da cerâmica.

Quando a resistência ao cisalhamento bráquete/cerâmica foi comparada entre os tipos de tratamentos superficiais, independente do material para colagem e aplicação do silano ou não, os resultados (Tabela 6 e Figura 14), mostram que os bráquetes fixados sobre a superfície da cerâmica condicionada com ácido hidrófluorídrico foram estatisticamente superiores a superfície tratada com jateamento de óxido de alumínio, ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água ($p < 0,05$). A superfície jateada com óxido de alumínio foi superior à superfície condicionada com ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água. Nenhuma diferença foi observada entre a superfície condicionada com ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água.

Tabela 6 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa), para cada tratamento superficial, independente do material para colagem e aplicação do silano ou não.

Condicionamento	Média (MPa)	Desvio Padrão
Ácido hidrófluorídrico	9,02 a	3,02
Óxido de alumínio	7,00 b	3,39
Ácido fosfórico	5,00 c	3,85
Profilaxia	4,85 c	3,71

Médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



Barras seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 14 – Ilustração gráfica dos valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) da união bráquete/cerâmica, para cada tratamento superficial, independente do material para colagem e aplicação do silano ou não.

7.2. – Microscopia eletrônica de varredura

As Figuras 15 a 18, mostram a imagem em M.E.V. das superfícies da cerâmica e bráquetes após remoção por cisalhamento. Já, as Figuras 19 e 20 o aspecto morfológico das superfícies da cerâmica após diferentes tratamentos superficiais.

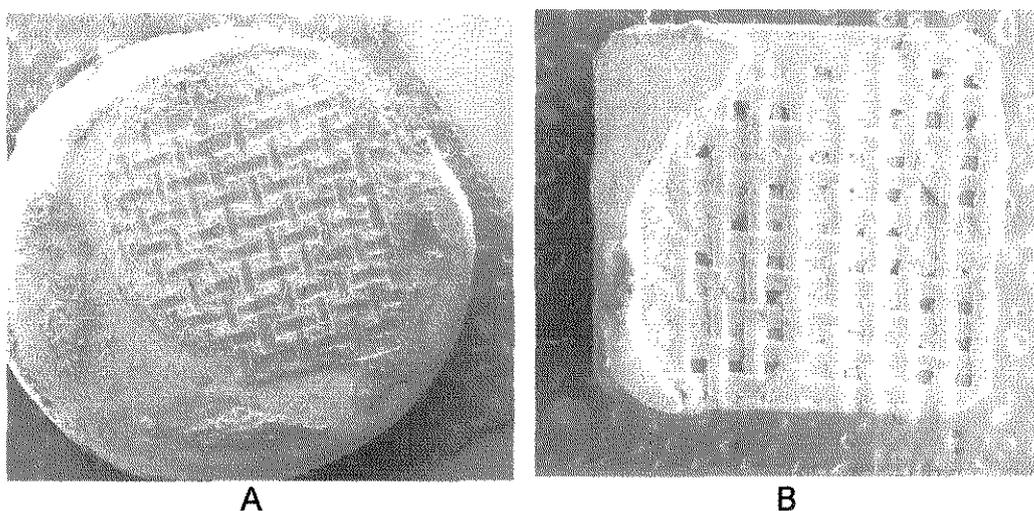


Figura 15 - (A) - Superfície da cerâmica após o teste de cisalhamento, fixado com o Concise, após profilaxia com pedra pomes e água e condicionamento com ácido fosfórico; (B) – Superfície do bráquete após teste de cisalhamento. Falha mista na interface Concise/bráquete. (X 20)

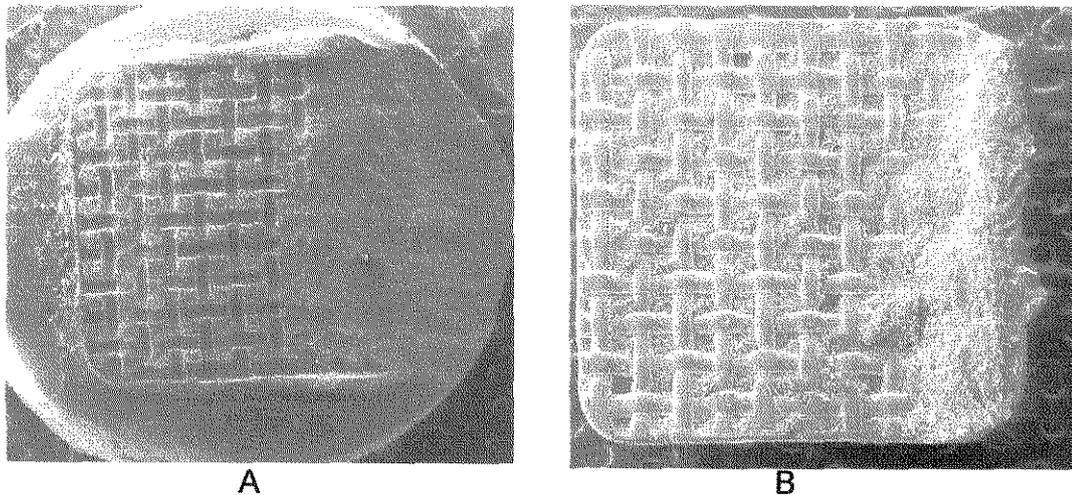


Figura 16 – (A) - Superfície da cerâmica após o teste de cisalhamento, com fratura coesiva da cerâmica, fixado com o Concise, após condicionamento com ácido hidrofúorídrico e aplicação do silano; (B) – Superfície do bráquete após o teste de cisalhamento. Falha coesiva na interface Concise/bráquete (X 20).

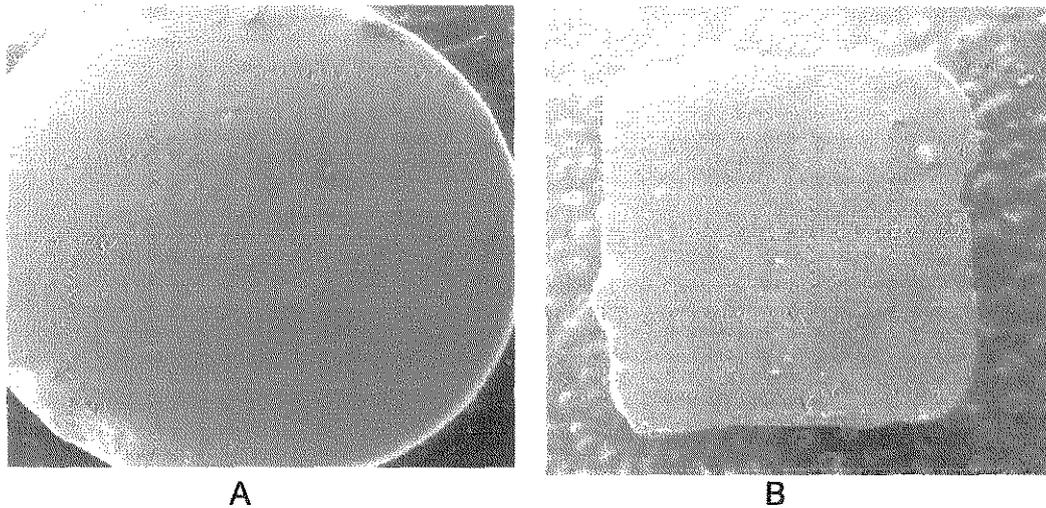


Figura 17 – (A) - Superfície da cerâmica após o teste de cisalhamento, fixado com o Fuji Ortho LC, após condicionamento com ácido fosfórico e aplicação do silano; (B) – Superfície do bráquete após teste de cisalhamento. Falha adesiva na interface cimento de ionômero de vidro/cerâmica (X 20).

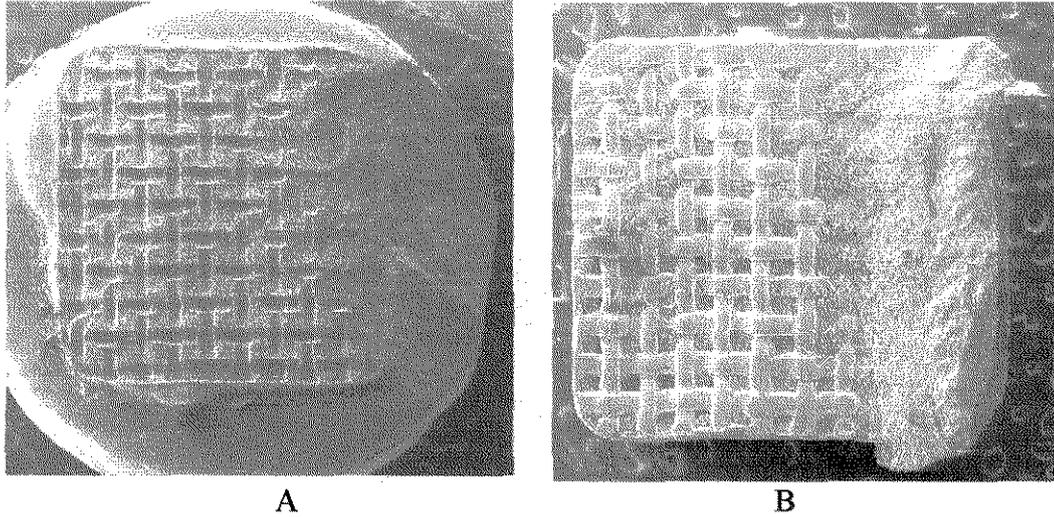
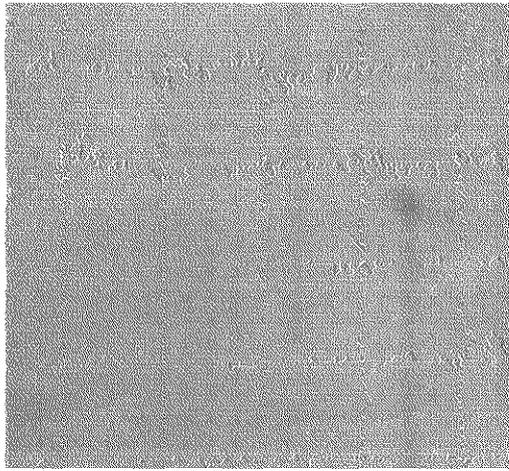
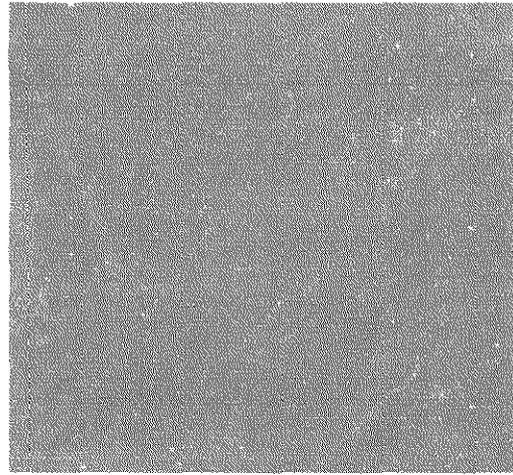


Figura 18 – (A) Superfície da cerâmica após o teste de cisalhamento, com fratura da cerâmica fixada com Transbond XT, após condicionamento com ácido hidrofúorídrico e aplicação do silano; (B) – Superfície do bráquete após o teste de cisalhamento. Falha coesiva na interface Transbond XT/bráquete (X 20).

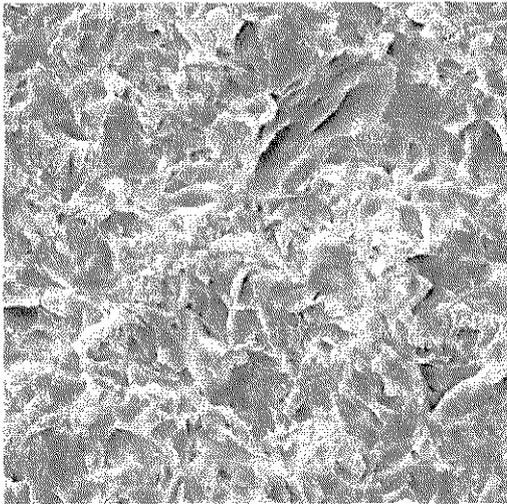


A

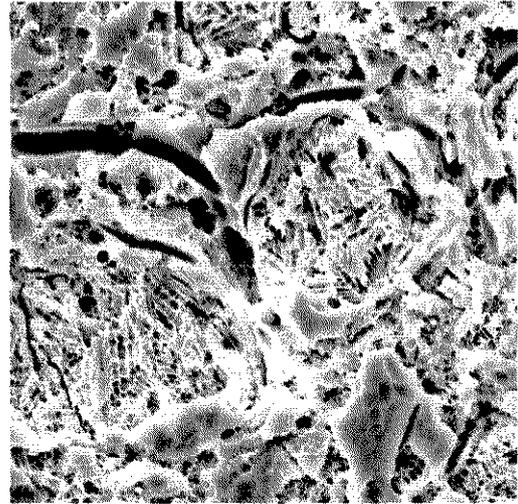


B

Figura 19 – (A) - Aspecto morfológico da superfície de cerâmica após profilaxia com pedra pomes e água; (B) - Aspecto morfológico da superfície da cerâmica condicionada com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos (X 1000).



A



B

Figura 20 – (A) - Aspecto morfológico da superfície de cerâmica após óxido de alumínio ; (B) - Aspecto morfológico da superfície da cerâmica condicionada com ácido hidrofúorídrico.

6 - DISCUSSÃO

Quando realizamos um estudo comparativo, notamos que existem variáveis que podem ser usadas na metodologia a fim de alcançar o objetivo previamente proposto na investigação. Entretanto, algumas vezes, torna-se difícil comparar os resultados obtidos devido à falta de padronização das técnicas e materiais utilizados pelos pesquisadores.

Na colagem de bráquetes em superfícies cerâmicas, algumas variações precisam ser consideradas, tais como: as características superficiais que podem sofrer influência de acordo com o tratamento superficial, aplicação do silano e o tipo de material para colagem.

De acordo com SORENSEN et al. (1991) e THOMAS et al. (1987), o processo de silanização da cerâmica não exerce influência sobre a resistência de união à resina composta. No entanto, esses autores, não informam quais as possíveis causas da ineficiência dos agentes de silanização. Todavia, a maioria dos trabalhos presentes na literatura revelam aumento da resistência de união entre resina e cerâmicas silanizadas. SEMMELMAN & KULP (1968), WHITLCK III et al. (1994), JOHNSTON & KAO (1991), WOOD et al. (1986), IBSEN et al. (1987). Em nosso estudo, nas Tabelas 2, 3 e 5 e Figuras 10, 11 e 12 verificamos que houve aumento na resistência de união bráquete-cerâmica para todas as condições superficiais e material para colagem, quando foi aplicado o agente de silanização. Segundo REYNOLDS (1975), uma resistência de união entre 6 a 8 MPa é suficiente para suportar forças de terapia ortodôntica. No presente estudo, a

aplicação do silano em todos os tratamentos superficiais e material para colagem apresentaram resistência de união ao cisalhamento superior a 6 MPa, exceto para o Concise, com profilaxia com pedra pomes e água.

O'KRAY et al. (1987), PRATT et al. (1989) e LU et al. (1992) realizaram avaliações com o objetivo de determinar a resistência ao cisalhamento da interface cerâmica-resina. Estes autores observaram que houve aumento significativo da resistência da união, quando foram utilizados agentes de silanização. Da mesma forma, STOKES et al. (1988) e LACY et al. (1988), estudando a resistência ao cisalhamento também verificaram aumento na resistência de união após aplicação do silano.

EUSTÁQUIO et al. (1988) observaram resistência de união suficiente para suportar terapia ortodôntica utilizando diferentes agentes fixadores sem a remoção do glaze superficial e aplicação do silano. Por outro lado, NEWBURG & PAMEIJER (1978), e KAMADA et al. (1998) também verificaram aumento na resistência quando avaliaram a resistência de união da resina composta à cerâmica, usando silano sobre superfície cerâmica condicionada com ácido fosfórico.

Por sua vez, quando foram realizados tratamentos superficiais através do condicionamento com ácido hidrófluorídrico, os valores de resistência de união na interface cerâmica-bráquete foram superiores e estatisticamente diferentes em relação aos valores obtidos com os tratamentos efetuados com jateamento com óxido de alumínio, ácido fosfórico e profilaxia com água e pedra pomes e água (Tabela 6 e Figura 14). De acordo com as fotomicrografias (Figuras

19 A e 19 B), a profilaxia com pedra pomes e água e condicionamento com ácido fosfórico apenas promoveram limpeza da superfície da cerâmica, sem promover alteração morfológica significativa que favorecesse a retenção do bráquete com o material para colagem. Nossos resultados são concordantes com os de TIMOKLHIN & KOMAROVA (1986); KAMADA et al. (1998); KATO et al. (1996) e ZACHINSSON & BUYUKYIMAZ (1993). O jateamento com óxido de alumínio produziu um aspecto de superfície propícia à retenção mecânica, pela formação de irregularidades com distribuição uniforme (Figura 20 A). Por outro lado, o condicionamento com ácido hidrofúorídrico, além de limpar a superfície da cerâmica, alterou de forma significativa a morfologia superficial da cerâmica, proporcionando aumento na área de superfície, em função da formação de profundas irregularidades pela remoção de fases da composição do material. SIMONSEN & CALAMIA (1983) verificaram alteração morfológica da cerâmica condicionada pelo ácido hidrofúorídrico, proporcionando aumento da área de superfície em função da formação de irregularidades profundas, determinando aumento da capacidade de umedecimento da cerâmica pelo silano. YEN et al. (1993), ZACHRISON et al. (1996) e CHEN et al. (1998) também verificaram alteração superficial da cerâmica, com aspecto de porosidade retentiva.

Entretanto, estes resultados discordam dos obtidos por SWIFT Jr. et al. (1992) e LATTA & BARKMEIER (1994) onde a resistência de união cimento resinoso-compósito, em restaurações indiretas, utilizando jateamento com óxido de alumínio, exibiu valores de resistência de união próximas aos valores alcançados para o esmalte condicionado com ácido fosfórico,

Com relação ao material para colagem, verificamos que o Transbond XT apresentou valores superiores em relação ao Concise e Fuji Ortho LC para todos os tratamentos (Tabela 4 e Figuras 12). Entretanto, esses resultados discordam dos resultados obtidos por ALEXANDER et al. (1993), onde o Concise ortodôntico apresentou valores de resistência ao cisalhamento estatisticamente superior ao Transbond XT. Porém, de acordo com FLORES et al. (1999) não houve diferença estatística entre o Transbond XT e o Fuji Ortho LC. A colagem de bráquetes sobre a superfície da cerâmica com cimentos de ionômero de vidro tem poucos relatos na literatura. Os resultados desse estudo mostraram que o Fuji Ortho LC, em todos os tratamentos superficiais após aplicação do silano, apresentaram resistência adequada para terapia ortodôntica. Por sua vez, ROSENTIEL et al. (1993) não encontraram diferença estatística na resistência de união entre o ionômero de vidro modificado por resina e resina composta quando unido à superfície da cerâmica, após aplicação do silano.

Por outro lado, COOK & YOUNGSON (1989); FAJEN et al. (1990); BERTOZ et al. (1991); FRICKER (1992) relataram que a grande desvantagem do cimento de ionômero de vidro era o possível risco de desprendimento dos bráquetes durante a mecanoterapia, condição já comprovada clinicamente.

De maneira geral, testes *in vitro* mostraram menor resistência dos cimentos de ionômero de vidro (fotopolimerizáveis e quimicamente ativados) em relação aos demais materiais utilizados para colagem. Em nosso estudo (tabela 4 e figura 12), observamos que o Fuji Ortho LC apresentou menores valores de resistência à remoção em relação aos outros materiais, independente do

tratamento superficial e aplicação ou não do silano. A margem de insucesso na utilização desses cimentos oscila entre 3,2% a 50% e os melhores resultados encontrados na literatura foram de SILVERMAN et al. (1995), no qual o índice de insucesso ficou no patamar de 3,2%, de FRIKER & ADULT (1994), com 3,3% utilizando Fuji Ortho LC. Entretanto, CAPELOZZA FILHO et al. (1997) observaram que o cimento de íonômero de vidro Fuji Ortho LC comportou mecanicamente de forma semelhante à resina quimicamente ativada Concise ortodôntico, nos testes de resistência à tração. Já, SILVA FILHO et al. (1995) observaram que o índice de falhas com o cimento de íonômero de vidro fotopolimerizável foi de 5%, índice inferior aos adesivos dentinários; entretanto, ofereceu resistência suficiente para permitir a movimentação dos incisivos no arco dental. Já KOCKOWSKI et al (1989) encontraram que o cimento de ionômero de vidro não foi afetado por ciclagem térmica de envelhecimento, mas a resina mostrou redução de resistência com a ciclagem térmica. Embora os resultados do ionômero de vidro fossem inferiores a resina composta.

O teste de resistência ao cisalhamento utilizado no presente estudo resultou em fratura coesiva da cerâmica após remoção do bráquete, quando condicionada com ácido hidrófluorídrico (Figuras 16 A e B e 18 A e B) o que está de acordo com o trabalho de GILLIS & REDLICH (1998) e SULIMAN et al. (1993). Esta fratura ocorreu invariavelmente na região mais próxima à aplicação da força, sendo similar ao ocorrido no trabalho de DELLA BONA & VAN NOORT (1995) onde, através da análise do elemento finito, demonstraram concentração de tensões de tração na região da aplicação da força. Provavelmente, nessas

condições, a ruptura ocorre em função da cerâmica ser material friável, de baixa resistência à tração, devido à estrutura amorfa (matriz vítrea) que deixa os átomos sob tensão, facilitando a propagação da fratura (FERRACANE, 1995, CAMPOS FILHO, (1991) e ZELOS et al. (1994). A fratura coesiva da cerâmica pode também estar em função da diminuição da resistência, ocorrida pelo condicionamento com o ácido hidrofúorídrico HUSSAIN et al. (1979); embora, YEN et al. (1993) não encontrassem redução na resistência da cerâmica após condicionamento com ácido hidrofúorídrico. Após a remoção dos bráquetes, não houve fratura da cerâmica em nenhum tipo de tratamento utilizado com o Fuji Ortho LC (Figuras 17 A e 17 B). Isso provavelmente ocorre em função do material não ter penetrado tão efetivamente nas microrretenções superficiais ROSENTIEL et al. (1993).

Como visto, o ionômero de vidro provoca menos danos à superfície da cerâmica após remoção dos bráquetes da superfície da cerâmica. Isso sugere que esse material poderia ser uma alternativa viável à utilização da resina composta, uma vez que, o restabelecimento da lisura superficial da cerâmica após ser danificada é um procedimento difícil de se conseguir (PATTERSON et al. 1992).

8 - CONCLUSÃO

A análise dos resultados permitem concluir que:

1 – Independente do tratamento superficial da cerâmica e silanização, o Transbond XT mostrou maiores valores de resistência ao cisalhamento em relação ao Concise e Fuji Ortho LC e o Concise sendo maior que o Fuji Ortho LC;

2 – O Tratamento superficial da cerâmica com ácido hidrofúorídrico mostrou valores de resistência ao cisalhamento superiores em relação ao jateamento com óxido de alumínio, condicionamento com ácido fosfórico e profilaxia com pedra pomes e água, independente do material para colagem e silanização;

3 – A aplicação do silano aumentou a resistência da união cerâmica/bráquete para os três materiais para colagem e tratamento superficial, exceto para os bráquetes fixados na cerâmica com Concise, em superfícies submetidas à profilaxia com pedra pomes e água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ALEXANDER, J.C., VIAZIS, A.D., NAKAJIMA, H. Bond strengths and fracture modes of three orthodontics adhesives. **J Clin Orthod**, St. Boulder, v.27,n.4, p.207-209, Apr. 1993.

ANUSAVICE, K.J. Recent developments in restorative dental ceramics. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.124, p.72-84, Feb 1993.

BERTOZ, F.A., KOMATSU, J., OKIDA, R.C., MENDONÇA, M.R. Ionômero de vidro como meio cimentante de brackets. **Ortodontia**, Araçatuba, v.24, n.2, p.41-43, mar/abr. 1991.

BOWEN, R.L. Properties of a silica - reinforced polymer for dental restorations. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.66,n.1,p.57-64,Jan. 1963.

BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J Dent Res**, Chicago, v.34, n.6, p.849-853, June, 1955.

* De acordo com NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviaturas de periódicos de conformidade com a "World List of Scientific Periodicals".

CALAMIA, J.R., SIMONSEN, R.J. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. **J Dent Res**, Chicago, v.63, p.179, 1984 [Abstr.79].

CAMPOS FILHO, M.P. A estrutura dos materiais. **Editora da Unicamp**, 2ª Ed., Campinas, 1991.

CAPELOZZA FILHO, L. et al. Estudo comparativo "in vitro" da resistência à tração de bráquetes colados com um cimento de ionômero de vidro (Fuji Ortho LC) e uma resina composta (Concise). Ver. **Dental Press Ortod Ortop Facial**, Maringá, v.2, n.4, p.65-70, jul/ago 1997.

CHEN, J.H., MATSUMURA, H., ATSUTA, M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. **J Dent Guildford**, V.28, n.1, p.53-58, 1998.

CHENG, L., FERGUSON, J.W., JONES, P., and WILSON, H. J. An investigation of the polymerization orthodontics adhesives by the transillumination of tooth tissue. **Br J Orthod**, Oxford, V.16, n.3, Aug.1989.

COOK, P.A., YOUNGSON, C.C. A fluoride containing composite resin-in vitro tudy of a new material for orthodontic. **Br J Orthod**, oxford, v.16, n.3, p.207-212, 1989.

CORRER SOBRINHO, L., DE GOES, M., CONSANI, S., Avaliação da intensidade de luz visível emitida por aparelhos fotopolimerizadores. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS, 11. Águas de São Pedro, 1994. **Anais ...** Bauru: SBPqO, 1994, p.136.

DELLA BONA, A., VAN NOORT, R. Shear vs. Tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. **J Dent Res**, Chicago, v.74, n.9, p.1591-1596, Sep. 1995.

EUSTAQUIO, R., GARNER, L.D., MOORE, B.K. Comparative tensile strengths of brackets bonded to porcelain with orthodontic adhesive and porcelain repair system. **Am J Orthod**, St. Louis, v.94, p.424-425, May.1988.

FAJEN, V.B. et al. An in vitro evaluation of bond strength of three glass ionomer cements. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.97, n.4, p.316-322, May 1990.

FERRACANE, J.L. **Materials in Dentistry: principles and applications**, LW&W, Philadelphia, p.158-160, 1995.

FLORES, A.R., SÁEZ, G., BARCELÓ, F. Metallic bracket to enamel bonding with a photopolymerizable resin-reinforced glass ionomer. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.116, p.514-517, 1999.

FRICKER, J.P. A 12 month clinical evaluation of a glass polialkenoate cement for direct bonding of orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.101, n.4, p.3381-384, 1992.

FRICKER, J.P. A 12-month clinical evaluation of a light activated glass polialkenoate (ionômero) cement for the direct bonding of orthodontic bracket. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.105, 502-505, 1994.

GILLIS, I., REDLICH, M. The effect porcelain conditioning techniques on shear strength of stainless steel brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.114, n.4, p.387-392, Oct. 1998.

HUSSAIN, M.A., BRADFORD, E.W., CHARLTON, G. Effect of etching on the strength of aluminous porcelain jacket crowns. **Brit Dent J**, London, v.147, n.89, p.89-90, Aug 1979.

IBSEN, R.L., GLACE, W.R., PACROPIS, D.R. Relative bond strengths of several systems for bonding porcelain veneers. **J Dent Res**, Chicago, v.66, p.207, 1987 [Abstract 803].

JOHNSTON, W., KAO, E.C. Fracture incidence on the bonding of orthodontic brackets from porcelain veneer laminates. **J Prosth Dent** St. Louis, v.66, n.5, p.631-637

KAMADA, K., YOSHIDA, K., ATSUDA, M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. **J Prosth Dent**, St. Louis, v.79, n.5, p.508-513, 1998, Nov. 1998.

KATO, H., MATSUMURA, H., TANAKA, T., ATSUTA, M. Bond strength and durability of porcelain bond systems. **J Prosth Dent**, St. Louis, v.75, n.2, p.163-168, Feb. 1996.

KLOCKOWSKI, R et al. Bond strength and durability of a glass ionômero cements used a bonding agents in the placement of orthodontic brackets. **Am J Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.96, n.1, p.60-64, 1989.

LACY, A.M., et al. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. **J Prosth Dent**, St. Louis, v.60, n.3, p.288-291, Sep. 1988.

LATTA, M.A., BARKMEIER, W.W. Bond strength of a resin cement to a cured composite inlay material. **J Prosth Dent**, St. Louis, v.72, n.2, p.189-193, Aug.1994.

LU, R., et al. An investigation of composite the resin/porcelain interface. **Austr Dent J**, St. Leonards, v.37, n.1, p.12-19, Feb. 1992.

McLEAN, J.W., HUGHES, T.H. The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. **Br Dent J**, London, v.119, n.6, p.251-267, 1965.

MYERSON, R.L. Effects of silane bonding of acrylic resins to porcelain on porcelain structure. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.78, n.1, p.113-119, Jan.1969.

MIURA, F., NAKAGAWA, K., MASUHARA, E. New direct bonding system for plastic brackets. **Am J Orthod**, St. Louis, v.59, n.4, p.350-361, Apr. 1971.

NEWBURG, R., PARMEIJER, C.H. Composite resins bonded to porcelain on porcelain structure. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.96, n.2, p.288-291, Feb. 1978.

NEWMAN, G.V. Epoxi adhesives for orthodontic attachments: Progress report. **Am J Orthod**, St. Louis, v.51, n.12, p.901-912, Dec.1965.

NEWMAN, G.V. Clinical pretreatment with bonded plastic attachments. **Am J Orthod**, St. Louis, v.60, n.6, p.600-610, Dec.1971.

O'BRIEN, K.D., READ, M.J.F., SANDISON, R.J., ROBERTS, C.T. A visible light-activated direct-bonding material: An "in vivo" comparative study. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St. Louis, v.5, n.4, p.348-351, Apr. 1989.

- OESTERLE, L.J., MESSERSMITH, M.L., DEVINE, S.M., NESS, C.F. Light and setting times of visible-light-cured orthodontic adhesives. **J Clin Orthod**, St. Boulder, v.29, n.1, p.31-36, Jan. 1995.
- O'KRAY, K., SUCHAK, A.J., STANFORD, J.W. Shear strength of porcelain repair materials. **J Dent Res**, Chicago, v.66, p.207, 1987 [Abstract 805].
- PAFFENBARGER, G.C., SWEENEY, W.T., BOWEN, R.L. Bonding porcelain teeth to acrylic resins denture bases. **J Am Dent Ass**, Chicago, 74, n.5, p.1018-1023, Apr.1967.
- PATTERSON, C.J.W. et al. Refinishing of porcelain by using a refinishing kit. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v.65, n.3, p.383-388, Mar.1992.
- PRATT, R.C., et al. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. **J Prosth Dent**, St. Louis, v.62, n.1, p.11-13, July 1989.
- REYNOLDS, I.R. A review of direct orthodontic bonding. **Br J Orthod**, London, v.2, p.171-178, 1975.
- ROSENTIEL, S.F., VAN PUTTEN, M.C., CULBERTSON, B.M., JOHNSON, M.A. Titanates and zircoaluminates as coupling agents for dental cements. **Int J Prosthodontics**, Lombard, v.6, n.3, p.298-302, 1993.

SADLER, J.F. A survey of some commercial adhesives: Their possible application in clinical orthodontics. **Am J Orthod**, Saint Louis, v.44, n.1, p.65, 1958.

SEMMELMAN, J.O, KULP, P.R., Silane bonding porcelain teeth to acrylic. **J Am Dent Ass**, Chicago, v.76, p.69-73, Jan. 1968.

SILVA FILHO, O.G., OLIVEIRA, C.B.A., FONTES, M.V. et al. Avaliação clínica da eficácia de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável (Vitrebond) para colagem direta de bráquetes ortodônticos em nivelamento 4x2. Ver. **Dental Press Ort e Ortop Facial**, Maringá, v.4, n.1, p.31-44, 1995.

SILVERMAN, E., COHEN, M., DEMKE, R.S. et al. A new light-cured glass ionomer cement that bond bracket to teeth without etching in the presence of saliva. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.108, n.3, p.231-236, 1995.

SIMONSEN, R.J., CALAMIA, J.R. Effect coupling agents on bond strength of etched porcelain. **J Dent Res** Chicago, v.62, p.297, 1983 [Abstract 79].

SORENSEN, J.A., et al. Shear bond strength of composite resin to porcelain. **Int J Prosthodon**, Illinois, v.4, n.1, p.17-23, Jan. 1991.

STOKES, A.N., HOOD, J.A.A., TIDMARSH, B.G. Effect of 6-month water storage on silane-treated resin/porcelain bonds. **J Dent**, Surrey, v.16, n.6, p.294-296, Dec. 1988.

SULIMAN, A.A., SWIFT, jr., PERDIGÃO, J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. **J Prothet Dent**, St. Louis, v.70, n.2, p.118-120, Aug. 1993.

SWIFT, E.J., BRODEUR, C., CVITKO, E., PIRES, J.A.F. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. **Dent Mater**, Washington, v.8, p.193-196, May 1992.

TAVAS, M.A., WATTS, D.C. Bonding of orthodontics Brackets by transillumination of a light activated composite: an "in vitro" study. **Br J Orthod**, Oxford, v.6, n.4, p.207-208, Oct.1979.

_____, _____ A visible light-activated direct bonding material: an "in vitro" comparative study. **Br J Orthod**, Oxford, v.11,n.1.p.33-34, Jan.1984.

THOMAS, C.A., et al. Thermocycling, silanization and tensile bond strength of resin to porcelain. **J Dent Res**, Chicago, v.66, p.207, 1987 [Abstract 808].

THANOS, CE., MUNHOLAND, T., CAPUTO, ^{aa} Adhesion of mesh-base direct-bonding brackets. **Am J Orthod**, St. Louis, v.75, n.4, p.421-430, Apr. 1979.

TIMOKHIN, A.R., KOMAROVA, L.A. Chemical reaction of ammonium bifluoride with quartz glass. **Steklo I Keramika**, Tokio, n.6, p.13-15, Jun. 1985.

VALLITU, P.K., FORSS, H. A study of bonding glass polyalkenoate cement to the surface of dental ceramic material. **Int Dent Journal**, Guildford, v.47, n.01, p.53-58, 1997.

WHITE, L.W, Glass ionômero cement. **J Clin Orthod** St. Boulder, v.20, n.6, 387-391, June 1986.

WHITLOCK III, B.O., EICK, J.D., ACKERMAN, R.J., GLAROS, A.G, CHAPPELL, R.P. Shear strength of ceramic brackets bonded to porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.106, n.4, p.358-364, Oct. 1994.

WILSON, A.D., KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry: the glass ionômero cement. **B Dent J**, v.132, n.4, p.133-135, 1972.

WOOD, D.P., JORDAN, E.R., WAY, D.C., GALIL, K.A. Bonding to porcelain and gold. **Am J Orthod**, St. Louis, v.89, n.3, p. 194-198, Mar. 1986.

YEN, T.W., BLACKMAN, R.B., BAEZ, R.J. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. **J Prosth Dent**, St. Louis, v.70, n.3, p.224-233, Sep. 1993.

ZACHRISSON, B.U., BUYUKYILMAZ, T. Recent advances in bonding to gold, amalgam, and porcelain. **J Clin Orth**, St. Boulder, v.27, n.2, 1993.

ZELOS, L., BEVIS, R.R., KEENAN, K.M. Evaluation of the ceramic/ceramic interface. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v.106, n.1, p.10-21, July 1994.

APÊNDICE

RESULTADOS ORIGINAIS

Quadro III – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras condicionadas com ácido fosfórico 37%, com aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) ÁCIDO FOSFÓRICO 37%, COM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	3,272	6,881	7,812
2	4,011	1,904	15,05
3	3,647	5,236	10,451
4	2,632	5,628	9,954
5	2,863	12,348	9,527
6	2,786	7,518	7,084
7	4,403	11,641	8,666
8	2,961	13,741	10,591

Quadro IV – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras condicionadas com ácido fosfórico 37%, sem aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) ÁCIDO FOSFÓRICO 37%, SEM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	2,989	2,485	0,000
2	3,836	4,067	0,000
3	4,095	4,844	0,000
4	1,939	4,403	0,000
5	5,369	7,007	0,000
6	3,752	8,078	0,000
7	2,667	3,997	0,000
8	4,9	5,453	0,000

Quadro V – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras condicionadas com ácido hidrofúorídrico 10%, com aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) ÁCIDO HIDROFLUORÍDRICO 10%, COM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	10,003	12,278	9,52
2	13,335	11,592	3,675
3	12,096	11,277	4,956
4	11,536	11,865	4,256
5	12,061	10,836	11,634
6	9,282	13,048	10,304
7	10,213	11,704	8,134
8	6,867	10,962	12,124

Quadro VI – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras condicionadas com ácido hidrófluorídrico 10%, sem aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) ÁCIDO HIDROFLUORÍDRICO 10%, SEM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	5,551	8,778	6,776
2	6,993	9,765	6,104
3	7,021	6,125	6,545
4	9,807	16,723	4,095
5	9,268	14,119	6,468
6	7,966	6,811	5,166
7	6,811	8,715	5,194
8	7,259	12,404	5,467

Quadro VII – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras com profilaxia com pedra pomes e água, com aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) PROFILAXIA COM PEDRA POMES E ÁGUA, COM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	9,086	8,505	5,446
2	12,068	9,618	8,589
3	7,546	11,06	6,083
4	9,835	2,45	8,141
5	10,346	6,818	2,975
6	2,765	9,688	7,707
7	3,99	9,471	5,628
8	9,541	8,876	10,157

Quadro VII – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras com profilaxia com pedra pomes e água, sem aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) PROFILAXIA COM PEDRA POMES E ÁGUA, SEM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	2,016	2,639	0,000
2	1,68	1,379	0,000
3	3,675	5,068	0,000
4	2,184	3,717	0,000
5	1,869	3,129	0,000
6	1,855	6,874	0,000
7	1,743	3,416	0,000
8	2,779	2,702	0,000

Quadro VIII – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras jateadas com óxido de alumínio 50 μm , com aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) JATEADAS COM ÓX. DE ALUMÍNIO 50 μm , COM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	9,751	16,233	6,643
2	10,906	8,547	10,787
3	7,378	10,269	9,219
4	9,709	7,371	8,995
5	6,706	9,135	10,969
6	11,424	13,419	10,136
7	9,59	10,724	9,037
8	7,784	9,037	5,222

Quadro IX – Valores individuais de resistência ao cisalhamento para amostras jateadas com óxido de alumínio 50 μm , sem aplicação do silano.

AMOSTRAS	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO (MPa) JATEADAS COM ÓX. DE ALUMÍNIO 50 μm , SEM SILANO		
	CONCISE	TRANSBOND XT	FUJI ORTHO LC
1	5,341	6,048	1,456
2	5,264	6,804	2,541
3	3,675	6,58	2,989
4	5,509	6,391	1,806
5	5,411	5,453	2,975
6	5,838	6,069	3,059
7	4,284	8,379	0,000
8	4,543	7,035	0,000

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Tabela 7 – Análise da Variância.

Causas da Variação	da G. L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Material	2	273,0699012	136,5349506	31,5877	0,00001
Silano	1	898,8221743	898,8221743	207,9446	0,00001
Tratamento	3	556,3488696	185,4496232	42,9042	0,00001
Mat*Sil	2	115,4798063	57,7399032	13,3583	0,00004
Mat*Trat	6	78,4276130	13,0712688	3,0241	0,00801
Sil*Trat	3	86,1256165	28,7085388	6,6418	0,00051
Mat*Sil*Trat	6	141,5986655	23,5997776	5,4599	0,00011
Resíduo	168	726,1651291	4,3224115		
Total	191	2876,0377754			

Média Geral = 6,472708

Coefficiente de Variação = 22,120 %

Tabela 8 - Teste de Tukey para médias de material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	64	8,043750	8,043750	a	A
2	3	Concise	64	6,218438	6,218438	b	B
3	2	Fuji	64	5,155938	5,155938	c	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.

D.M.S 5% = 0,86696 – D.M.S 1% = 1,08152

Tabela 9 -Teste de Tukey para médias de material dentro de com silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	32	9,672500	9,672500	a	A
2	2	Fuji	32	8,416250	8,416250	b	AB
3	3	Concise	32	7,820313	7,820313	b	B

Tabela 10 - Teste de Tukey para médias de material dentro de sem silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	32	6,415000	6,415000	a	B
2	3	Concise	32	4,616563	4,616563	b	C
3	2	Fuji	32	1,895625	1,895625	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 1,22607- D.M.S. 1% = 1,52950

Tabela 11 - Teste de Tukey para médias de material dentro de fosfórico para o fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	16	6,571875	6,571875	a	A
2	2	Fuji	16	4,944375	4,944375	ab	AB
3	3	Concise	16	3,502500	3,502500	b	B

Tabela 12 - Teste de Tukey para médias de material dentro de fluorídrico para o fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	16	11,057500	11,057500	a	A
2	3	Concise	16	9,125000	9,125000	b	A
3	2	Fuji	16	6,902500	6,902500	c	B

Tabela 13 - Teste de Tukey para médias de material dentro de profilaxia para o fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	16	5,957500	5,957500	a	A
2	3	Concise	16	5,181250	5,957500	a	AB
3	2	Fuji	16	3,417500	3,417500	b	B

Tabela 14 - Teste de Tukey para médias de material dentro de óxido de alumínio para o fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	16	8,588125	8,588125	a	A
2	3	Concise	16	7,065001	7,065001	ab	AB
3	2	Fuji	16	5,359375	5,359375	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 1,73392 D.M.S. 1% = 2,16303

Tabela 15 - Teste de Tukey para médias de material dentro de com silano e fosfórico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fuji	8	9,888750	9,888750	a	A
2	1	Transbond	8	8,107500	8,107500	a	A
3	3	Concise	8	3,317500	3,317500	b	B

Tabela 16 - Teste de Tukey para médias de material dentro de com silano do fator silano e fluorídrico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Transbond	8	11,690000	11,690000	a	A
2	3	Concise	8	10,670000	10,670000	a	AB
3	2	Fuji	8	8,071250	8,071250	b	B

Tabela 17 - Teste de Tukey para médias de material dentro de com silano do fator silano e profilaxia do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Transbond	8	8,306251	8,306251	a	A
2	3	Concise	8	8,142500	8,142500	a	A
3	2	Fuji	8	6,835000	6,835000	a	A

Tabela 18 - Teste de Tukey para médias de material dentro de com silano do fator silano e óxido de alumínio do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Transbond	8	10,586250	10,586250	a	A
2	3	Concise	8	9,151251	9,151251	a	A
3	2	Fuji	8	8,870001	8,870001	a	A

Tabela 19 - Teste de Tukey para médias de material dentro de sem silano do fator silano e ácido fosfórico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	8	5,036250	5,036250	a	A
2	3	Concise	8	3,687500	3,687500	a	A
3	2	Fuji	8	0,000000	0,000000	b	B

Tabela 20 - Teste de Tukey para médias de material dentro de sem silano do fator silano e ácido fluorídrico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	8	10,425001	10,425001	a	A
2	3	Concise	8	7,580000	7,580000	b	AB
3	2	Fuji	8	5,733750	5,733750	b	B

Tabela 21 - Teste de Tukey para médias de material dentro de sem silano do fator silano e profilaxia do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	8	3,608750	3,608750	a	A
2	3	Concise	8	2,220000	2,220000	ab	AB
3	2	Fuji	8	0,000000	0,000000	b	B

Tabela 22 - Teste de Tukey para médias de material dentro de sem silano do fator silano e óxido de alumínio do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Transbond	8	6,590000	6,590000	a	A
2	3	Concise	8	4,978750	4,978750	a	A
3	2	Fuji	8	1,848750	1,848750	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 2,45213 D.M.S. 1% = 3,05899

Tabela 23 - Teste de Tukey para médias de silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	96	8,636354	8,636354	a	A
2	2	Sem silano	96	4,309063	4,309063	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 0,59108 D.M.S. 1% = 0,77900

Tabela 24 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Transbond do fator material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	32	9,672500	9,672500	a	A
2	2	Sem silano	32	6,415000	6,415000	b	B

Tabela 25 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Fuji do fator material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	32	8,416250	8,416250	a	A
2	2	Sem silano	32	1,895625	1,895625	b	B

Tabela 26 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Concise do fator material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	32	7,820303	7,820303	a	A
2	2	Sem silano	32	4,616563	4,616563	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando D.M.S. 5% = 1,02378 D.M.S. 1% = 1,34926

Tabela 27 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de fosfórico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	24	7,104583	7,104583	a	A
2	2	Sem silano	24	2,907917	2,907917	b	B

Tabela 28 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de fluorídrico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	24	10,143750	10,143750	a	A
2	2	Sem silano	24	7,912917	7,912917	b	B

Tabela 29 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de profilaxia do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	24	7,761250	7,761250	a	A
2	2	Sem silano	24	1,942917	1,942917	b	B

Tabela 30 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de óx. De alumínio do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	24	9,535834	9,535834	a	A
2	2	Sem silano	24	4,472500	4,472500	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando D.M.S. 5% = 1,18216 D.M.S. 1% = 1,55799

Tabela 31 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Transbond fator material e fosfórico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	8,107500	8,107500	a	A
2	2	Sem silano	8	5,036250	5,036250	b	B

Tabela 32 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Transbond fator material e fluorídrico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	11,690000	8,306251	a	A
2	2	Sem silano	8	10,425001	10,425001	a	A

Tabela 33 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Transbond fator material e Profilaxia do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	8,306251	8,306251	a	A
2	2	Sem silano	8	3,608750	3,608750	b	B

Tabela 34 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Transbond fator material e óxi. De alumínio do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	10,586250	10,586250	a	A
2	2	Sem silano	8	6,590000	6,590000	b	B

Tabela 35 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Fuji fator material e fosfórico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	9,888750	9,888750	a	A
2	2	Sem silano	8	0,000000	0,000000	b	B

Tabela 36 -Teste de Tukey para médias de silano dentro de Fuji fator material e fluorídrico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	8,071250	8,071250	a	A
2	2	Sem silano	8	5,733750	5,733750	b	B

Tabela 37 -Teste de Tukey para médias de silano dentro de Fuji fator material e profilaxia do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	6,835000	6,835000	a	A
2	2	Sem silano	8	0,000000	0,000000	b	B

Tabela 38 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Fuji fator material e óx. de alumínio do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	8,870001	8,870001	a	A
2	2	Sem silano	8	1,848750	1,848750	b	B

Tabela 39 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Concise fator material e fosfórico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Sem silano	8	3,687500	3,687500	a	A
2	1	Com silano	8	3,317500	3,317500	a	A

Tabela 40 -Teste de Tukey para médias de silano dentro de Concise fator material e fluorídrico do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	10,670000	10,670000	a	A
2	2	Sem silano	8	7,580000	7,580000	b	B

Tabela 41 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Concise fator material e profilaxia do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	8,142500	8,142500	a	A
2	2	Sem silano	8	2,220000	2,220000	b	B

Tabela 42 - Teste de Tukey para médias de silano dentro de Concise fator material e óx. de alumínio do fator tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Com silano	8	9,151251	9,151251	a	A
2	2	Sem silano	8	4,978750	4,978750	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 2,04756 D.M.S. 1% = 2,69852

Tabela 43 – Teste de Tukey para médias de tratamento.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	48	9,028334	9,028334	a	A
2	4	Óx. alumí	48	7,004167	7,004167	b	B
3	1	Fosfórico	48	5,006250	5,006250	c	BC
4	3	Profilaxia	48	4,852083	4,852083	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 1,09867 D.M.S. 1% = 1,33597

Tabela 44 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Transbond do fator material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	16	11,057500	11,057500	a	A
2	4	Óx. alumí	16	8,588125	8,588125	ab	AB
3	1	Fosfórico	16	6,571875	6,571875	c	BC
4	3	Profilaxia	16	5,957500	5,957500	c	C

Tabela 45 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Fuji do fator material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	16	6,902500	6,902500	a	A
2	4	Óx. alumí	16	5,359375	5,359375	ab	AB
3	1	Fosfórico	16	4,944375	4,944375	bc	AB
4	3	Profilaxia	16	3,417500	3,417500	c	B

Tabela 46 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Concise do fator material.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	16	9,125000	9,125000	a	A
2	4	Óx. alumí	16	7,065001	7,065001	b	AB
3	3	Profilaxia	16	5,181250	5,181250	bc	BC
4	1	Fosfórico	16	3,502500	3,502500	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 1,90295 D.M.S. 1% = 2,31397

Tabela 47 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de com silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	24	10,143750	10,143750	a	A
2	4	Óx. alumí	24	9,535834	9,535834	a	AB
3	3	Profilaxia	24	7,761250	7,761250	b	BC
4	1	Fosfórico	24	7,104583	7,104583	b	C

Tabela 48 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de sem silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	24	7,912917	7,912917	a	A
2	4	Óx. alumí	24	4,472500	4,472500	b	B
3	1	Fosfórico	24	2,907917	2,907917	c	BC
4	3	Profilaxia	24	1,942917	1,942917	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando D.M.S. 5% = 1,55375 D.M.S. 1% = 1,88935

Tabela 49 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Transbond do fator material e com silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	8	11,690000	11,690000	a	A
2	4	Óx. alumí	8	10,586250	10,586250	ab	AB
3	3	Profilaxia	8	8,306251	8,306251	b	B
4	1	Fosfórico	8	8,107500	8,107500	b	B

Tabela 50 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Transbond do fator material e sem silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	8	10,425001	10,425001	a	A
2	4	Óx. alumí	8	6,590000	6,590000	b	B
3	1	Fosfórico	8	5,036250	5,036250	bc	B
4	3	Profilaxia	8	3,608750	3,608750	c	B

Tabela 51 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Fuji do fator material e com silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	1	Fosfórico	8	9,888750	9,888750	a	A
2	4	Óx. alumí	8	8,870001	8,870001	ab	A
3	2	Fluorídrico	8	8,071250	8,071250	ab	A
4	3	Profilaxia	8	6,835000	6,835000	b	A

Tabela 52 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Fuji do fator material e sem silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	8	5,733750	5,733750	a	A
2	4	Óx. alumí	8	1,848750	1,848750	b	B
3	3	Profilaxia	8	0,000000	0,000000	b	B
4	1	Fosfórico	8	0,000000	0,000000	b	B

Tabela 53 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Concise do fator material e com silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	8	10,670000	10,670000	a	A
2	4	Óx. alumí	8	9,151251	9,151251	a	A
3	3	Profilaxia	8	8,142500	8,142500	a	A
4	1	Fosfórico	8	3,317500	3,317500	b	B

Tabela 54 – Teste de Tukey para médias de tratamento dentro de Concise do fator material e sem silano do fator silano.

Num. Ordem	Num. Trat.	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	Fluorídrico	8	7,580000	7,580000	a	A
2	4	Óx. alumí	8	4,978750	4,978750	ab	AB
3	1	Fosfórico	8	3,687500	3,687500	bc	B
4	3	Profilaxia	8	2,220000	2,220000	c	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicando
D.M.S. 5% = 2,69117 D.M.S. 1% = 3,27245