

Isabella Gagliardi Haneda

Avaliação da resistência ao cisalhamento de
sistemas para reparo em metalocerâmicas.
Efeito do armazenamento em água

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral – Área de Prótese, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Mestre em Reabilitação Oral – Área de Prótese.

Orientadora:

Profa. Dra. Renata Garcia Fonseca

Araraquara
2007

Haneda, Isabella Gagliardi

Avaliação da resistência ao cisalhamento de sistemas para reparo em metalocerâmicas. Efeito do armazenamento em água / Isabella Gagliardi Haneda . – Araraquara : [s.n.], 2007.

134 f. ; 30 cm.

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

Orientadora: Profa. Dra. Renata Garcia Fonseca

1. Ligas metalo-cerâmicas 2., Reparação em prótese dentária
3. Resistência ao cisalhamento I. Título.

ISABELLA GAGLIARDI HANEDA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE SISTEMAS PARA
REPARO EM METALOCERÂMICAS. EFEITO DO ARMAZENAMENTO EM
ÁGUA**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientadora: Profa. Dra. Renata Garcia Fonseca

2º Examinador: Prof. Dr. Carlos Alberto dos Santos Cruz

3º Examinador: Prof. Dr. Mauro Antonio de Arruda Nobilo

Araraquara, 22 de março de 2007.

Dados Curriculares

I sabella Gagliardi Haneda

Nascimento: 13/12/1982

Taquaritinga – SP

Filiação: Humberto Reichi Haneda

Josefina Gagliardi Haneda

2001-2004: Curso de Graduação

Faculdade de Odontologia de Araraquara

Universidade Estadual Paulista - UNESP

2005-2007: Curso de Mestrado – Área de Prótese

Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral

Faculdade de Odontologia de Araraquara

Universidade Estadual Paulista - UNESP

Dedico com amor este trabalho:

aos meus pais, *Humberto e Josefina*,
pelo exemplo de vida, pelo amor
e confiança que me ajudaram a chegar até aqui.
Vocês fazem realmente valer a
pena cada conquista!

ao meu irmão, *Rodrigo*,
pela amizade, apoio e carinho
em todos os momentos de minha vida

ao meu namorado, *Dú*,
pelo amor, incentivo, compreensão e por
fazer de mim uma pessoa mais feliz.

Agradeço, de maneira especial,

À minha orientadora *Profa Dra Renata Garcia Fonseca*, responsável por minha iniciação na vida científica, exemplo de competência e dedicação. Meu sincero agradecimento pela orientação criteriosa, pela amizade, confiança, carinho e por todos os ensinamentos, não só no aspecto profissional, mas em todos os aspectos da vida.

Muito Obrigada!

À amiga *Profa Juliana Gomes dos Santos* pelas orientações que muito colaboraram para a realização desta pesquisa e pela prontidão com que sempre nos atendeu;

Aos professores *Dr Carlos Alberto Dos Santos Cruz, Dr Gelson Luis Adabo e Dr Luís Geraldo Vaz* pela atenção, carinho e disponibilidade em nos auxiliar em várias etapas deste trabalho;

Ao *Prof Dr Marco Antonio Compagnoni* pelo apoio, atenção e convivência harmoniosa;

Aos docentes do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, pela contribuição em minha formação profissional;

Aos funcionários do departamento de Materiais Odontológicos e Prótese pelo convívio e solidariedade e por todos os serviços prestados, em especial à *Malú* por me permitir a utilização do fotopolimerizador;

Ao funcionário *Manoel* da Disciplina de Prótese Parcial Fixa, pelo auxílio na fase experimental desta pesquisa;

À funcionária *Cláudia* da Disciplina de Periodontia por fornecer água destilada para realização da termociclagem;

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação pela disponibilidade e simpatia;

Aos Funcionários da Biblioteca pelas orientações na finalização deste trabalho;

A todos os colegas do curso de Mestrado, *Alejandro, Carol, Jú, Laiza, Lívia, Lú e Paula* por todos os momentos que passamos juntos e experiências compartilhadas;

Aos colegas do curso de Doutorado em Reabilitação Oral pelo convívio e por todas as dicas;

A todos os meus amigos e familiares que acreditam em mim e muito me incentivaram nesta etapa de minha vida;

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista, representados pela digníssima Diretora Profa *Dra Rosemary Adriana Chiérice Marcantonio* e pelo Vice-Diretor *Prof Dr José Cláudio Martins Segalla*;

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho,

Meus sinceros agradecimentos.

Sumário

Resumo	13
Abstract	16
Introdução	19
Revisão da literatura	24
Proposição	86
Material e método	88
Resultado	97
Discussão	110
Conclusão	122
Referências	124
Apêndice	132

Haneda IG. Avaliação da resistência ao cisalhamento de sistemas para reparo em metalocerâmicas. Efeito do armazenamento em água [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

Resumo

O reparo de restaurações metalocerâmicas fraturadas pode ser considerado um desafio, principalmente quando grande quantidade de metal é exposta. O estabelecimento de uma união forte e durável entre material reparador e substrato da restauração fraturada é essencial para o sucesso do reparo. Este estudo avaliou a resistência ao cisalhamento entre diferentes sistemas de reparo e liga de NiCr e a durabilidade desta união após armazenamento em água por um longo período. Foram confeccionados 100 discos (9 x 3 mm) em liga de NiCr. Esses foram incluídos em anel de PVC com resina acrílica e tiveram suas superfícies regularizadas com lixas (120, 220 e 320) em politriz. Cada espécime recebeu um dos seguintes tratamentos: 1) Clearfil SE Bond, 2) Bistite II DC, 3) Cojet, 4) Scotchbond Multi Uso Plus (Grupo controle), e 5) uma variação do Grupo controle, na qual foram empregadas partículas de sílica do sistema Cojet Sand em substituição às de óxido de alumínio. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, termociclados (1.000 ciclos - 5° e 55°C) e, então, armazenados nas mesmas condições descritas anteriormente, por um período adicional de 24 horas ou 6 meses. O ensaio de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios Material Test System 810 com velocidade de 0,5 mm/minuto. Para cada período de armazenamento, os resultados foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Para cada sistema, os valores obtidos às 24 horas foram comparados aos encontrados após 6 meses empregando-se teste t de Student não

pareado. O tipo de fratura foi avaliado em lupa estereoscópica (30x). Às 24 horas, as médias de resistência dos grupos de 1 a 5 foram respectivamente: $14,20 \pm 2,45^b$, $6,14 \pm 0,88^c$, $20,54 \pm 1,06^a$, $13,80 \pm 1,12^b$, e $15,51 \pm 2,84^b$. Aos 6 meses foram: $7,83 \pm 1,21^c$, $8,31 \pm 0,69^c$, $15,95 \pm 1,72^b$, $15,28 \pm 0,83^b$, e $19,67 \pm 0,92^a$. O armazenamento em água afetou significativamente a resistência de união de todos os grupos. Às 24 horas, a resistência ao cisalhamento do sistema Cojet foi significativamente maior em relação aos demais grupos. Aos 6 meses, a combinação Cojet Sand/ Scotchbond Multi Uso Plus foi estatisticamente superior aos demais grupos. Após 6 meses de armazenamento em água, os sistemas Bistite II DC, Grupo controle e Cojet Sand/ Scotchbond Multi Uso Plus apresentaram aumento significativo da resistência, enquanto os sistemas Clearfil SE Bond e Cojet apresentaram significativa redução.

Palavras-chave: Reparação em prótese dentária; ligas metalo-cerâmicas; resistência ao cisalhamento.

Haneda IG. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. Effects of water storage [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

Abstract

When clinical fractures of metal-ceramic prostheses occur, exposing the metal substructure, repair may be considered a challenge. The clinical success of repair depends on establishing a strong and long-term durable bond between the repair material and the metal surface of the failed restoration. This study evaluated shear bond strength of different repair systems to NiCr alloy and bond durability after long-term water storage. One hundred cylindrical specimens (9 × 3 mm) were fabricated in a nickel-chromium alloy. The NiCr cylinders were embedded in a PVC ring and all specimen bonding surfaces were smoothed with silicon carbide papers (120, 220, and 320 grit) using a polisher. Specimens were divided into 5 groups of 20, which received one of the following bonding and resin composite repair systems (n=10): 1) Clearfil SE Bond/Clearfil AP-X, 2) Bistite II DC/Palfique, 3) Cojet /Z100, 4) Scotchbond Multipurpose Plus /Z100 control group), and 5) Cojet Sand plus Scotchbond Multipurpose Plus /Z100. The specimens were stored in distilled water for 24 hours at 37°C, thermal cycled (1,000 cycles – 5° to 55°C) and stored in distilled water at 37° C for either 24 hours or 6 months. Shear bond tests were performed in a mechanical testing machine with a crosshead speed of 0.5 mm/minute. Data (MPa) were analyzed using 1-way ANOVA and Tukey HSD test ($\alpha=.05$) for each storage time. The results obtained at 24 hours for each repair system were compared with those found at 6 months using Student's t-test. Each specimen was examined under a stereoscopic lens with ×30 magnification, and mode of failure was classified as adhesive, cohesive or combination. At 24 hours, the mean values for the groups 1 to

5 were, respectively 14.20 ± 2.45^b , 6.14 ± 0.88^c , 20.54 ± 1.06^a , 13.80 ± 1.12^b , and 15.51 ± 2.84^b . After 6 months, the mean of each group was, respectively 7.83 ± 1.21^c , 8.31 ± 0.69^c , 15.95 ± 1.72^b , 15.28 ± 0.83^b , and 19.67 ± 0.92^a . Within each storage time, identical small letters denote no significant differences among groups. Long-term water storage significantly affected all groups. Bond strength at 24 hours was significantly higher using the Cojet system ($P < .001$). After 6 months, Cojet Sand/Scotchbond Multipurpose Plus system was statistically superior to the other groups ($P < .001$). At 6 months, the Bistite II DC, control group and Cojet Sand/Scotchbond Multipurpose Plus groups presented a significant increase in shear bond strengths, while Clearfil SE Bond and Cojet groups showed significant reduction.

Keywords: Dental prosthesis repair; metal ceramic alloy; shear strength.

1 Introdução

As restaurações metalocerâmicas ainda são uma das principais opções em reabilitações orais^{9,10,20,36,46,52}, pois combinam a estética das cerâmicas com a resistência do metal^{19,30}, podendo ser empregadas em maiores extensões e em regiões de grande esforço mastigatório graças à sua resistência mecânica^{23,61}.

O sucesso destas restaurações depende, dentre outros fatores, de uma união eficiente entre a cerâmica e a estrutura metálica⁵⁰, e apesar do esforço crescente para melhorar a união destes materiais, ainda podem ocorrer fraturas na faceta cerâmica resultantes de determinadas condições clínicas⁴⁵. Segundo Latta, Barkmeier³² (2000), essas falhas são a segunda maior causa de substituição de restaurações após a cárie dental.

Vários são os motivos de tais fraturas, as quais podem resultar de traumas^{3,9,12,15,17,32,44,49}, ajuste oclusal inadequado^{9,12,17,32-44}, hábitos parafuncionais^{32,44}, fadiga flexural da estrutura metálica^{32,44,46}, incompatibilidade do coeficiente de expansão térmica entre cerâmica e estrutura metálica^{18,45}, falhas na união adesiva^{15,32,33,44}, redução inadequada do preparo dental^{9,12,45,46}, porosidades na cerâmica^{44,46}, e espessura incorreta da infra-estrutura^{9,12,15,33,44,46}.

Essas fraturas podem ser classificadas em simples, envolvendo apenas o corpo da cerâmica; mistas, sendo associadas à exposição de metal e cerâmica ou mais complexas, quando grande área metálica é exposta^{15,20,32}.

Fatores como custo elevado, risco de novo desgaste da estrutura dental, falta de disponibilidade do paciente e dificuldade de remoção das restaurações, podem, ocasionalmente protelar a substituição de uma restauração metalocerâmica fraturada, por uma nova^{3,17,23,49}. Assim, frente a uma situação de fratura, na qual a restauração continua

preenchendo os requisitos para a preservação da saúde dento-periodontal, e, por alguma razão não seja viável a substituição, o reparo estaria bem indicado^{16,49,53}.

Os reparos em restaurações metalocerâmicas visam restabelecer a função e a estética, já que 65% das fraturas ocorrem na região anterior, sendo 75% localizadas na arcada superior⁴⁶.

As técnicas de reparo podem ser classificadas em dois tipos: reparo direto, no qual é aplicada resina composta sobre a restauração fraturada, e reparo indireto, que inclui procedimentos laboratoriais para confeccionar uma nova faceta, que será cimentada sobre a restauração fraturada^{14,35}.

Considerando as duas possibilidades apresentadas anteriormente, os reparos diretos são vantajosos em relação ao tempo consumido, custo e complexidade da técnica^{13,14} e por isso são os mais utilizados. O ponto crítico do reparo é a união dos materiais *reparadores* aos substratos da restauração fraturada, ou seja, metal e/ou porcelana^{2,43,61}.

Por isso, devem ser realizados tratamentos prévios de superfície, os quais podem promover: retenção mecânica, como o jateamento com óxido de alumínio^{7,8,19,24,26,29,31,34,41,55-57,63-65}, asperização por ponta diamantada^{28,42}, condicionamento com ácido fluorídrico^{19,29,39,49}, ácido fosfórico³³, ou com flúor fosfato acidulado^{31,62}, e aplicação de laser⁴¹; adesão química como a silanização^{1,2,6,8,11,19,21,22,29,39,49} e a aplicação de primers para metal^{54,59,66} e, por fim, tanto retenção mecânica como adesão química como a deposição de sílica por jateamento convencional^{7,20,26,44,46,51,58,63} ou pela utilização de equipamentos específicos^{34,47} e a eletrodeposição de estanho³⁴. A associação destas modalidades de tratamento é freqüentemente utilizada, pois gera resultados mais satisfatórios^{4,14,19,26,35,39,41,60}.

Entretanto, é importante esclarecer que a indicação do tratamento superficial está na dependência do tipo de fratura ocorrida e,

conseqüentemente da superfície a ser reparada^{20,32}. Alguns tratamentos de superfície são compatíveis com o metal, outros, com a porcelana e outros, com ambos os substratos.

No metal, em particular, mesmo diante da existência de tratamentos de superfície específicos, como por exemplo, os primers para metal, o reparo direto ainda pode ser considerado um desafio^{11,27,58}. Fatores relacionados aos materiais reparadores propriamente ditos, como sua capacidade de união ao substrato metálico e sua resistência, também devem ser considerados.

Atualmente, no mercado odontológico, existem sistemas de reparo que podem ser utilizados tanto sobre porcelana quanto sobre metal, como é o caso do Bistite II DC, que apresenta em sua composição o monômero funcional 11-methacryloyloxundecan 1,1- dicarboxylic acid (MAC10) responsável pela união química entre material reparador e superfície metálica, do sistema Clearfil SE Bond que apresenta em seu kit os primers para metal Alloy Primer e Cesead Opaco Primer que contêm o monômero 10-methacryloyloxydecryl dihydrogen phosphate (MDP) e possuem função semelhante ao MAC 10 e do sistema Cojet que, por meio de jateamento, deposita partículas modificadas por sílica que promovem a união química e mecânica entre substrato e material reparador.

No entanto, há poucos estudos que mostrem o desempenho destes sistemas de reparo em fraturas complexas, ou seja, quando ocorre exposição total da superfície metálica, o que não é incomum de ocorrer clinicamente^{46,48}.

Outro fator agravante que deve ser levado em consideração é o ambiente bucal, onde condições como variação de temperatura, variação de pH, incidência de forças mastigatórias e umidade podem levar à degradação dos materiais reparadores, diminuindo, desta forma, a durabilidade do reparo^{5,25,33}. A avaliação da resistência inicial não mostra se haverá sucesso a longo prazo³³, já que alguns componentes utilizados em reparos diretos são instáveis em ambientes úmidos, como é o caso do

silano, muito susceptível à hidrólise^{6,36}. Segundo Quaas et al.⁵¹ (2005), materiais reparadores diferentes respondem de maneira diversa às condições a que são submetidos na cavidade oral.

Desta forma, considerando a) os benefícios que um reparo direto, quando bem feito e corretamente indicado, pode trazer, b) a dificuldade em definir o melhor tratamento para se obter uma resistência de união efetiva entre material reparador e metal, c) a escassez de trabalhos relacionados a reparos de fraturas complexas e d) os efeitos da umidade do meio bucal sobre a durabilidade do reparo, julgou-se oportuno avaliar, em dois tempos de armazenamento diferentes, a resistência de união entre liga de NiCr e alguns sistemas de reparo mais recentes no mercado, comparando-os com um protocolo de menor custo.

2 Revisão da literatura

Simonsen, Calamia⁵⁶ (1983) avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento ácido na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Foram confeccionadas 25 amostras em porcelana feldspática. Estas foram divididas em cinco grupos (n=5), os quais foram condicionados com ácido fluorídrico 7,5% pelos seguintes períodos: 1) sem condicionamento ácido (controle), 2) 2,5 minutos, 3) 5 minutos, 4) 10 minutos, 5) 20 minutos. Após os tratamentos, uma amostra de cada grupo foi analisada em microscopia eletrônica. Um cilindro em resina composta pré-polimerizada foi unido às amostras após os tratamentos. O teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (Instron). Na análise em microscopia eletrônica foram observadas porosidades na porcelana em todas as amostras que receberam o ácido (Grupos 2, 3, 4 e 5). No teste de tração, os valores das médias dos grupos variaram entre 0,6 MPa (Grupo controle) e 7,5 MPa (Grupo 5). O Grupo 1 promoveu falha adesiva, enquanto os demais grupos apresentaram falha mista, sendo uma parte da fratura adesiva e outra parte coesiva da porcelana.

Nayyar et al.⁴² (1985) avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionadas 40 placas (13,0 mm x 13,0 mm) em metal não nobre. Sobre estas, foi aplicada uma camada (2,5 mm) de porcelana feldspática. A superfície em porcelana das amostras foi asperizada com ponta diamantada. As amostras foram divididas em 4 grupos, os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo: 1) Cyano-Venner, 2) Den-Mat, 3) Enamelite 500, 4) Fusion-Prisma. Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes e, sobre estes, foi aplicada uma camada de resina composta (indicada para cada material), a qual foi fotopolimerizada no local. Nas superfícies superior e

inferior dos espécimes foi unido um cilindro metálico para que as amostras pudessem ser presas à máquina de ensaios mecânicos para a realização do teste de tração. Os Grupos 4 (19,72 MPa), 3 (15,39 MPa) e 2 (14,86 MPa) foram iguais entre si e superiores ao Grupo 1 (5,64 MPa). Em todos os grupos predominou a falha adesiva.

Calamia et al.⁸ (1985) avaliaram o efeito do ácido fluorídrico na resistência à tração entre porcelanas e resina composta. Para este estudo, foi utilizado o ácido fluorídrico nas concentrações de 5%, 7,5% e 10%, com tempos de condicionamento de 2,5 e 20 minutos, aplicado sobre três porcelanas feldspáticas (Biobond, Ceramco e Vita) e uma porcelana reforçada por alumina (Aluminous). Após as combinações de todos os tratamentos sobre todas as porcelanas, foi aplicada sobre as amostras uma resina composta, a qual foi fotopolimerizada no local. O teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos. Os maiores valores foram encontrados com o ácido fluorídrico 5%, sendo que as médias deste após 2,5 e 20 minutos foram, respectivamente: Biobond (17,5 e 5,3 MPa), Ceramco (21,0 e 7,0 MPa), Vita (18,3 e 8,3 MPa), Aluminous (11,7 e 2,3 MPa). Para todas as concentrações do ácido fluorídrico, o tempo de condicionamento de 2,5 minutos promoveu resultados significativamente maiores do que aqueles obtidos com o tempo de 20 minutos. As porcelanas feldspáticas apresentaram resultados estatisticamente superiores à porcelana reforçada por alumina, em todas as combinações de tratamento.

Stangel et al.⁵⁷ (1987) avaliaram as alterações na superfície da porcelana causadas por diferentes tratamentos, além do efeito de alguns desses tratamentos na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Primeiramente foram confeccionados discos (n=6) (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Microbond). Estes discos foram divididos em grupos e

submetidos a um dos seguintes tratamentos de superfície: 1) sem tratamento (controle), 2) ácido fluorídrico 52% por 1,5 minutos, 3) ácido fluorídrico 20% por 2,5 minutos, 4) ácido fluorídrico 20 % por 5 minutos, 5) ácido fluorídrico 20% por 10 minutos, 6) ácido fluorídrico 20% por 20 minutos. As amostras foram analisadas em microscopia eletrônica para a avaliação da morfologia da superfície. Nesta análise observou-se que, no Grupo 2, a porcelana apresentou dissolução da fase vítrea e a fase cristalina uniforme. No Grupo 3, apresentou dissolução da fase cristalina com grandes porosidades em meio à fase vítrea, que se apresentava irregular. Com o aumento no tempo de condicionamento ácido (Grupos 4, 5 e 6), a superfície continuou irregular, mas o número de poros diminuiu, uma vez que, além da fase cristalina, a fase vítrea também foi dissolvida. Segundo os autores, a superfície com maior retenção micromecânica foi proporcionada pelo tratamento 3. Em uma segunda fase do experimento, foram confeccionados mais 42 discos em porcelana feldspática, os quais foram divididos em 2 grupos (n=21). Um dos grupos não recebeu nenhum tratamento de superfície, enquanto o outro foi condicionado com ácido fluorídrico 20% por 2,5 minutos. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n=7), os quais receberam um dos seguintes tratamentos: A) sem tratamento, B) silano (Porcelain Bonding), C) silano/adesivo (Creation Bond). Sobre todas as amostras foi aplicada resina composta (Visar Seal), a qual foi fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz. Os corpos-de-prova foram armazenados em água a temperatura ambiente por 7 dias e submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 2,0 mm/min. As médias dos resultados das amostras sem tratamento e condicionadas com ácido foram, respectivamente: Grupo A (3,08 e 15,58 MPa), Grupo B (5,24 e 18,68 MPa) e Grupo C (8,80 e 19,37 MPa). Houve diferença significativa entre todos os grupos, com exceção dos Grupos B e C após o condicionamento ácido, os quais foram iguais entre si e apresentaram os maiores resultados. O condicionamento ácido aumentou significativamente a

resistência de união nos três grupos. O uso do silano também aumentou a média dos resultados em todos os grupos. Já o adesivo melhorou a resistência de união somente nas amostras que não receberam o condicionamento ácido. Sem o tratamento com o ácido, os Grupos A, B e C apresentaram falha adesiva. Já quando o ácido foi utilizado, o Grupo A apresentou falha mista e os Grupos B e C apresentaram falha coesiva da porcelana.

Lüthy et al.³⁴ (1988) avaliaram o efeito de tratamentos de superfície e do armazenamento em água na resistência à tração entre metal e resina composta. Para este estudo, foram confeccionados discos (área de 50,0 mm²) em liga de níquel-cromo-berílio. Estas amostras foram jateadas com óxido de alumínio ou tratadas com sílica (Silicoater) ou receberam banho eletrolítico. Após o tratamento, os discos metálicos receberam um dos seguintes silanos: 1) silano com partícula de sílica (40 nm de diâmetro), 2) silano com partículas vítreas (2,0 µm de diâmetro). Os discos que receberam o mesmo tratamento foram unidos aos pares com uma das seguintes resinas compostas quimicamente ativadas (camada de 100 µm de espessura) as quais possuíam a mesma matriz orgânica (Bis-GMA e TEGDMA com uma relação de 2:1): 1) macroparticulada, 2) microparticulada. Metade das amostras de cada grupo foi armazenada a 37°C por 1 dia, até a realização do teste de tração em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 2,0 mm/min. A outra metade foi armazenada nas mesmas condições descritas acima por 30 dias, anteriormente à realização do ensaio mecânico. Os resultados variaram entre 4,2 e 20,5 MPa. Não houve diferença estatística entre as resinas macroparticulada e microparticulada. Os diferentes silanos também não apresentaram diferença significativa. Os melhores resultados foram atingidos com a associação do jateamento com o óxido de alumínio e o tratamento com partículas de sílica. A

resistência de união aumentou após o armazenamento por 30 dias, quando o tratamento com partículas de sílica foi realizado.

Gregory et al.¹⁸ (1988) avaliaram o efeito de sistemas de reparo e do armazenamento na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 80 discos (9,0 mm de diâmetro e 7,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68), os quais foram regularizados com lixa (600). Estes foram divididos em 6 grupos (n=15), os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo associados à resina composta Command Ultrafine (C) ou à resina composta Silux (S): 1) Porcelain Repair/C (resina própria do sistema), 2) Silanit/C, 3) Scotchprime/C, 4) Scotchprime/S (resina própria do sistema), 5) Fusion/C, 6) Ultrabond/C. Os sistemas de reparo foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes e a resina composta foi fotopolimerizada sobre a superfície tratada. Os corpos-de-prova de cada grupo foram divididos em 3 subgrupos (n=5), os quais foram armazenados em água a 37°C durante 1, 7 ou 28 dias. Após o armazenamento, o teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos com velocidade 0,5 mm/min. Os grupos armazenados por 7 dias e 28 dias reduziram significativamente suas médias quando comparados ao grupo com 1 dia de armazenamento. Após 1 dia de armazenamento, os Grupos 1 e 3 foram iguais entre si e melhores que os demais grupos. Após 7 dias, os Grupos 1 e 3 e os Grupos 2 e 3 foram iguais entre si e significativamente maiores que os Grupos 4, 5 e 6. O Grupo 1 foi superior também ao Grupo 2. Após 28 dias, apenas o Grupo 2 obteve aumento significativo em sua resistência quando comparado aos 7 dias de armazenamento. Já o Grupo 3 apresentou resultados iguais nestes dois períodos de armazenamento e os Grupos 1, 4, 5 e 6 reduziram significativamente suas médias. Quando os sistemas completos (Grupos 1 e 4) foram comparados à associação entre eles (Grupo 3), independente do tempo de armazenamento, o Grupo 3 foi

significativamente maior que o Grupo 4 e igual ao Grupo 1. Em todos os grupos houve predomínio de falha adesiva.

Lacy et al.³¹ (1988) avaliaram o efeito de tratamentos de superfície na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Para este estudo, foram confeccionadas 60 placas retangulares (10,0 mm x 20,0 mm) em liga de níquel-cromo. Sobre metade da área destas placas (10,0 mm x 10,0 mm) foi aplicada uma camada de porcelana feldspática (Will-Ceram). Na extremidade da outra metade da placa foi realizado um orifício (2,0 mm de diâmetro), o qual foi utilizado para prender o corpo-de-prova na máquina de ensaios mecânicos. As amostras foram asperizadas com ponta diamantada e divididas em 6 grupos (n=10), os quais receberam um dos seguintes tratamentos sobre a porcelana: 1) sem tratamento (controle), 2) silano (Scotchprime), 3) flúor fosfato acidulado 1,23% por 10 minutos, 4) flúor fosfato acidulado 1,23% por 10 minutos e silano (Scotchprime), 5) ácido fluorídrico 9,5% por 4 minutos, 6) ácido fluorídrico 9,5% por 4 minutos e silano (Scotchprime). Sobre todas as amostras foram aplicados o sistema adesivo Scotchbond e a resina composta P-30 foi fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (5,0 mm de diâmetro). Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas até a realização do teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 5,0 mm/min. Os melhores resultados foram apresentados pelos Grupos 4 (38,72 MPa) e 6 (43,91 MPa), os quais foram estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais grupos. O Grupo 2 (15,09 MPa) foi significativamente melhor que os Grupos 1 (6,92 MPa), 3 (7,96 MPa) e 5 (9,40 MPa), os quais foram iguais entre si. A falha coesiva da porcelana predominou apenas nos Grupos 4 e 6, sendo que os demais grupos apresentaram falha adesiva. Segundo os autores, o uso do silano tem grande importância na resistência de união entre porcelana

e resina composta, principalmente quando este está associado ao condicionamento ácido.

Senda et al.⁵⁵ (1989) avaliaram o efeito de ácidos na superfície da porcelana. Foram confeccionados 84 discos em porcelana feldspática. Estes foram divididos em 3 grupos: 1) flúor fosfato acidulado, 2) ácido fluorídrico, 3) (controle) sem tratamento. O Grupo 1 promoveu pequenas alterações na superfície da porcelana. Já no Grupo 2, a superfície se apresentou com maiores rugosidades. Segundo os autores, a rugosidade superficial promovida na porcelana pelo flúor fosfato acidulado pareceu ser insuficiente para promover a união com a resina composta. Já o ácido fluorídrico promoveu retenções micromecânicas satisfatórias para a efetividade desta união.

Gregory, Moss¹⁷ (1990) avaliaram o efeito da combinação de resinas compostas e diferentes períodos de armazenamento na resistência à tração entre resina composta e porcelana. Para este estudo, foram confeccionados 132 discos (9,0 mm de diâmetro e 7,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Estes foram incluídos em resina acrílica e regularizados com lixa (600). Todas as amostras foram limpas com ácido fosfórico a 37% durante 60 segundos e um dos seguintes silanos, dependendo da resina composta que foi utilizada em contato com a porcelana, foi aplicado: silano Scotchprime (Concise e Silux Plus), silano Porcelain Repair (Herculite). Após a aplicação do adesivo, uma das seguintes combinações de resina composta foi aplicada com o auxílio de uma matriz (4,0 mm de diâmetro e 6,0 mm de altura): 1) (controle) Concise - macroparticulada (n=11), 2) (controle) Herculite – híbrida (n=11), 3) (controle) Silux Plus – microparticulada (n=11), 4) Concise + Herculite (n=33), 5) Concise + Silux Plus (n=33), 6) Herculite + Silux Plus (n=33). As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, sendo que o teste de tração nos Grupos 4, 5 e 6 foi realizado após

24 horas (n=11), 7 dias (n=11) e 28 dias (n=11), em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. Os Grupos controle (1, 2 e 3) foram submetidos ao teste mecânico apenas após 28 dias de armazenamento. Nos Grupos controle, a resina macroparticulada (21,52 MPa) apresentou resultado superior às resinas híbrida (16,91 MPa) e microparticulada (6,40 MPa). Os Grupos 4 e 5, após 24 horas e 28 dias, foram iguais entre si e significativamente maiores que o Grupo 6. Após 28 dias os Grupos 1 e 4 foram iguais. Para todos os grupos (4, 5 e 6), a resistência de união após 7 dias foi menor que após 24 horas e 28 dias, sendo que estes últimos foram iguais entre si. Houve predomínio de falha adesiva em todos os grupos.

Wolf et al.⁶⁴ (1992) avaliaram o efeito de tratamentos de superfície, agentes de união e termociclagem na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Foram confeccionados discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Ceramco II). Estes foram regularizados com lixa (600) e divididos em 3 grupos, os quais receberam um dos seguintes tratamentos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% durante 5 minutos, 2) jateamento com óxido de alumínio (50 µm), 3) asperização com ponta diamantada. As amostras de cada grupo foram divididas em 4 subgrupos, sobre as quais foi aplicado um dos seguintes sistemas de reparo: Clearfil Porcelain Bond (CPB), Porcelain Liner M (PLM), Porcelain Liner M com Super-Bond C & B (PLMSB), Scotchprime (SP). A aplicação dos sistemas foi feita de acordo com as especificações dos fabricantes. A resina composta Herculite foi fotopolimerizada sobre as amostras com o auxílio de uma matriz em forma de cone (3,0 mm de diâmetro na porção inferior, 5,0 mm de diâmetro na porção superior e 5,0 mm de altura). Metade dos corpos-de-prova de cada subgrupo foi armazenada a 37°C, em umidade relativa de 100% por 24 horas e submetida ao teste de tração em máquina de ensaios mecânicos (Instron) com velocidade de 0,5 mm/min.

A outra metade foi termociclada (1.000 ciclos de 1 minuto – 8° e 50°C) anteriormente ao teste mecânico. A termociclagem diminuiu a resistência de união nos 3 tratamentos de superfície. Os grupos que receberam os sistemas CPB apresentaram os maiores valores de resistência, seguidos dos tratamentos com SP, PLMSB e PLM. Os grupos tratados com SP e PLMSB foram iguais entre si e superiores ao Grupo PLM. A maior resistência de união, às 24 horas e após termociclagem, foi atingida pelos grupos jateados com óxido de alumínio, associados aos sistemas SP (23,7 e 16,3 MPa) e CPB (23,4 e 12,5 MPa). No tratamento com o ácido fluorídrico, a maior resistência foi atingida pelo Grupo CPB (20,0 e 12,4 MPa). A menor resistência de união, nos 3 tratamentos, foi obtida pelo sistema PLM, com variação de valores entre 4,9 e 12,8 MPa (às 24 horas) e entre 3,7 e 8,5 MPa (após termociclagem). Os maiores valores foram alcançados após o tratamento com o óxido de alumínio, seguido pelo ácido fluorídrico e pela asperização com ponta diamantada. A falha adesiva predominou nos sistemas SP, PLMSB e PLM, associados ao jateamento ou à asperização com ponta diamantada. Os grupos que receberam o sistema CPB e as amostras tratadas com o ácido fluorídrico apresentaram falha coesiva da porcelana.

Hayakawa et al.²¹ (1992) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos e do uso do silano na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Foram confeccionados discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Lamina Porcelain). Estes foram divididos em 3 grupos, os quais receberam os seguintes tratamentos: 1) polimento com lixa (1.000), 2) ácido fosfórico por 60 segundos após polimento com lixa (1.000), 3) ácido fluorídrico por 60 segundos após polimento com lixa (1.000). Amostras dos três tratamentos foram analisadas em microscopia eletrônica. Os grupos foram divididos em 4 subgrupos, os quais foram tratados com os seguintes silanos: 1) (controle) sem silano, 2) Cosmotech Porcelain Prime, 3)

Laminabond Porcelain Prime, 4) Optec Silane. A resina composta Laminabond foi aplicada sobre todas as amostras, sendo fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (3,2 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura). Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. O teste foi realizado em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 2,0 mm/min. Nos grupos que não receberam o silano, o tratamento com o ácido fluorídrico foi o que demonstrou melhores resultados. O tratamento com o ácido fluorídrico promoveu falha mista, enquanto os tratamentos com o ácido fosfórico e com o polimento com lixa promoveram falha adesiva. Quando o silano Cosmotech Porcelain Primer foi utilizado, a maior resistência de união foi alcançada no grupo tratado com o ácido fluorídrico, sendo que este tratamento foi significativamente maior que os demais. Para este silano, houve predomínio de falha mista. Não houve diferença estatística entre os tratamentos quando os silanos Laminabond Porcelain Primer e Optec Silane foram utilizados. Nestes grupos, predominou a falha coesiva da porcelana. Na análise em microscopia eletrônica, o ácido fluorídrico promoveu maior rugosidade na superfície da porcelana.

Agra et al.¹ (1993) avaliaram, por meio de revisão de literatura, a importância do silano na união química entre porcelana e resina composta. Os autores concluíram que a união química ou a união mecânica, isoladamente, não são suficientes para suportar as forças mastigatórias que incidem na interface porcelana/resina composta. A melhor opção seria a associação entre os dois tipos de união, aplicando o silano (química) sobre a porcelana feldspática anteriormente condicionada com ácido fluorídrico (mecânica).

Kern, Thompson²⁴ (1993) avaliaram o efeito do jateamento com óxido de alumínio e da deposição de sílica na perda de volume, alteração de superfície e composição de ligas metálicas. Neste estudo,

foram confeccionados 130 discos metálicos, sendo 50 em liga de níquel-cromo (NiCr – Wiron 99) e 50 em liga nobre de ouro-prata-cobre (AuAgCu – Firmalay), tendo estes 9,0 mm de diâmetro e 3,4 mm de espessura. Os 30 discos restantes foram confeccionados em liga de cobalto-cromo (CoCr – Wirobond) com 6,2 mm de diâmetro e 3,4 mm de espessura. Todas as amostras foram polidas com lixa (600) e limpas em ultrassom com etilacetato por 10 minutos. Amostras de cada uma das ligas (n=30) foram tratadas (área de 5,0 mm de diâmetro) com os componentes do sistema Rocatec, com pressão de 0,25 MPa, durante 14 segundos nas diferentes condições: 1) óxido de alumínio 110 µm (Rocatec Pre) sobre a superfície polida com lixa, 2) partículas de sílica 110 µm (Rocatec Plus) sobre a superfície polida com lixa, 3) partículas de sílica 110 µm (Rocatec Plus) sobre a superfície previamente tratada com óxido de alumínio 110 µm. O restante das amostras em NiCr (n=20) e AuAgCu (n=20) foram jateadas com óxido de alumínio 250 µm (área de 8,0 mm de diâmetro), com pressão de 0,25 MPa (n=10) ou 0,40 MPa (n=10). Após os tratamentos, todas as amostras foram limpas em ultrassom com etilacetato por 10 minutos. A perda de massa nos discos metálicos foi determinada em balança de precisão (precisão de 0,01 mg), comparando a massa dos mesmos após o polimento com a massa após a realização dos tratamentos e limpeza em ultrassom. A massa perdida foi convertida em volume (mm³), utilizando a densidade específica de cada liga metálica fornecida pelo fabricante. A morfologia da superfície foi analisada em microscopia eletrônica. Para a análise da composição da superfície, 6 discos de cada liga foram novamente lixados (600), polidos com alumina 1,0 µm (Micropolish) e limpos em ultra-som com etilacetato por 10 minutos. Uma amostra de cada liga foi submetida a um dos 6 tratamentos: 1) sem tratamento (polimento), 2) jateamento com óxido de alumínio, 3) jateamento com óxido de alumínio/jateamento com sílica, 4) jateamento com óxido de alumínio/limpeza em ultra-som, 5) jateamento com óxido de alumínio/jateamento com sílica/limpeza em ultra-som, 6) jateamento com

óxido de alumínio/limpeza em ultra-som/aplicação de sílica líquida (Sililink)/unidade MD (para a fixação da sílica) com tempo e temperatura programados para cada tipo de liga, de acordo com as especificações do fabricante. Para todos os grupos, o jateamento (óxido de alumínio ou sílica) foi realizado com partículas de 110 μm e pressão de 0,25 MPa. A limpeza em ultra-som foi sempre realizada com etilacetato durante 10 minutos. A composição da superfície nos diferentes grupos foi determinada pelo EDS (*energy dispersive spectroscopy*). Todos os tratamentos promoveram maior perda de massa na liga nobre em comparação com as ligas não nobres (NiCr e CoCr). Com os tratamentos do sistema Rocatec, a perda de massa nas ligas variou entre: NiCr (0,150 e 0,179 mm^3), CoCr (0,184 e 0,208 mm^3), AuAgCu (0,244 e 0,307 mm^3). Já a perda de massa nos discos metálicos tratados com óxido de alumínio 250 μm foi diretamente proporcional ao aumento da pressão com valores de: NiCr (0,102 e 0,211 mm^3), AuAgCu (0,163 e 0,301 mm^3). Na análise em microscopia eletrônica observou-se que, no jateamento com óxido de alumínio, houve aumento na rugosidade da superfície metálica, o qual foi igual para os diferentes tamanhos de partículas (110 e 250 μm). Essas partículas de alumínio ficaram unidas à superfície, mas foram parcialmente removidas após a limpeza em ultra-som. O jateamento com sílica promoveu uma superfície metálica recoberta com sílica. No entanto, grande parte dessas partículas foi removida com a limpeza em ultra-som. No EDS observou-se que os tratamentos que utilizaram o jateamento com óxido de alumínio aumentaram a quantidade de alumínio na superfície em comparação às amostras polidas. A limpeza em ultra-som e o tratamento com sílica não reduziram significativamente a quantidade de alumínio nas amostras que foram jateadas com o óxido de alumínio. O jateamento com sílica aumentou a quantidade de sílica na superfície metálica em comparação ao controle e às amostras tratadas com óxido de alumínio. A aplicação da solução de sílica também aumentou a concentração de sílica nos diferentes substratos. No entanto, esse aumento foi o mesmo

promovido pelo jateamento com sílica. Nas ligas de NiCr e CoCr, a limpeza em ultra-som não influenciou na concentração de sílica. Já na liga de AuAgCu, a concentração de sílica diminuiu após a limpeza em ultra-som.

Wolf et al.⁶⁵ (1993) avaliaram a influência de diferentes tratamentos na resistência à tração entre resina composta e porcelana. Neste estudo, foram confeccionados 45 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Ceramco II), os quais foram regularizados com lixa (600). Os espécimes foram divididos em 2 grupos que receberam um dos seguintes tratamentos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 9,5% (n=20), 2) jateamento com óxido de alumínio (n=25). O grupo 1 foi dividido em 4 subgrupos (n=5), de acordo com o tempo do condicionamento ácido: 30, 60, 150 e 300 segundos. O grupo 2 foi dividido em 5 subgrupos, de acordo com o tamanho da partícula de óxido de alumínio: 33,5 µm (seco), 48,0 µm (seco), 78,0 µm (seco), 10,2 µm (umedecido em solução de álcool etílico a 25%), 50,0 µm (seco) (controle). Os espécimes do Grupo 2 foram limpos com ácido fosfórico 35% após o jateamento. A rugosidade da superfície dos espécimes dos Grupos 1 e 2 foi mensurada em perfilômetro com capacidade de leitura de 0,005 µm. O silano Scotchprime Ceramic Prime e o sistema adesivo Scotchbond 2 foram aplicados sobre todas os espécimes. Uma camada (1,0 mm) de resina composta (HerculiteXRV) foi aplicada sobre a porcelana e fotopolimerizada. Os espécimes foram armazenados em umidade relativa de 100% a 37°C durante 24 horas. O teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (Instron), com velocidade de 0,5 mm/min. Com o aumento no tempo do condicionamento ácido, a rugosidade da superfície aumentou de 0,74 para 3,84 µm. Com o aumento do tamanho das partículas de óxido de alumínio, a rugosidade aumentou de 0,38 para 2,41 µm. O grupo controle do jateamento (50 µm) promoveu rugosidade de superfície de 1,87 µm. As resistências dos

espécimes condicionados por 60 (20,0 MPa), 150 (27,0 MPa) e 300 segundos (25,0 MPa) foram iguais entre si e maiores que as obtidas aos 30 segundos (15,0 MPa). Os espécimes tratados com o ácido apresentaram maior resistência que as amostras jateadas, exceto para o grupo controle de 50 μm (19,0 MPa). O Grupo controle (50 μm) foi igual aos grupos jateados com partículas de 10,2 μm (12,0 MPa), 35,5 μm (11,0 MPa) e 48,0 μm (14,0 MPa), e maior que o grupo jateado com partículas de 78,0 μm (7,0 MPa). Todos os grupos jateados, com exceção do controle, foram iguais entre si. A falha coesiva da porcelana ocorreu nos grupos condicionados durante 60 e 150 segundos. O grupo condicionado por 300 segundos e o Grupo controle do jateamento apresentaram falha mista. Já o grupo condicionado por 30 segundos e os demais grupos jateados apresentaram falha adesiva.

Appeldoorn et al.³ (1993) avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Foram confeccionados 160 cilindros (12,0 mm de diâmetro e 5,5 mm de espessura) metálicos. Sobre estes foi feita uma cavidade (5,8 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade), na qual a porcelana feldspática (Ceramic II) foi aplicada. Os espécimes foram regularizados com lixa (320) e divididas em 8 grupos (n=20), de acordo com o sistema de reparo e a resina composta utilizados: 1) All Bond 2 e Bis-Fil, 2) Cerinate Prime e Ultra Bond, 3) Clearfil Porcelain Bond e Clearfil Photo-Anterior, 4) Etch-Free e Bis-Fil, 5) Monobond S e Heliomolar Radopaque, 6) Porcelite e Herculite XRV, 7) Scotchprime e Silux Plus, 8) Silistor e Multifil VS. Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações do fabricante. A resina composta foi aplicada com o auxílio de uma matriz (4,3 mm de diâmetro) e fotopolimerizada no local. A metade de cada grupo (n=10) foi armazenada em água destilada a 37°C por 24 horas e o teste foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (Instron) com velocidade de 5,0 mm/min. A outra metade (n=10) foi armazenada nas mesmas condições

descritas acima por 3 meses, termociclada (2.500 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C) e submetida ao teste de cisalhamento. Os resultados obtidos após 24 horas e após 3 meses foram, respectivamente: 1 (22,3 e 17,0 MPa), 2 (12,0 e 8,8 MPa), 3 (18,5 e 20,7 MPa), 4 (23,5 e 18,4 MPa), 5 (14,1 e 12,6 MPa), 6 (15,1 e 15,4 MPa), 7 (15,1 e 14,9 MPa), 8 (12,2 e 4,2 MPa). Após 24 horas, os Grupos 1, 3 e 4 apresentaram as maiores médias, sendo iguais entre si e melhores que os demais grupos. Após 3 meses, o Grupo 3 foi significativamente melhor que os demais grupos. Os Grupos 3, 6 e 7 não apresentaram diferença estatística entre os tempos de 24 horas e 3 meses de armazenamento. A falha coesiva predominou nos espécimes armazenados por 24 horas, com exceção do Grupo 4, no qual predominou a falha adesiva. Nos corpos-de-prova armazenados por 3 meses, os Grupos 1, 3, 6 e 7 apresentaram falha coesiva da porcelana e os Grupos 2, 4, 5 e 8 apresentaram falha adesiva.

Diaz-Arnold et al.¹² (1993) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana após a realização de reparo com seis sistemas adesivos. Foram confeccionados discos (10,0 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Estes foram regularizados com lixa (220) e limpos em ultra-som com solução de metanol 99,8% e água destilada. As amostras foram divididas em 6 grupos (n=10): 1) All Bond 2, 2) Clearfil Porcelain Bond, 3) C & B Metabond Etch Free, 4) Scotchprime, 5) Ceram-Etch, 6) Ultradent. Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações do fabricante e discos (2,3 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura) em resina composta (Herculite) fotopolimerizada no local foram unidos à porcelana. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e termociclados (300 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C). Após a termociclagem, os espécimes foram armazenados, nas mesmas condições descritas acima, por mais 35 dias e submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos (Instron) com

velocidade de 0,5 mm/min. O Grupo 5 (11,5 MPa) apresentou resultado estatisticamente menor que os demais grupos, os quais foram iguais entre si, com resultados variando entre 17,0 e 18,5 MPa. Houve predomínio de falha coesiva da porcelana em todos os grupos, com exceção do Grupo 5, no qual predominou a falha adesiva.

Kern, Thompson²⁵ (1994) avaliaram a influência do armazenamento em água combinado à termociclagem na durabilidade da união entre sistemas adesivos/cimentos resinosos e liga de NiCr. Cilindros de 9 mm de diâmetro e 3,4 mm de altura foram fundidos em liga de NiCr (Wiron 99, Bego), polidos com lixa 600, jateados com óxido de alumínio de 110 µm e limpos com etilacetato em ultrassom por 3 minutos (exceto o grupo ROC que dispensa a limpeza em ultrassom). Foram utilizados 6 diferentes sistemas de união: grupo SAND – aplicação do sistema adesivo/ cimento resinoso (Adhesive Bond/ Twinlook, Heraeus Kulzer) sobre a superfície jateada; grupo SIL – aplicação do silano Espe-Sil (3M ESPE) antes da aplicação do sistema Adhesive Bond/ Twinlook; grupo ROC – jateamento com partículas modificadas por sílica (Rocatec System, 3M ESPE), aplicação de silano Espe-Sil e do sistema Adhesive Bond/ Twinlook; grupo SMD – aplicação térmica de sílica (Silicoater MD, Heraeus Kulzer), silano Silseal (Heraeus Kulzer) e sistema Adhesive Bond/ Twinlook; grupo PEX – aplicação de cimento resinoso adesivo Panavia Ex sobre a superfície jateada e grupo PNS – utilização de um cimento resinoso experimental Panavia TPN-S. Uma camada de resina composta quimicamente ativada (Clearfil FII) de 3,3 mm de altura foi depositada sobre as superfícies tratadas. Cada grupo (n = 24) foi dividido em 3 subgrupos de 8 espécimes de acordo com o tempo de armazenamento e o número de ciclos entre 5° e 55°C: 1 dia de armazenamento sem termociclagem; 30 dias com 7.500 ciclos ou 150 dias com 37.500 ciclos. Todos os espécimes foram então armazenados em solução isotônica de saliva artificial a 37°C, submetidos a 2.500 ciclos

térmicos. Foi realizado o ensaio mecânico de tração e o tipo de fratura foi analisado em microscópio de luz (30x). Após 150 dias, os grupos SAND e SIL apresentaram valores mais baixos que os demais grupos (13,6 MPa e 17,9 MPa respectivamente). Neste mesmo período de armazenamento, os grupos ROC, SMD e PEX apresentaram valores de resistência por volta de 50 MPa e para cada um desses grupos, não houve diferença significativa entre os valores obtidos após 1 dia e 150 dias de armazenamento. O grupo PNS apresentou média de resistência inicial (após 1 dia) de 55,0 MPa mas, após 150 dias, diminuiu significativamente para 36,9 MPa. No tempo final de armazenamento, o tipo de fratura foi 100% adesiva para o grupo SAND e 97% adesiva para o grupo SIL. Para o grupo PNS foi 100% coesiva do cimento resinoso. Para os grupos ROC, SMD e PEX, os tipos de fratura foram parcialmente coesivas do cimento resinoso e parcialmente da resina composta.

Tylka, Stewart⁶² (1994) avaliaram a rugosidade da superfície de duas porcelanas após o condicionamento com diferentes ácidos, além da resistência de união entre estas e uma resina composta. Para este estudo, foram confeccionados discos (4,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura) com as porcelanas feldspáticas (n=6) Will-Ceram e Biobond. Metade das amostras de cada grupo (n=3) foi tratada com flúor fosfato acidulado gel 1,23% durante 10 minutos e a outra metade com ácido fluorídrico 9,5% durante 5 minutos. Estas amostras foram analisadas em microscopia eletrônica. Para o teste de torção foram confeccionados cilindros em metal sobre os quais foram aplicadas as porcelanas. As amostras metalocerâmicas foram separadas aos pares, os quais receberam um dos condicionamentos ácidos descritos anteriormente. Todas as amostras foram silanizadas (Prilane) e, cada par foi unido com uma camada (2,0 mm) de resina composta (Command Ultrafine). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 1 semana até a realização do teste de torção, no qual o espécime era preso por

suas extremidades (cilindros metálicos) em máquina de ensaios mecânicos e uma força por movimento de torção era aplicada sobre ele a uma velocidade de 1Nm/min, gerando estresse na interface de união. A análise em microscopia eletrônica demonstrou que, o ácido fluorídrico 9,5% promoveu grande rugosidade na superfície das porcelanas, enquanto o flúor fosfato acidulado 1,23% manteve a superfície das porcelanas praticamente sem alteração. Em relação à resistência de união, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos nas duas porcelanas. As amostras de todos os grupos apresentaram falha coesiva da porcelana.

Thurmond et al.⁶⁰ (1994) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina e porcelana após diferentes tratamentos de superfície. Neste estudo, foram confeccionados 200 discos (12,0 mm de diâmetro e 5,5 mm de espessura) em metal, nos quais foram preparadas cavidades (5,8 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade). A porcelana feldspática (Ceramco II) foi aplicada nestas cavidades e regularizada com lixa (240). As amostras foram divididas em 10 grupos (n=20), os quais foram tratados com diferentes combinações dos componentes do sistema adesivo All Bond 2: 1) (controle) sem tratamento, 2) jateamento com óxido de alumínio (50 µm)/ácido fosfórico 32% (Uni-Etch)/silano (Porcelain Prime), 3) sistema adesivo (Primer A & B), 4) silano/sistema adesivo, 5) asperização com ponta diamantada/ácido fosfórico/silano, 6) ácido fluorídrico 8% (Porcelain Etchant), 7) ácido fluorídrico/silano, 8) jateamento com óxido de alumínio/ácido fluorídrico/silano, 9) jateamento com óxido de alumínio, 10) jateamento com óxido de alumínio/ácido fosfórico/adesivo. Após os tratamentos, cilindros em resina composta (Bis-Fil) pré-polimerizada foram unidos à porcelana. Metade dos espécimes de cada grupo (n=10) foi armazenada em água destilada a 37°C por 24 horas e submetida ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos (Instron). A outra metade (n=10) foi armazenada durante 3 meses e

termociclada (2.500 ciclos de 2 minutos – 5° e 55°C) anteriormente à realização do teste mecânico. Após 24 horas de armazenamento, observou-se que não houve diferença significativa entre os Grupos 2 (22,4 MPa), 4 (25,0 MPa), 6 (23,4 MPa), 7 (22,7 MPa) e 8 (20,9 MPa). No entanto, os resultados destes grupos foram estatisticamente maiores que os dos Grupos 1 (10,6 MPa), 3 (13,9 MPa), 5 (16,4 MPa), 9 (13,2 MPa) e 10 (17,0 MPa), os quais foram iguais entre si. A falha coesiva da porcelana predominou nos Grupos 2, 4, 5, 6, 7 e 8. Já nos Grupos 1, 3, 9 e 10 predominou a falha adesiva. Após o armazenamento por 3 meses e a termociclagem observou-se que a resistência de união do Grupo 8 (17,4 MPa) foi significativamente maior que a dos demais grupos, os quais apresentaram resultados que variaram entre 0,1 e 13,4 MPa. A falha coesiva da porcelana predominou apenas no Grupo 8, sendo que nos demais grupos houve predomínio de falha adesiva. A resistência de união de cada grupo após 24 horas de armazenamento, foi significativamente maior que a observada após os 3 meses associado à termociclagem, com exceção do Grupo 9, que não apresentou diferença entre os resultados (13,2 e 11,8 MPa). Segundo os autores, na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta, a união mecânica foi mais importante que a união química, uma vez que a segunda depende da primeira para ser eficaz. A associação entre o jateamento com óxido de alumínio, ácido fluorídrico e silanização foi considerada o melhor tratamento.

Aida et al.² (1995) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana após diferentes tratamentos de superfície. Foram confeccionados 120 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em porcelana feldspática, os quais foram incluídos em resina acrílica e receberam um dos seguintes tratamentos (n=24): 1) polimento com lixa (1.000); 2) polimento com lixa (1.000) e condicionamento com ácido fosfórico durante 60 segundos; 3) polimento com lixa (1.000), condicionamento com ácido fosfórico durante 60

segundos e limpeza em ultra-som durante 20 minutos; 4) polimento com lixa (1.000) e condicionamento com ácido fluorídrico durante 60 segundos; 5) polimento com lixa (1.000), condicionamento com ácido fluorídrico durante 60 segundos e limpeza em ultra-som durante 20 minutos. Após os tratamentos, as amostras foram observadas em microscopia eletrônica para análise da rugosidade da superfície. As amostras de cada tratamento foram divididas em 3 subgrupos (n=8), os quais receberam um dos seguintes silanos: Porcelain Liner M (PLM), Tokuso Ceramic Primer (TCP) ou solução de etanol a 2% γ -metacriloxipropil trimetoxisilano (γ -MPTS/EtOH) (não disponível comercialmente). Os silanos foram aplicados na superfície cerâmica tratada e discos (3,2 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em resina composta (Laminabond Composite Paste Universal) foram fotopolimerizados sobre a superfície silanizada com o auxílio de uma matriz de silicone. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 1 dia, quando foi realizado o teste em máquina de ensaios mecânicos (TCM-500CR) com velocidade de 2,0 mm/min. Nos grupos que receberam o silano γ -MPTS/EtOH, os corpos que foram apenas lixados não apresentaram adesão com a resina composta, já os corpos tratados com o ácido fluorídrico apresentaram resistência de união significativamente maior que aqueles tratados com o ácido fosfórico. Os grupos que receberam os silanos PLM e TCP não sofreram influência dos diferentes tratamentos de superfície e apresentaram resultados iguais entre si e maiores que os grupos tratados com o silano γ -MPTS/EtOH. A falha coesiva da porcelana predominou nos espécimes tratados com os silanos PLM e TCP. Já nos tratados com o silano γ -MPTS/EtOH, predominou a falha adesiva. O tratamento com o ácido fluorídrico, independente da limpeza com o ultra-som, promoveu a maior rugosidade na superfície da porcelana em comparação aos demais tratamentos realizados. Segundo os autores, a utilização do silano é importante na resistência de união entre a porcelana feldspática e a resina composta.

Mukai et al.⁴⁰ (1995) avaliaram a relação entre as condições de jateamento com óxido de alumínio e a resistência de união entre resina composta e ligas metálicas não nobres. As duas ligas utilizadas foram: AgPd (Microcast Mc) e NiCr (Ad Cast II). Espécimes de 20 mm x 10 mm x 1,5 mm foram fundidos, regularizados com lixa 400 e jateados com partículas de óxido de alumínio de 37 μm ou 250 μm , nas seguintes condições: 3 Kg/cm^2 por 30 segundos; 5 Kg/cm^2 por 10, 30 e 45 segundos e 7 Kg/cm^2 por 30 segundos. As superfícies foram analisadas em microscópio eletrônico e a capacidade de molhamento da superfície foi mensurada. Os espécimes limpos com etilacetato (Siliclean, Kulzer) e submetidos a um tratamento de superfície com sílica (Silicoater, Kulzer). Foram aplicados sobre as superfícies tratadas um agente silano (Silicoup, Kulzer) e uma camada de 6 mm de diâmetro e aproximadamente 200 μm de altura de resina composta opaca (Dentacolor Opaquer, Kulzer). Para cada condição de jateamento foram confeccionados 10 espécimes divididos em 2 subgrupos (n=5): 1) armazenamento a seco por 7 dias e 2) termociclagem com 10.000 ciclos com temperaturas variando entre 4° e 60°C. Os espécimes foram submetidos a ensaio de cisalhamento. A capacidade de molhamento foi maior nas superfícies jateadas quando comparadas a uma superfície polida, sendo influenciada pelo tamanho das partículas, tipo de liga, pressão e tempo de jateamento. Para a liga de AgPd, diferenças significantes na resistência ao cisalhamento foram encontradas de acordo com o tamanho da partícula, tempo e pressão de jateamento e para a liga de NiCr, os valores apresentaram diferenças significantes na resistência relacionadas ao tempo e pressão de jateamento. Para as duas ligas, os valores de resistência sofreram redução significativa após termociclagem.

Yoshida et al.⁶⁶ (1995) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre 4 cimentos resinosos e liga de CoCr, utilizando 2 primers para metal. Espécimes cilíndricos de dois tamanhos (10 mm de

diâmetro x 2 mm de espessura ou 6 mm de diâmetro x 2 mm de espessura) foram confeccionados em liga de CoCr (Metacast). As superfícies foram regularizadas com lixa 600 e jateadas com partículas de óxido de alumínio de 50 µm. Os primers metálicos utilizados foram Metal Primer (GC Dental Industrial Corp.) e Cesead Opaque Primer (Kuraray). Espécimes sem aplicação de primer foram adotados como controle (CT). Quatro cimentos resinosos foram testados: Imperva Dual (Shofu), Panavia 21 (Sun-Medical Co.), Super Bond C&B (Sun-Medical Co.) e Bistite Resin Cement (Tokuyama). Cada cilindro metálico de 10 mm de diâmetro foi unido a um cilindro de 6 mm de diâmetro utilizando um dos cimentos resinosos. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 1 dia e divididos em 3 subgrupos (n=5) de acordo com o número de ciclos térmicos: sem termociclagem, 50.000 ciclos com temperaturas de 4° e 60° C e 1 minuto de banho de imersão ou 100.000 ciclos nas mesmas condições descritas anteriormente. A aplicação do Cesead Opaque Primer aumentou a resistência ao cisalhamento dos cimentos Imperva Dual, Super Bond C&B e Bistite, em relação ao Metal Primer e aos espécimes sem primer. Para os espécimes cimentados com Panavia 21, a aplicação de primers metálicos não influenciou nos resultados. A termociclagem diminuiu significativamente a resistência ao cisalhamento dos grupos em que o Cesead Opaque Primer foi combinado aos cimentos Imperva Dual, Super Bond C&B e Bistite.

Pameijer et al.⁴⁹ (1996) determinaram o melhor tratamento da porcelana para a realização de reparo, além do efeito do silano e da termociclagem na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Numa primeira etapa, foram confeccionados 50 cilindros (10,0 mm de diâmetro e 10,0 mm de altura) em porcelana feldspática (Vita VMK). As amostras foram regularizadas com lixa 320 e divididas em 5 grupos, os quais receberam os seguintes tratamentos de superfície: A) glaze, B) jateamento com óxido de alumínio (50 µm), C) jateamento com

óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico, D) asperização com ponta diamantada, E) condicionamento com ácido fluorídrico. Todas as amostras foram silanizadas (Scotchprime), o sistema adesivo (Permagem A & B) foi aplicado e cilindros em resina composta (Amelogem) pré-polimerizada foram unidos à porcelana. O teste de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. O melhor resultado foi obtido pelo Grupo C (14,32 MPa), seguido dos Grupos E (13,65 MPa), B (10,64 MPa), D (9,34 MPa) e A (3,75 MPa). Os Grupos C e E foram estatisticamente iguais e melhores que os Grupos B, D e A. Segundo os autores, apesar da igualdade estatística, o condicionamento ácido (E) foi o melhor tratamento por promover maior facilidade clínica em relação ao jateamento associado ao ácido (C). Em uma segunda etapa, foram confeccionados mais 40 cilindros em porcelana, os quais tiveram suas superfícies preparadas de forma idêntica ao Grupo E da fase anterior. As amostras foram divididas em 4 grupos: F) silano (Ultradent)/sistema adesivo (Permagem A & B)/resina (Amelogem), G) sistema adesivo (Permagem A & B)/resina (Amelogem), H) silano (Kerr)/sistema adesivo (Optibond)/resina (XRV), I) silano (Porcelain Prime)/sistema adesivo (All Bond 2)/resina (Aelite). Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de cisalhamento nas mesmas condições citadas anteriormente. Os maiores valores foram encontrados nos Grupos F (15,66 MPa) e I (14,90 MPa), os quais receberam silano. O Grupo H (10,80 MPa), que também recebeu silano, apresentou resultado inferior aos Grupos F e I, sendo seus valores compatíveis com o Grupo G (10,44), que não foi silanizado. Segundo os autores, a silanização foi um passo importante para a boa resistência de união entre porcelana e resina composta. Ainda numa terceira fase, foram confeccionadas mais 50 amostras as quais também foram preparadas de forma idêntica ao Grupo E da primeira fase. Estas foram divididas em 5 grupos: J) idêntico ao grupo E, K) silano (Scotchprime)/sistema adesivo (Scotchbond Multipurpose)/resina Z100, L) silano (Ultradent)/adesivo (Permagem): não

utilizou o primer do sistema/resina (Amelogem), M) idêntico ao Grupo F, N) idêntico ao Grupo G. Anteriormente ao teste mecânico, os corpos-de-prova foram termociclados (800 ciclos de 30 segundos – 5° e 50°C). Os maiores valores foram obtidos pelo Grupo M (9,4 MPa) e os menores pelo Grupo J (6,8 MPa). Os Grupo J, M e N (6,2 MPa), que sofreram ciclagem térmica, apresentaram resultados estatisticamente inferiores em relação aos Grupos E (13,65 MPa), F (15,66) e G (10,44 MPa), que não foram termociclados. Segundo os autores a termociclagem diminui a resistência de união entre porcelana e resina composta.

Kupiec et al.²⁹ (1996) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre a resina composta e a cerâmica após diferentes tratamentos de superfície e diferentes condições de armazenamento. Para este estudo, foram confeccionados 480 cilindros em porcelana (Ceramco II), os quais foram divididos em 3 grupos (n=160) e submetidos a diferentes tratamentos: jateamento com óxido de alumínio (50 µm), ácido fluorídrico a 8% ou a associação dos dois tratamentos anteriores. Cada grupo foi dividido em 8 subgrupos (n=20), os quais foram submetidos a diferentes combinações de tratamentos com os componentes do sistema adesivo Pro-Bond: 1) silano/primer/adesivo, 2) silano/adesivo, 3) silano, 4) primer/adesivo, 5) primer, 6) adesivo, 7) silano/primer, 8) nenhum agente de união. Sobre estas superfícies foram unidos cilindros (5,0 mm de altura) em resina composta pré-polimerizada (TPH). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C. Metade dos espécimes (n=10) foi submetida ao teste de cisalhamento, 24 horas após o armazenamento, em máquina de ensaios mecânicos a uma velocidade de 5,0 mm/min. Os demais espécimes foram armazenados durante 3 meses, termociclados (2.500 ciclos de 2 minutos – 5° e 55°C) e submetidos ao ensaio mecânico. O armazenamento por 3 meses associado à termociclagem diminuiu significativamente a resistência de todos os grupos. Os melhores resultados foram encontrados com a

associação do jateamento ao condicionamento ácido e os piores, com o jateamento de óxido de alumínio. A silanização melhorou os resultados em todos os grupos. Segundo os autores, o tratamento da porcelana com o silano é um fator crítico na resistência de união entre esta e a resina composta.

Chung, Hwang⁹ (1997) avaliaram o efeito de vários tratamentos de superfície na resistência ao cisalhamento entre sistemas de reparo e metal ou porcelana. Para este estudo, foram confeccionadas amostras em forma de discos (8,0 mm de diâmetro e 4,0 mm de espessura) utilizando liga de Ni-Cr-Be (Biobond II) e porcelana feldspática (Biobond porcelain system). As amostras possuíam três tipos de superfície: em metal, em porcelana ou mista. As amostras metálicas foram divididas em 2 grupos, sendo um sem tratamento (controle) e outro jateado com óxido de alumínio 50 µm. As amostras em porcelana foram divididas em 3 grupos, sendo que, além dos tratamentos já descritos acima, um terceiro grupo foi condicionado com ácido fluorídrico a 9,5%. As amostras mistas também foram divididas em 3 grupos que, além do controle e do jateamento com o óxido de alumínio (50 µm), apresentou um terceiro grupo, no qual a região metálica foi tratada com o óxido de alumínio (50 µm) e a região em porcelana foi tratada com o ácido fluorídrico. Foram utilizados 6 sistemas de reparo compostos por um primer, um adesivo e uma resina composta. Os materiais utilizados em cada sistema foram: 1) Silanit/Heliobond/Heliomolar, 2) Liner M/Superbond C&B/Clearfil, 3) Silistor/Silibond/Charisma, 4) Optec/Universal/Conquest, 5) Scotchprime/Scotchbond/Z100, 6) Prime & Bond/Prime & Bond/TPH. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 8 dias até a realização do teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 5,0 mm/min. No metal, os melhores resultados foram obtidos com a utilização do sistema Liner M/Superbond C & B/Clearfil, com ou sem o jateamento, sendo os

valores 17,0 e 15,9 MPa, respectivamente. Na porcelana, não houve diferença significativa entre os tratamentos e o Grupo controle, para cada sistema utilizado. Os melhores resultados foram obtidos com a utilização dos sistemas Optec/Universal/Conquest (8,3; 14,3 e 7,3 MPa), Scotchprime/Scotchbond/Z100 (12,7; 16,2 e 14,7 MPa) e Prime & Bond/TPH (12,0; 16,8 e 16,8 MPa), sendo estes valores relacionados ao Grupo controle, ao jateamento e ao condicionamento ácido, respectivamente. Nas amostras mistas, os melhores resultados foram obtidos pelos sistemas Prime & Bond/TPH (14,9 e 15,3 MPa), Liner M/Superbond/Clearfil (13,4 e 14,7 MPa) e Scotchprime/Scotchbond/Z100 (13,3 e 14,3 MPa). Não houve diferença significativa entre os grupos apenas jateados e os que receberam tratamentos combinados, para cada sistema utilizado. No entanto, o grupo que não recebeu tratamento apresentou resultados estatisticamente menores.

Taira et al.⁵⁹ (1998) avaliaram o efeito de primers adesivos na resistência de união entre metal e cimento resinoso. Para este estudo, foram confeccionados 320 discos em titânio comercialmente puro, sendo 160 com 10,0 mm de diâmetro e 2,5 mm de espessura e outros 160 com 6,0 mm de diâmetro e 2,5 mm de espessura. Todas as amostras foram regularizadas com lixa 600, jateadas com óxido de alumínio (50 µm) e divididas aos pares (n=160). Cada par era formado por um disco de 10,0 mm e outro de 6,0 mm de diâmetro. Os pares foram divididos em 16 grupos (n=10), sendo que 12 receberam diferentes combinações de tratamento com aplicação de um dos primers adesivos (Cesead Opaque Primer, Metal Primer ou Metal Primer II) e de um dos cimentos resinosos (Superbond C & B, Imperva Dual, Bistite Resin Cement ou Panavia 21), os quais foram utilizados para a união do par de discos metálicos. Os 4 grupos restantes foram confeccionados com a união do par de discos de titânio apenas pela aplicação dos cimentos resinosos, sendo considerados grupos controle. Os espécimes foram armazenados em

água destilada a 37°C durante 24 horas, quando metade das amostras de cada grupo (n=5) foi submetida ao teste de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. A outra metade foi termociclada (100.000 ciclos de 1 minuto – 4° e 60°C) anteriormente à realização do ensaio mecânico. Não houve diferença estatística entre os grupos não termociclados, sendo que os resultados variaram entre 35,5 e 45,1 MPa. Já quando a ciclagem térmica foi realizada, os grupos tratados com os primers Cesead Opaque Primer ou Metal Primer II em associação com os cimentos Imperva, Panavia 21 ou Super-Bond apresentaram os melhores resultados, sendo estes iguais entre si, variando entre 44,1 e 50,7 MPa. Os demais grupos apresentaram resultados significativamente inferiores, variando entre 13,8 e 38,5 MPa. Segundo os autores, a resistência de união entre cimento resinoso e titânio é influenciada pelo primer e cimento utilizados e também pelas alterações térmicas do meio bucal.

Özcan et al.⁴⁷ (1998) avaliaram, por meio de revisão de literatura, as vantagens e desvantagens de vários tratamentos de superfície e seus mecanismos de ação, para promoverem a união entre ligas metálicas (nobres e não-nobre) ou cerâmicas com as resinas compostas (químicas ou fotoativadas), além do efeito da ciclagem térmica e do armazenamento em água nessa união. Os autores concluíram que a união química introduzida por técnicas mais recentes, promoveu melhores resultados quando comparada à união mecânica.

Leibrock et al.³³ (1999) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre sistemas de reparo e porcelana, considerando o efeito das ciclagens térmica e mecânica. Para este estudo, 160 placas em liga de Co-Cr-Mo (10,0 mm x 20,0 mm x 2,0 mm) foram confeccionadas. Sobre 140 dessas placas, foi aplicada uma camada de 2,0 mm de porcelana feldspática (Vita VMK 68) e estas foram divididas em 7 grupos

(n=20). Cada grupo recebeu um diferente sistema de reparo, o qual foi aplicado de acordo com as especificações do fabricante. Os sistemas de reparo utilizados foram: Z100 Kit, Monobond S Tetric, Silistor, Command Ultrafine, All Bond 2 (após condicionamento com ácido fluorídrico), All Bond 2 (após condicionamento com ácido fosfórico), Porcelain Etch. A resina composta de cada sistema foi aplicada sobre a porcelana com o auxílio de uma matriz metálica. As 20 placas metálicas restantes foram utilizadas como Grupo controle, onde a resina composta (Visio-Gem) foi aplicada sobre o metal, após este receber tratamento com o sistema Rocatec (deposição de sílica). Os espécimes foram armazenados em água por 24 horas. Após este período, metade das amostras de cada grupo (n=10) foi submetida ao teste de resistência de união em máquina de ensaios mecânicos numa velocidade de 1,0 mm/min. A outra metade (n=10) sofreu ciclagens térmica (2.400 ciclos - 5° e 55°C) e mecânica (480.000 ciclos, com força de 50N e frequência de 1,66 Hz), anteriormente ao teste mecânico. Dentre os grupos que sofreram estresse, os maiores valores foram atribuídos ao sistema Z100 Kit. Os sistemas Z100 Kit, Monobond S Tetric e Porcelain Etch não sofreram redução em suas médias após as ciclagens térmica e mecânica, tendo os seus resultados sido semelhantes ao do Grupo controle (Rocatec). Já os sistemas Silistor e All Bond 2 apresentaram uma diminuição significativa em suas médias após as ciclagens. O sistema Command Ultrafine teve um aumento em sua média após as ciclagens, porém seus valores continuaram inferiores ao do Grupo controle. Para todos os grupos, houve predomínio da falha coesiva da porcelana, com exceção dos sistemas Silistor e Command Ultrafine, nos quais predominou a falha mista.

Berry et al.⁶ (1999) avaliaram o efeito do armazenamento em água na resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana, após a aplicação de diferentes silanos. Para este estudo, foram confeccionadas 160 placas quadrangulares (12,0 mm x 12,0 mm x 2,0

mm) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Estas foram divididas em 4 grupos (n=40), de acordo com os diferentes silanos: Cerinate Prime - única mistura (CP), Mirage - única mistura (M1), Mirage - dupla mistura (M2), Fusion - dupla mistura. Cada grupo foi dividido em 4 subgrupos (n=10), de acordo com os diferentes tempos de armazenamento: 24 horas, 1 semana, 1 mês e 3 meses. Os silanos foram aplicados na porcelana de acordo com as recomendações do fabricante. Uma matriz de teflon (2,97 mm de diâmetro e 2,00 mm de altura) foi posicionada sobre a porcelana silanizada e preenchida com resina composta (Mirage FLC), tendo esta, sido fotativada por 120 segundos. Os corpos-de-prova foram armazenados em água à temperatura ambiente durante os períodos citados anteriormente, sendo, então, verificada a resistência ao cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos a uma velocidade de 0,5 mm/min. Todos os grupos demonstraram um aumento significativo na resistência de união após 1 semana de armazenamento, quando comparados aos grupos de 24 horas. Após 1 mês e 3 meses, apenas o Grupo CP não demonstrou aumento significativo na resistência de união, em relação ao Grupo controle (24 horas). A falha coesiva da porcelana predominou em todos os grupos, com exceção do período de 24 horas de armazenamento, em que predominou a falha adesiva.

Tulunoglu, Beydemir⁶¹ (2000) avaliaram a resistência ao cisalhamento de 4 agentes de união aplicados em liga metálica não nobre (NiCr) e em porcelana feldspática, além da influência da contração de polimerização nesta resistência de união. Os sistemas adesivos utilizados neste estudo, foram: Metabond C & B, Silistor, Clearfil Lustre e Scotchbond Multipurpose Plus. Para cada sistema adesivo foram confeccionados 32 discos, sendo 16 em metal (9,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura) e 16 em porcelana (9,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) e os respectivos sistemas foram aplicados. Em 8 destes discos, a resina composta (Cavex) foi aplicada e polimerizada no local; os

8 restantes receberam a resina já pré-polimerizada. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 48 horas e então, termociclados (500 ciclos de 40 segundos – 5° e 55°C). A resistência de união foi avaliada em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores concluíram que os maiores valores foram obtidos nos corpos-de-prova unidos à resina composta pré-polimerizada, quando comparado à resina composta polimerizada diretamente sobre o adesivo. No metal, o grupo do Metabond C & B apresentou os maiores valores, tanto para a resina polimerizada diretamente (34,55 MPa), quanto para a resina pré-polimerizada (35,27 MPa). Já na porcelana, os maiores resultados foram obtidos com o adesivo Scotchbond Multipurpose Plus (16,26 MPa e 20,71 MPa).

Kelsey et al.²³ (2000) avaliaram o efeito de três sistemas adesivos na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 80 cilindros de porcelana feldspática (Ceramco II). Estes tiveram suas superfícies regularizadas com lixa 600, foram jateados com óxido de alumínio 50 µm e divididos em 4 grupos de 20, os quais receberam um dos seguintes tratamentos: Grupo 1 (controle): sem tratamento adicional; Grupo 2: adesivo Clearfil Photo Bond; Grupo 3: adesivo Clearfil SE Bond; Grupo 4: adesivo Single Bond. Cilindros (4,5 mm de diâmetro e 10,0 mm de altura) em resina composta pré-polimerizada (Clearfil AP-X) foram unidos à porcelana tratada. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C. Metade das amostras de cada grupo (n=10), foi submetida ao teste de cisalhamento 24 horas após sua confecção, em máquina de ensaios mecânicos (Instron) a uma velocidade de 5,0 mm/min. Os demais espécimes continuaram armazenados, nas mesmas condições citadas acima, até completarem 30 dias, quando foram termociclados (1.000 ciclos – 5° e 55°C) e submetidos ao teste mecânico. Os resultados, após 24 horas e 30 dias foram, respectivamente: Grupo 1 (controle) (9,0 MPa e 2,4 MPa);

Grupo 2 (16,8 MPa e 17,4 MPa); Grupo 3 (24,0 MPa e 16,6 MPa); Grupo 4 (12,2 MPa e 3,3 MPa). Os espécimes tratados com os adesivos Photo Bond e SE Bond apresentaram resistência de união significativamente maior que o Grupo controle, tanto às 24 horas, quanto aos 30 dias. Aos 30 dias, os grupos tratados com os adesivos Photo Bond e SE Bond foram estatisticamente iguais. Os Grupos 1, 3 e 4; aos 30 dias, apresentaram resultados significativamente menores que os resultados encontrados após 24 horas. O grupo tratado com o adesivo Single Bond, não apresentou diferença significativa em relação ao Grupo controle. Segundo os autores, os adesivos Photo Bond e SE Bond são produtos aceitáveis para a realização de reparo em porcelana com resina composta.

Sun et al.⁵⁸ (2000) compararam as características da união de uma resina composta à liga de ouro e à porcelana feldspática, após o jateamento com sílica, tendo como Grupo controle o jateamento com óxido de alumínio. Para este estudo, foram confeccionadas 40 placas retangulares (25,0 mm x 8,0 mm x 1,8 mm) em liga de ouro (n=20) e em porcelana (n=20). As placas foram cortadas ao meio com ponta diamantada, no sentido transversal, resultando em duas placas menores (12,5 mm x 8,0 mm x 1,8 mm). Cada material recebeu dois tipos de tratamento: jateamento com sílica 30 µm (Cojet) (n=10) ou jateamento com óxido de alumínio 50 µm (n=10). As duas metades de uma mesma placa, as quais receberam o mesmo tratamento, foram unidas, lado a lado, por meio de fita adesiva. As regiões livres das placas de metal e porcelana foram silanizadas e placas de resina composta (Pertac II) pré-polimerizadas (25,0 mm x 8,0 mm x 1,0 mm) foram superpostas e unidas à superfície tratada com uma camada adicional da mesma resina composta (fotopolimerizada por 40 segundos). Os espécimes foram submetidos a um ciclo de carga em máquina de ensaios mecânicos, a uma velocidade de 0,1 mm/min, até que ocorresse a fratura dos mesmos.

Este teste de fratura a partir da deformação da interface por flexão em 4 pontos foi preconizado por Charalambides et al. (1989) e mede a resistência de união pela tensão liberada, permitindo, assim, que as resistências de materiais de naturezas diferentes possam ser comparadas entre si. Os autores concluíram que o jateamento com sílica, tanto no metal, quanto na porcelana, promoveu um aumento na tensão liberada, quando comparado ao jateamento com óxido de alumínio. O sistema Cojet aparentou oferecer vantagens clínicas significativas no reparo de restaurações fraturadas.

Latta, Barkmeier³² (2000) demonstraram a utilização clínica de alguns sistemas de reparo para restaurações metalocerâmicas (Scotchbond Multipurpose Plus, All Bond 2, Clearfil Photo Bond, Clearfil SE Bond, Cojet System). Todos os sistemas comentados possuem princípios em comum em sua utilização. No entanto, possuem também detalhes específicos que os diferem uns dos outros em relação aos seus mecanismos de adesão. Os sistemas Scotchbond Multipurpose Plus e Clearfil utilizam o condicionamento com o ácido fosfórico após o jateamento com o óxido de alumínio. O sistema All Bond 2 utiliza, na porcelana, o condicionamento com o ácido fluorídrico e, no metal, a mistura do bifênol dimetacrilato com o NTG-GMA, que funciona como um primer metálico para acelerar a presa do opaco. Já o sistema Cojet utiliza a abrasão da superfície com sílica, a qual é impregnada ao substrato no momento do jateamento. O silano aplicado se une quimicamente a essas partículas de sílica, promovendo uma boa retenção da resina composta com o metal e com a cerâmica, mesmo quando a superfície não apresenta boa retenção mecânica. Segundo os autores, a não necessidade do condicionamento ácido e de grandes retenções micromecânicas quando se utiliza o sistema Cojet, torna este o material de escolha para a realização de reparo em metal e em cerâmica, principalmente com o crescimento da nova geração de cerâmicas livres

de metal, as quais não sofrem alteração de superfície com o condicionamento ácido.

Knight et al.²⁷ (2000) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina composta e liga de NiCr, usando 8 sistemas adesivos diferentes. Foram confeccionados cilindros de 5,5 mm de diâmetro em liga de NiCr (Rexillum III). Esses cilindros foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável e polidos com lixas 120, 400 e 600. A superfície do metal foi jateada com partículas de óxido de alumínio de 50 µm e lavada com água por 5 segundos. Os espécimes foram divididos em 8 grupos (n = 10) de acordo com os seguintes materiais empregados: 1) primer PermaQuick (Ultradent Products) e adesivo PermaQuick (Ultradent Products); 2) sistema adesivo Optibond Solo (Kerr); 3) sistema adesivo Prime & Bond 2.1 (Dentsply Caulk); 4) 2 camadas do sistema 3M Single Bond Adhesive (3M); 5) ED Primer (Kuraray) e cimento resinoso Panavia 21 (Kuraray); 6) cimento Panavia 21 sem primer; 7) primer Optibond FL (Kerr) e adesivo Optibond FL (Kerr); 8) sistema adesivo All Bond 2 (Bisco Dental Products). Sobre as superfícies preparadas, foi acrescentada uma camada de resina composta híbrida Herculite (Kerr). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 2 horas e então submetidos ao ensaio de cisalhamento. Os maiores valores de resistência foram apresentados pelos sistemas All Bond 2, 3M Single Bond e Optibond FL (com médias de 16,72 MPa, 14,26 MPa e 14,42 MPa respectivamente), estatisticamente iguais entre si. Os grupos do cimento Panavia 21 (com e sem primer) apresentaram os menores valores de resistência ao cisalhamento (11,91 MPa e 12,96 MPa respectivamente), porém diferente estatisticamente somente dos grupos Optibond FL e All Bond 2. Os demais grupos apresentaram resistências intermediárias.

Cobb et al.¹¹ (2000) avaliaram a resistência de união entre metal e resina composta após quatro diferentes tratamentos de superfície.

Para este estudo, 100 discos de ouro-paládio (Porcelain 76) com 8,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura foram confeccionados. Destes, 90 foram incluídos em resina acrílica, regularizados com lixa (320) e divididos em três grupos de 20 e um grupo de 30, os quais foram submetidos aos respectivos tratamentos: 1) asperização com ponta diamantada; 2) jateamento com óxido de alumínio (50 μm), utilizando jateador intra-oral; 3) abrasão a ar com sistema de preparo cavitário KCP-2000, utilizando partículas de óxido de alumínio (27 μm); 4) jateamento com partículas de sílica (30 μm), utilizando o sistema intra-oral Cojet. Nos Grupos 1, 2 e 3 (n=20), 10 amostras foram silanizadas (Porcelain Prime) e as outras 10 não foram tratadas com o silano. Já no Grupo 4 (n=30), 20 amostras foram silanizadas, sendo 10 com Porcelain Prime e 10 com ESPE-Sil e as outras 10 amostras não receberam silano. Sobre todas as amostras, o adesivo All Bond 2 foi utilizado anteriormente à aplicação da resina composta Pertac-Hybrid, a qual foi inserida com o auxílio de uma matriz metálica de 4,3 mm de diâmetro por 2,0 mm de altura. Trinta minutos após a confecção, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 48 horas, termociclados (300 ciclos – 5° e 55°C) e, então, submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos (Zwick), a uma velocidade de 5,0 mm/min. Os 10 discos que restaram do total foram divididos em 5 grupos de 2 e submetidos a um dos 4 tratamentos de superfície citados anteriormente, sendo que um dos grupos não recebeu nenhum tratamento, servindo como controle. Estes foram submetidos à microscopia eletrônica e ao EDS (*energy-dispersive spectroscopy*). Os autores concluíram que o jateamento com partículas do Cojet Sand, seguido da silanização, apresentou resistência de união significativamente maior que os demais tratamentos, sendo que o Porcelain Prime (13,5 MPa) foi mais eficiente que o ESPE-Sil (9,7 MPa). A asperização com ponta diamantada, independentemente da aplicação do silano, demonstrou os menores valores em relação aos demais tratamentos de superfície. Para todos os

demais grupos, não houve diferença significativa entre os resultados. Observou-se, na superfície metálica, um aumento na concentração de alumínio após o jateamento com óxido de alumínio, e um aumento nas concentrações de alumínio e sílica, após o jateamento com partículas do Cojet Sand.

Haselton et al.²⁰ (2001) avaliaram a resistência ao cisalhamento de dois sistemas de reparo intra-orais aplicados em metal e em porcelana. Para este estudo, foram confeccionados 60 discos, sendo 20 em porcelana feldspática (P), 20 em liga de ouro-paládio (M) e 20 em porcelana e metal (PM). Estes foram divididos em subgrupos de 10 e cilindros de resina composta fotoativada no local foram unidos a cada substrato com dois diferentes sistemas de reparo: Sistema Cojet (CJ) e Ceramic Repair (CR). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e termociclados (300 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C). Foram, então, armazenados novamente nas mesmas condições descritas acima por mais 8 dias e submetidos ao teste de resistência de união em máquina de ensaios mecânicos a uma velocidade de 5,0 mm/min. Os resultados obtidos foram: PM-CR (19,3 MPa); PM-CJ (25,0 MPa); M-CR (14,3 MPa); M-CJ (23,0 MPa); P-CR (18,3 MPa); P-CJ (22,4 MPa). O sistema CJ foi melhor que o CR nos três substratos. Não houve diferença estatística entre os três substratos tratados com o sistema CJ. O sistema CR não promoveu diferença significativa entre os Grupos P e PM. Apenas o Grupo M foi estatisticamente menor que os demais substratos quando o sistema CR foi utilizado. Os Grupos P apresentaram falha coesiva da porcelana; os Grupos PM apresentaram falha mista (coesiva na porcelana e adesiva no metal) e os Grupos M apresentaram falha adesiva.

Özcan, Niedermeier⁴⁶ (2002) analisaram por meio de estudo clínico, as razões e a localização de falhas em restaurações

metalocerâmicas, além da longevidade do sistema de reparo intra-oral Cojet, o qual utiliza o jateamento com partículas de sílica. Para este estudo, 289 coroas fraturadas foram reparadas. O local da fratura foi jateado com partículas de sílica de 30µm, do sistema Cojet, e os materiais utilizados para a realização do reparo foram: o silano ESPE-Sil; os opacos Visiogem, Sinfony ou Dentacolor e as resinas compostas Pertac II Aplitip, Sinfony ou Charisma, sem a discriminação dos grupos pelos autores. As coroas reparadas foram acompanhadas por um período médio de aproximadamente 3 anos. Observou-se que a maioria das falhas ocorreu na região anterior (65%), predominantemente na face vestibular dos dentes superiores (75%). As razões para a ocorrência de fraturas foram a função normal (66%), fatores iatrogênicos (18%), acidentes (10%) e procedimentos cirúrgicos (6%). O sistema Cojet mostrou-se como uma opção rápida e promissora, com um índice de sucesso superior a 3 anos em 89% dos casos.

Hooshmand et al.²² (2002) estudaram a influência de vários métodos de aplicação de silano na resistência à tração entre resina composta e porcelana e avaliaram a durabilidade desta união. Para este estudo, foram confeccionados cilindros em liga de NiCr com 4 mm de diâmetro e 15 mm de altura, sobre os quais foi aplicada uma porcelana reforçada por leucita (Mirage, Myron Inc.). As superfícies de porcelana foram regularizadas com lixas 400 e 600 e polidas com uma mistura de partículas de diamante (Buehler-met AS). Os espécimes foram enxaguados com água destilada, submetidos à limpeza ultrassônica com acetato e então divididos em 10 grupos (n = 30) de acordo com a aplicação do agente silano γ -MPTS (Sigma Chemical Co.): 1) imersão em solução de silano por 60 segundos e secagem com ar comprimido à temperatura ambiente por 15 segundos; 2) imersão em solução de silano por 60 segundos e secagem em forno a 100°C por 2 minutos; 3) aplicação de silano com pincel por 60 segundos e secagem com ar comprimido à

temperatura ambiente; 4) idem ao item 3, porém com secagem à 100°C por 2 minutos; 5) idem ao item 3, porém com secagem com ar aquecido a aproximadamente 50°C por 15 segundos; 6) igual ao item 5, seguido por enxágüe com água a 80°C e secagem com ar aquecido; 7) como em 6, seguido pela aplicação de uma fina camada de resina Variolink (Vivadent); 8) jateamento com óxido de alumínio de 50µm seguido pelo mesmo tratamento descrito no item 7; 9) condicionamento com ácido fluorídrico a 10% seguido pelo mesmo tratamento do item 7; 10) jateamento com óxido de alumínio de 50 µm e condicionamento com ácido fluorídrico a 10% seguido pelo mesmo tratamento do item 7. Pares de espécimes de cada grupo foram unidos com cimento resinoso dual (Variolink, Vivadent) e armazenados a seco por 24 horas, à temperatura ambiente, por 24 horas, previamente ao ensaio de tração. O modo de fratura foi avaliado em microscópio de luz (40x). Para avaliar a durabilidade da união porcelana/ resina composta, espécimes adicionais foram confeccionados seguindo os métodos descritos nos itens 7, 8, 9 ou 10, sendo, então, divididos em 3 subgrupos de acordo com as condições de armazenamento: armazenamento em água destilada a 37°C por períodos de 24 horas, 1 semana, 1 mês e 3 meses; armazenamento em água destilada a 37°C por 24 horas e termociclagem (3.000 ciclos – 5° e 55°C – banho de imersão de 30 segundos); armazenamento em água destilada a 100°C por 24 horas. O grupo 7 apresentou resistência mais alta que os grupos 1, 2, 3, 4 e 6. Não houve diferença significativa entre os valores do grupo 7 (superfície polida) e os grupos 8, 9 e 10 (previamente submetidos a tratamentos de retenção mecânica). O modo de fratura predominante para os grupos 1 – 4 foi adesiva, e para os grupos 5 – 10, coesiva do cimento resinoso. Não houve diminuição da força de união após 3 meses de armazenamento ou termociclagem para nenhum dos grupos. Após armazenamento em água a 100°C, houve redução da resistência para todos os grupos, porém o tipo de fratura continuou a ser

coesiva, indicando que o cimento resinoso sofreu maior degradação que a interface adesiva.

Goharian et al.¹⁵ (2002) avaliaram a resistência ao cisalhamento de facetas de porcelana a uma liga de NiCrBe utilizando diferentes sistemas adesivos. Oitenta espécimes cilíndricos foram confeccionados em liga de NiCrBe, jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 µm e divididos em 4 grupos (n = 20). No grupo C (controle), a porcelana Vita Omega (Vita) foi diretamente aplicada sobre o metal jateado, de acordo com as indicações do fabricante. Para os demais grupos foram confeccionados espécimes cilíndricos em porcelana. Estes foram jateados com óxido de alumínio de 50 µm, condicionados com ácido fluorídrico e unidos aos espécimes metálicos com um dos seguintes sistemas: grupo S – aplicação do sistema adesivo Scotchbond Multipurpose (3M) sobre o metal e união dos espécimes com o cimento Duo Cement (Coltene/Whaledent); grupo O – aplicação do sistema adesivo One Coat Bond (Coltene/Whaledent) na superfície da porcelana e união dos espécimes com cimento Duo Cement (Coltene/Whaledent) ou grupo P – união dos espécimes com cimento Panavia 21. Após armazenamento por 24 horas e termociclagem (500 ciclos – 5° e 55° C), foi realizado ensaio mecânico de cisalhamento. As médias de resistência encontradas para os grupos C, P, S e O foram, respectivamente, de 25,39 MPa, 19,10 MPa, 15,81 MPa e 13,69 MPa. O Grupo controle apresentou resistência significativamente maior que os demais grupos, seguido do grupo P, estatisticamente diferente somente do grupo O.

Kussano et al.³⁰ (2003) avaliou a resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana. Para este estudo, 40 espécimes cilíndricos foram confeccionados em liga de NiCr (Durabond) e recobertos por porcelana IPS Classic (Ivoclar). Os espécimes foram divididos em 4 grupos de acordo com o tratamento de superfície recebido: 1) sem

tratamento, 2) retenções mecânicas realizadas com ponta diamantada, 3) condicionamento com ácido fosfórico e aplicação de silano Ceramic Primer (3M) e 4) condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação de Ceramic Primer (3M). Após tratamento de superfície, todos os espécimes receberam uma camada de adesivo Scotchbond Multi Uso Plus (3M) e resina composta Z 100 (3M). Os espécimes foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente por uma semana e submetidos a ensaio de cisalhamento. As médias de resistência dos grupos de 1 a 4 foram, respectivamente, de 4,71 MPa, 4,81 MPa, 11,76 MPa e 11,07 MPa. Os grupos 3 e 4 não apresentaram diferença estatística e foram significativamente superiores aos grupos 1 e 2, estatisticamente iguais entre si.

Mancuso³⁵ (2003) por meio de relato de caso clínico, apresentou uma técnica desenvolvida para reparar próteses metalocerâmicas fraturadas através de faceta metalocerâmica. Para tanto, foi feita a remoção da porcelana remanescente na superfície vestibular da prótese fraturada com ponta diamantada e realizada moldagem com silicona de adição para a confecção da faceta. Orifícios de retenção foram confeccionados na superfície vestibular da estrutura metálica da prótese e então esta superfície e a porção interna da faceta foram jateadas. A estrutura metálica da prótese e a superfície dental exposta na cervical foram submetidas a condicionamento com ácido fosfórico. A superfície dental foi reidratada utilizando um dessensibilizante dentinário Super Seal (Pheonix Dental). Uma camada de adesivo Single Bond (3M ESPE) foi aplicada no dente preparado e na porção interna da faceta. Após fotopolimerização do adesivo, a faceta metalocerâmica foi fixada à estrutura metálica da prótese com cimento resinoso dual Rely X (3M ESPE). Os excessos foram removidos antes da fotopolimerização. Foram realizados procedimentos de acabamento, polimento e ajuste da oclusão. Ao final, tanto o paciente quanto o

cirurgião-dentista consideraram o resultado satisfatório funcional e esteticamente.

Neppelenbroek et al.⁴³ (2003) avaliaram, por meio de revisão de literatura, os métodos de reparo para as próteses metalocerâmicas e discutiram sobre aspectos como a importância de uma ótima adesão entre material reparador e substrato da restauração fraturada e da aplicação de um tratamento de superfície adequado para o sucesso do reparo. Vários tratamentos de superfície, como condicionamento ácido, asperização por ponta diamantada, jateamento com óxido de alumínio e aplicação de silano foram abordados, assim como os materiais reparadores disponíveis no mercado. Os autores concluíram que, para os casos de fratura da cerâmica, o tratamento mecânico pode ser realizado por asperização por ponta diamantada, jateamento com óxido de alumínio ou condicionamento com ácido fluorídrico ou flúor fosfato acidulado, seguido pelo tratamento químico com silano e aplicação de sistema adesivo e resina composta; para a superfície metálica exposta, o tratamento mecânico por ponta diamantada ou jateamento abrasivo deve preceder ao tratamento químico específico para a liga (eletrodeposição de estanho para ligas nobres ou sistemas específicos para ligas não nobres) e no caso de fratura mista, tratamentos específicos devem ser aplicados tanto à superfície do metal exposta quanto da porcelana fraturada.

Özcan⁴⁴ (2003) avaliou, por meio de revisão de literatura, técnicas alternativas de reparo intra-oral para fraturas em restaurações metalocerâmicas e observou que o sucesso do reparo é promovido tanto pela união mecânica, quanto pela união química do metal e/ou porcelana com a resina composta. Vários tratamentos de superfície foram analisados como: aplicação de ácidos, asperização da superfície com pontas diamantadas, jateamento com óxido de alumínio e sílica, silanos e tratamentos combinados. O tipo de resina composta utilizada para o

reparo da fratura e a influência da termociclagem na interface de união dos materiais também foram considerados. O autor concluiu que os ácidos utilizados no tratamento da porcelana aumentaram a retenção micromecânica. No entanto, o uso intra-oral desses materiais não é indicado, por provocarem danos aos tecidos; a asperização com pontas em restaurações metalocerâmicas promove o início e a propagação de trincas no corpo de cerâmica; o jateamento com óxido de alumínio aumenta as retenções micromecânicas, sendo que, maiores alterações físicas na cerâmica são alcançadas com o uso de partículas de 50 µm; já o jateamento com a sílica demonstrou resultados promissores em relação às uniões química e mecânica entre o metal e a resina composta, sendo o sistema Cojet uma boa opção para a realização de reparos, pois não expõe o paciente a ácidos e pode ser utilizado tanto para fraturas em metal quanto em porcelana; os silanos não se unem ao metal com a mesma eficácia que o fazem com a porcelana, além de serem degradados pela água absorvida pelas resinas compostas no meio bucal; combinações de tratamentos químicos e mecânicos otimizam a resistência de união entre os materiais; o tipo de resina composta influencia a resistência de união entre os materiais, sendo as resinas híbridas as que promovem melhores resultados; a termociclagem tende a diminuir a resistência de união entre os materiais, além de enfraquecer a estrutura da resina composta.

Özcan⁴⁵ (2003) avaliou as causas de fratura em restaurações metalocerâmicas por meio de revisão de literatura e verificou que a prevalência de fratura da porcelana nesse tipo de restauração era de 5% a 10% após 10 anos e que se tratava de um problema multifatorial. As principais causas foram atribuídas: às propriedades dos materiais, como a diferença entre os módulos de elasticidade e a presença de microtrincas na porcelana produzidas durante o processo de cocção; às condições bucais do indivíduo, como umidade, força de mordida

excessiva e parafunção; ao conhecimento do cirurgião dentista para o correto planejamento, execução da técnica de preparo, cimentação e ajuste oclusal; às falhas laboratoriais como incorreta anatomia da restauração, poros na cerâmica por falha na condensação e falha na forma e/ou na espessura da estrutura metálica que suporta a cerâmica, além do trauma, que promove fratura principalmente na região dos dentes anteriores.

Kumbuloglu et al.²⁸ (2003) avaliaram a influência de sistemas de reparo na resistência ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica. Foram confeccionados 60 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em IPS Empress 2. Os discos foram regularizados com ponta abrasiva (1.200) e limpos em banho de ultrassom durante 10 minutos. A rugosidade da superfície, após os diferentes tratamentos que seriam realizados cada grupo (condicionamento com ácido fosfórico 37% ou asperização com ponta diamantada), foi mensurada, tendo como Grupo controle a superfície regularizada com ponta abrasiva (1.200). As amostras foram divididas em 3 grupos (n=20), os quais receberam os seguintes sistemas de reparo: 1) Ceramic Repair - ácido fosfórico 37%, silano Monobond S, sistema adesivo Heliobond, resina composta Tetric Ceram; 2) Cimara – asperização com ponta diamantada, Opaquer Liquid Cimara, resina composta Arabesk Top; 3) Silistor – asperização com ponta diamantada, silano Silicer, sistema adesivo Silibond e resina composta Charisma. Em todos os grupos, a resina composta foi fotoativada sobre as amostras com o auxílio de uma matriz (3,6 mm de diâmetro por 5,0 mm de altura). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas. Após este período, metade das amostras de cada grupo foi submetida ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 1,0 mm/min. A outra metade foi termociclada (6.000 ciclos de 1 minuto – 5° e 55 °C) anteriormente ao teste mecânico. Na análise da superfície, a maior

rugosidade foi promovida pela asperização com ponta diamantada nos Grupos 2 (1,30 μm) e 3 (1,10 μm), seguidos dos Grupos 1 (0,20 μm) e controle (0,05 μm). A maior resistência de união, com e sem termociclagem, foi observada no Grupo 1 (7,0 e 2,5 MPa), seguido dos Grupos 2 (3,5 e 0,2 MPa) e 3 (0,6 e 0,0 MPa). Em todos os grupos, houve predomínio de falha adesiva. Segundo os autores, a maior rugosidade de superfície não está relacionada à maior resistência de união. Os sistemas de reparo testados promoveram pouca ou nenhuma resistência ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica livre de metal.

Meyer Filho et al.³⁹ (2004) avaliaram a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência à microtração entre resina composta e uma porcelana reforçada por dissilicato de lítio. Para este estudo, foram confeccionados 4 blocos de porcelana IPS Empress2 (Ivoclar) nas dimensões de 7 x 7 x 5 mm. Todos os blocos foram polidos com lixa 600 e, em seguida, jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 μm . Os blocos de porcelana foram então divididos em 4 grupos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% por 20 s e aplicação do silano Rely X Ceramic Primer (3M ESPE) por 3 min; 2) aplicação do silano Rely X Ceramic Primer por 3 min; 3) condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% por 20 s e 4) sem tratamento. Após os tratamentos de superfície, uma camada de adesivo Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M ESPE) foi aplicada e fotopolimerizada por 20 s. Em seguida, a resina composta Z-250 (3M ESPE) foi aplicada em quatro camadas de 1mm de espessura, tendo cada camada sido fotopolimerizada por 40 s. As amostras foram então armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas e cortadas transversalmente em barras de 0,9 mm x 0,9 mm antes do ensaio mecânico. Para cada grupo, 25 barras de resina composta-porcelana foram submetidas a ensaio de microtração à velocidade de 0,5 mm/min, exceto para o grupo 4, cujas amostras falharam durante o procedimento de corte. Os fragmentos de cada amostra foram analisados

em microscópio eletrônico. Os grupos 1, 2 e 3 apresentaram médias de resistência respectivamente de 56,8 MPa, 44,8 MPa e de 35,1 MPa, tendo havido diferença significativa entre todos os valores. Todas as falhas foram do tipo adesiva. Os autores atribuíram ao tratamento de superfície com silano a principal influência na união entre resina composta e porcelana e concluíram que somente o jateamento com óxido de alumínio não promove forças de união adequadas.

Behr et al.⁵ (2005) avaliaram a influência da polimerização adicional por meio de irradiação eletrônica na resistência de união (tração e cisalhamento) entre resina composta e os metais Ti c.p. e CoCr, utilizando diferentes sistemas de união. Noventa espécimes de 20 mm x 10 mm x 2 mm em Ti c.p. (Dentaurum) foram torneados, sendo as superfícies regularizadas com lixa 800. Os espécimes em CoCr (n = 90) foram obtidos por meio de fundição e polidos com lixa 800. A área adesiva (19,625 mm²) foi delimitada por uma fita adesiva e, para cada liga, 3 sistemas de união foram testados: Rocatec/ Sinfony – jateamento com óxido de alumínio 110 µm (Rocatec Pré, 3M ESPE), jateamento com partículas modificadas por sílica (Rocatec Plus, 3M ESPE), aplicação de um agente silano, aplicação de duas camadas do opaco Sinfony (3M ESPE) e condensação de resina composta Sinfony sobre o opaco, sendo cada camada fotopolimerizada por 10 segundos e posteriormente polimerizada à vácuo no equipamento Visio Beta (3M ESPE); Metal Primer II/ Gradia – jateamento com óxido de alumínio de 120 µm, limpeza em ultrassom, aplicação de Metal Primer II (GC-Europe) e secagem por 60 segundos, aplicação de duas camadas do opaco Gradia (Dentacolor XS, Heraeus Kulzer) e aplicação de resina composta Gradia, sendo esta polimerizada adicionalmente em forno belleGlass HP a 144°C por 20 minutos; SR Link/ Adoro - jateamento com óxido de alumínio de 120 µm, limpeza em ultrassom, aplicação do primer SR Link (Ivoclar, Vivadent), de duas camadas de opaco e aplicação da resina composta Adoro (Ivoclar,

Vivadent), polimerizada da mesma forma descrita para a resina composta Gradia. Os espécimes foram divididos em 3 subgrupos (n = 10): 1) armazenamento em água destilada a 37°C por 24 horas (grupo controle); 2) irradiação eletrônica em uma dose de irradiação de 100 kGy e 3) irradiação eletrônica como em 2 e termociclagem (12000 ciclos – 5° e 55°C – 2 minutos). Em seguida, foi realizado ensaio de cisalhamento. Noventa espécimes adicionais em liga de CoCr foram confeccionados da mesma forma descrita anteriormente para ensaio de tração. O tipo de fratura foi determinado por meio de microscópio de luz. Para os espécimes em titânio, após armazenamento por 24 horas, o sistema Rocatec/ Sinfony apresentou valores significativamente mais baixos que os outros dois sistemas; após irradiação, os valores de resistência aumentaram significativamente para todos os sistemas. Para os espécimes em CoCr, não houve diferença significativa entre os 3 sistemas após 24 horas de armazenamento; após irradiação, somente os espécimes tratados com Metal Primer II apresentaram um aumento significativo da resistência de união. Não houve diferença entre os testes de cisalhamento e tração e a termociclagem não interferiu nos resultados. Os tipos de fratura mais observados foram adesivas e mistas, tendo ocorrido fraturas coesivas somente em espécimes submetidos à irradiação.

Valandro et al.⁶³ (2005) estudaram o efeito do jateamento com partículas de óxido de alumínio modificadas por sílica na união entre resina composta e uma cerâmica constituída por óxido de alumínio. Foram confeccionados 15 blocos de porcelana Procera AllCeram (Nobel Biocare). As superfícies foram regularizadas com lixa 1200 e, para cada bloco de porcelana, foi confeccionada uma réplica em resina composta W3D Master (Wilcos), utilizando um molde de silicona de adição Elite HD (Zhermack). Os blocos de porcelana foram divididos em 3 grupos (n = 5): grupo SB – jateamento com partículas de óxido de alumínio de 110 µm;

grupo RS – utilização do sistema Rocatec (3M ESPE), que inclui jateamento prévio com partículas de óxido de alumínio de 110 µm, um segundo jateamento com partículas de óxido de alumínio modificadas por sílica de 110 µm e aplicação de silano Rocatec-Sil na superfície jateada; grupo CS – utilização do sistema Cojet (3M ESPE), que consiste em jateamento com partículas de 30 µm de óxido de alumínio modificadas por sílica e aplicação do silano ESPE-Sil na superfície jateada. Uma amostra adicional de cada grupo foi preparada para análise da superfície tratada em microscópio eletrônico. Em seguida, cada bloco de porcelana foi unido ao seu respectivo bloco de resina composta usando cimento resinoso dual Panavia F (Kuraray). Os blocos foram armazenados em água destilada por 7 dias e então cortados de modo a se obter 6 amostras por bloco (n = 30). Foi realizado ensaio de microtração com velocidade de 1mm/min e as superfícies fraturadas foram analisadas em microscópio de luz e microscópio eletrônico. Os grupos RS (17,1 MPa) e CS (18,5 MPa) foram estatisticamente iguais entre si e apresentaram resultados significativamente maiores que o grupo SB (12,7 MPa). Todas as falhas foram do tipo adesiva. Através deste estudo, os autores concluíram que o jateamento com sílica aumenta a resistência à tração entre o cimento resinoso Panavia F e a porcelana Procera AllCeram.

Galiatsatos¹⁴ (2005) apresentou, por meio de relato de caso clínico, um método de reparo indireto de uma prótese metalocerâmica fraturada utilizando uma “overlay” metalocerâmica. Uma paciente de 48 anos, cuja queixa principal era o desejo de trocar ou reparar uma restauração existente no primeiro quadrante, foi examinada e informada sobre as possibilidades de tratamento. Após discussão com o cirurgião-dentista, a paciente optou por um reparo indireto da prótese fraturada. Foi feita a remoção de toda a porcelana remanescente com uma ponta diamantada 38GS (Uniprep C&B Set), dando forma adequada ao preparo para a colocação da nova overlay. Foi realizada uma moldagem da

estrutura preparada com silicona de adição (Panasil, Kettenbach) e uma moldagem do arco oposto com hidrocolóide (Blueprint Cremix, Dentysply). A overlay foi confeccionada em liga de NiCr (Wiron 99) e porcelana feldspática de baixa fusão (Omega 900, Vita). Após avaliação intra-oral e ajuste oclusal a nova overlay foi fixada à estrutura antiga com cimento resinoso Panavia 21 (Kuraray). O autor afirma que a vantagem dos reparos indiretos é que estes apresentam maior longevidade quando comparados aos reparos diretos com resina composta, especialmente quando grande quantidade de porcelana foi perdida.

Quaas et al.⁵¹ (2005) avaliaram a influência de métodos de limpeza na união de uma resina composta à liga de NiCr, utilizando vários sistemas de união. Para este estudo, foram confeccionados discos de 6 mm de diâmetro x 3,4 mm de espessura em liga de NiCr (Wiron 99, Bego). Esses discos foram polidos com lixa 500 e jateados com óxido de alumínio 110 µm. Cilindros de 3,3 mm de diâmetro de resina composta autopolimerizável (Clearfil F2, Kuraray) foram confeccionados e unidos aos discos de NiCr através dos seguintes sistemas: grupo ROC - jateamento com partículas de sílica do sistema Rocatec, aplicação do silano ESPE-Sil e aplicação de sistema adesivo/ cimento resinoso dual Estiseal LC/ Twinlook; grupo PAN - aplicação do cimento resinoso adesivo Panavia 21 direto sobre a superfície jateada com óxido de alumínio e grupo KEV - aplicação do acrílico Kevloc e de sistema adesivo/ cimento resinoso dual Estiseal LC/ Twinlook após o jateamento com óxido de alumínio. Para cada tratamento, 3 métodos de limpeza foram usados após o último jateamento: B) limpeza com uma escova rígida; A) limpeza com isopropanol 96° em ultrassom por 3 min; N) limpeza com solução detergente neutra em ultrassom, enxágüe em água destilada e secagem por 3 min. Para cada combinação foram confeccionadas 20 amostras. Subgrupos de 10 amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 3 dias ou termociclados (37.500 ciclos – 5°C a 55°C – tempo de

imersão de 30 s) durante 150 dias. As amostras foram submetidas a ensaio de tração e a superfície fraturada foi analisada em microscópio de luz com aumento de 40x e em microscópio eletrônico. As amostras limpas em ultrassom com isopropanol apresentaram valores significativamente mais altos para todos os grupos, após 3 dias de armazenamento. Após termociclagem, o grupo KEV apresentou uma significativa redução na força de união. Os grupos ROC e PAN apresentaram forças de união duráveis aos 150 dias de termociclagem. Após armazenamento por 3 dias, o tipo de falha foi predominantemente coesiva do cimento resinoso exceto para os grupos PAN/N e PAN/A que apresentaram predominância de falha coesiva da resina composta. Após 150 dias de armazenamento, o Grupo KEV apresentou predominância de falha adesiva e os grupos ROC e PAN, falha coesiva do cimento resinoso.

Bottino et al.⁷ (2005) avaliaram o efeito do jateamento com partículas modificadas por sílica na união de um cimento resinoso a uma porcelana com alto conteúdo de zircônia. Para este estudo, 15 blocos de porcelana In-Ceram Zirconia (Vita) com dimensões de 5 mm x 5 mm x 4 mm foram confeccionados e polidos com lixas 600 e 1200. Cada bloco de porcelana foi duplicado em resina composta Z-250 (3M ESPE). Os blocos de porcelana foram divididos em 3 grupos: 1) jateamento com partículas de óxido de alumínio de 110 µm; 2) sistema Rocatec (3M ESPE) – jateamento com óxido de alumínio de 110 µm, posterior jateamento com partículas de sílica de 110 µm e aplicação do silano Rocatec Sil e 3) sistema Cojet (3M ESPE) – jateamento com óxido de alumínio de 110 µm, jateamento com partículas sílica de 30 µm e aplicação do silano ESPE-Sil. Cada bloco de cerâmica foi unido ao respectivo bloco de resina composta com cimento resinoso Panavia F (Kuraray). As amostras foram armazenadas em água destilada 37°C por 7 dias e então cortadas, obtendo-se 9 partes de cada amostra para ensaio de microtração. As superfícies fraturadas foram analisadas em microscópio de luz com

aumento de 50x. Os grupos 2 (23,0 MPa) e 3 (26,8 MPa), jateados com partículas de sílica, apresentaram valores significativamente superiores ao grupo 1 (15,1 MPa) e foram iguais estatisticamente entre si. Todas as falhas foram do tipo adesiva.

Güler et al.¹⁹ (2005) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana de acordo com o tratamento de superfície. Foram confeccionados 108 blocos de porcelana feldspática (Vita VMK95, Vivadent) nas dimensões 7 mm x 7 mm x 3 mm. Estes foram incluídos em resina acrílica e polidos com lixas 320, 400 e 600. As amostras foram divididas em 9 grupos (n = 12) de acordo com o tratamento de superfície: grupo S₅₀ – jateamento com óxido de alumínio 50 µm; grupo S₁₁₀ – jateamento com óxido de alumínio 110 µm; grupo A condicionamento com ácido fluorídrico 9,6%; grupo Si – aplicação de silano Bond Enhancer (Pulpdent); grupo S₅₀Si – jateamento com óxido de alumínio 50 µm e aplicação de silano; grupo S₁₁₀Si – jateamento com óxido de alumínio 110 µm e aplicação de silano; Grupo ASi – condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% e aplicação de silano; grupo S₅₀ASi – jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% e aplicação de silano; grupo S₁₁₀ASi – jateamento com óxido de alumínio 110 µm, condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% e aplicação de silano. Uma camada de adesivo Prime & Bond NT foi aplicada e fotopolimerizada por 20 s. Com o auxílio de um molde de Teflon (DuPont) com 2 mm de espessura e um orifício interno de 5 mm de diâmetro, uma resina composta microhíbrida (Arabesk Top) foi condensada sobre as superfícies tratadas. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas e então submetidas a ensaio de cisalhamento. Os menores valores foram obtidos para o grupo Si (4,09 MPa) e os maiores, para os grupos S₅₀ASi (12,34 MPa) e ASi (11,97 MPa), estatisticamente iguais entre si. Somente condicionamento ácido ou jateamento com óxido de alumínio não

promoveu resistência ao cisalhamento adequada. Apesar de a aplicação isolada de silano não ter promovido resistência adequada, o silano foi efetivo após jateamento ou condicionamento ácido, pois os grupos com silano ($S_{50}Si$, $S_{110}Si$ e ASi) apresentaram valores mais altos que os grupos sem silano (S_{50} , S_{110} e A).

Murray et al.⁴¹ (2005) avaliaram o efeito da aplicação de um laser XeCL como tratamento de superfície na resistência à tração entre liga de NiCr e um cimento resinoso em comparação com um jateamento tradicional. Foram confeccionados 80 cilindros de NiCr (Wiron 99), com 5 mm de diâmetro e área adesiva de $19,6 \text{ mm}^2$. Estes foram divididos em 4 grupos: 1) jateamento com óxido de alumínio $50 \mu\text{m}$; 2) aplicação de laser de baixa fluência ($3,0 \text{ J/cm}^2$); 3) aplicação de laser de média fluência ($4,0 \text{ J/cm}^2$); 4) aplicação de laser de alta fluência ($4,9 \text{ J/cm}^2$); 5) jateamento com óxido de alumínio $50 \mu\text{m}$ e aplicação de laser de média fluência ($4,0 \text{ J/cm}^2$). Pares de cilindros de cada grupo ($n = 8$) foram unidos com cimento resinoso Panavia 21 (Kuraray). As amostras foram armazenadas em água deionizada a 37°C por 24 horas e em seguida, submetidas ao ensaio mecânico de tração. Para determinar o potencial de ablação do laser, uma amostra plana em liga de NiCr foi submetida à aplicação de laser com fluências crescentes e as profundidades dos orifícios resultantes foram mensuradas em microscópio de luz. A maior resistência à tração foi obtida pelo grupo 5 ($41,8 \text{ MPa}$). Não houve diferença estatística entre os grupos tratados somente com laser e o grupo submetido somente ao jateamento. Uma relação linear foi encontrada entre a profundidade de ablação e a fluência do laser aplicado na superfície da amostra plana de NiCr. Como não houve diferença estatística nas resistências entre qualquer dos grupos tratados somente com laser e o grupo somente jateado, os autores sugerem que a aplicação do laser XeCl pode ser uma alternativa ao jateamento como tratamento de superfície de uma liga de NiCr.

Kim et al.²⁶ (2005) avaliaram a resistência à tração entre uma resina composta e diferentes cerâmicas para infraestrutura submetidas a vários tratamentos de superfície. Quatro tipos de porcelana foram utilizados: reforçada por dissilicato de lítio (IPS Empress2 [E]); reforçada por alumina (In-Ceram Alumina [I]); reforçada por zircônia (Zi-Ceram [Z]) e feldspática (Duceram Plus [F]). Para cada tipo de porcelana, 30 blocos de 10 mm x 10 mm x 2 mm foram incluídos em resina acrílica e divididos em 3 grupos (n = 10) de acordo com o tratamento de superfície: grupo Ab – jateamento com óxido de alumínio 50 µm; grupo Ae – jateamento com óxido de alumínio 50 µm e condicionamento com ácido fluorídrico a 4%; grupo Si – jateamento com partículas de sílica de 30 µm Rocatec Soft (3M ESPE). Após os tratamentos, as superfícies foram limpas e receberam uma camada de silano ESPE-Sil (3M ESPE). Um adesivo (One-Step, Bisco Inc) foi aplicado e cilindros de 5 mm de diâmetro x 10 mm de altura de resina composta Z-100 (3M ESPE) foram confeccionados sobre as superfícies tratadas. As amostras foram armazenadas em solução salina por 72 horas e então submetidas a ensaio de tração. Foi realizada análise em microscópio eletrônico dos diferentes tratamentos de superfície e das superfícies fraturadas. Para a porcelana feldspática, o grupo Ab apresentou maior rugosidade superficial; cristais de dissilicato de lítio foram expostos na superfície da porcelana IPS Empress2 após condicionamento ácido; as porcelanas reforçadas por alumina ou zircônia apresentaram maior rugosidade que os outros dois materiais quando submetidas a jateamento com partículas de sílica. Para as porcelanas reforçadas por alumina ou zircônia, o jateamento com óxido de alumínio e o condicionamento ácido pouco contribuíram para uma resistência à tração adequada com a resina composta. Estas porcelanas, quando submetidas a jateamento com partículas de sílica, apresentaram os maiores resultados assim como a porcelana IPS Empress2 quando submetida a condicionamento ácido ou

jateamento com óxido de alumínio. Para a porcelana feldspática, os maiores valores foram obtidos quando esta foi submetida a condicionamento ácido.

Prado et al.⁵⁰ (2005) avaliaram a força de união de 3 sistemas cerâmicos a 3 ligas de NiCr. As ligas de NiCr usadas foram: Durabond (Comercial Odonto Import Ltd); Verabond (Aalba Dent Inc) e Wiron (BEGO). Foram fundidos 30 discos de 6 mm de diâmetro x 15 mm de espessura de cada liga. Após a fundição, as amostras foram limpas e cortadas de forma que suas extremidades ficassem paralelas. As amostras foram divididas em 3 subgrupos (n=10), de acordo com o sistema cerâmico aplicado: Duceram (Degussa); Williams (Williams Dental Co.) e Noritake (Noritake Co.). A porcelana foi aplicada em 2 etapas, uma para a aplicação do opaco e outra para a confecção do corpo da porcelana, resultando em um total de 3 mm de altura. As amostras foram submetidas a ensaio de cisalhamento. O sistema cerâmico Noritake associado à liga Wiron apresentou os maiores resultados (32,93 MPa), enquanto o sistema Duceram associado à liga Verabond apresentou a menor média de resistência (16,31 MPa). As combinações Wiron/Duceram e Verabond/Noritake promoveram resultados intermediários. As combinações do sistema cerâmico Williams e as ligas de NiCr apresentaram médias semelhantes entre si.

Santos et al.⁵² (2006) avaliaram a resistência ao cisalhamento de vários sistemas de reparo, em metal e porcelana, comparando-os a um protocolo de menor custo. Cinquenta cilindros de 9 mm de diâmetro e 3 mm de espessura foram confeccionados em NiCr (VeraBond II, Aalba Dent Inc) e 50 cilindros de 7,8mm de diâmetro e 2,7 mm de espessura foram confeccionados em porcelana feldspática (Noritake Super Porcelain EX-3, Noritake Co). Os cilindros em metal e porcelana foram incluídos em anel de PVC com resina acrílica e suas

superfícies foram regularizadas com lixas 120, 220 e 320. Os espécimes de cada substrato foram divididos em 5 grupos (n = 10), de acordo com o sistema de reparo aplicado: grupo CL – Clearfil SE Bond/ Clearfil AP-X; grupo BT – Bistite II DC/ Palfique; grupo CJ – Cojet System/ Z 100; grupo SB – Scotchbond Multipurpose Plus/ Z100, adotado como grupo controle e grupo CJSB –variação do grupo controle, no qual foi realizado jateamento com partículas modificadas por sílica de 30µm (Cojet Sand, 3M ESPE), como no grupo CJ. Nos demais grupos, foi realizado jateamento com óxido de alumínio de 50 µm previamente à aplicação do sistema de reparo. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas, termociclados (1.000 ciclos – 5° e 55° C – 30 segundos de banho de imersão) e novamente armazenados nas condições descritas anteriormente por 8 dias. Foi realizado ensaio de cisalhamento e as superfícies fraturadas foram analisadas em lupa estereoscópica (30x). Para os espécimes em metal, o grupo CJ apresentou superioridade estatística em relação aos demais grupos. Os grupos CL e SB foram estatisticamente iguais entre si, mas somente o grupo CL apresentou resultados significativamente maiores que o grupo CJSB. O grupo BT apresentou os menores valores de resistência. Para os espécimes em porcelana, não houve diferença significativa entre os grupos SB, CJ e BT, mas apenas o grupo SB apresentou resultados significativamente maiores que os grupos CL e CJSB. Os tipos de fratura predominantes em metal foram: adesiva para os grupos BT, CJ, SB e CJSB e coesiva do material reparador para o grupo CL. Em porcelana, todos os grupos apresentaram predominância de falha coesiva da porcelana.

Matinlinna et al.³⁷ (2006) compararam o efeito de 5 agentes silano na união de um cimento resinoso ao titânio. Espécimes metálicos de 20 mm de espessura e 40 mm de largura foram torneados, jateados com óxido de alumínio de 50 µm, limpos em ultrassom com álcool por 10

minutos e submetidos a jateamento com partículas modificadas por sílica (Rocatec Plus, 3M ESPE) de 110 µm. Após nova limpeza em ultrassom, os espécimes foram divididos em 5 grupos de acordo com o silano utilizado: BIS – Bisco Porcelain Primer (Bisco); CIM – Cimara (Voco); ESP – silano ESPE-Sil (3M ESPE); PUL – Pulpdent Silane Bond Enhancer (Pulpdent) e REL – Rely-X Ceramic Primer (3M ESPE). Sobre as superfícies silanizadas, foi aplicado o cimento resinoso Rely-X ARC. Duas condições de armazenamento foram testadas: armazenamento a seco por 1 hora ou termociclagem (6.000 ciclos – 5° e 55° C – 30 segundos de banho de imersão). Os maiores valores de resistência foram obtidos pelo grupo REL (19,5 MPa) e os menores, pelo grupo PUL (5,3 MPa), sendo somente o grupo PUL diferente estatisticamente dos outros grupos. Após termociclagem, os valores de resistência somente dos grupos ESP e CIM apresentaram redução significativa.

Matinlinna et al.³⁸ (2006) avaliaram 3 agentes silanos na união de uma porcelana reforçada por zircônia a um cimento resinoso e a uma resina composta experimental. Para este estudo, 72 espécimes de porcelana Procera (Nobel Biocare) de 10 mm x 10 mm x 3 mm foram confeccionados e incluídos em resina acrílica. Os espécimes foram jateados com óxido de alumínio de 110 µm e limpos em ultrassom com etanol. Após secagem com jato de ar, foi realizado um jateamento com partículas modificadas por sílica de 110 µm (Rocatec Plus, 3M ESPE) e nova limpeza ultrassônica. Os espécimes foram divididos em 3 grupos de acordo com a solução de agente silano utilizada: 1) 1 vol% de 3-methacryloyloxypropyltrimethoxysilane (MPS), 2) 1 vol% de 3-acryloyloxypropyltrimethoxysilane (ACPS) e 3) 1 vol% de 3-isocyanatopropyltriethoxysilane (ICS). Sobre as superfícies silanizadas foi adicionada uma camada de resina composta experimental sem carga ou de cimento resinoso Rely-X ACR (3M ESPE). Metade dos espécimes foi armazenada a seco por 24 horas, à temperatura ambiente e a outra

metade foi submetida à termociclagem (6.000 ciclos – 5° e 55° C – 30 segundos de banho de imersão). Foi realizado ensaio de cisalhamento. Não houve diferença significativa entre os valores obtidos pelos espécimes tratados com as soluções de silano MPS e ACPS. Os valores apresentados pelos espécimes tratados com silano ICS foram significativamente mais baixos. Somente quando a resina composta experimental foi utilizada, a termociclagem teve influência significativa. As falhas foram predominantemente do tipo adesiva para todos os grupos.

Seimenis et al.⁵⁴ (2006) avaliaram a resistência ao cisalhamento de liga de NiCr a 3 resinas compostas indiretas, utilizando diferentes tratamentos de superfície. Setenta e dois discos de 10 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura foram fundidos em liga de NiCr (Heranium NA, Heraus-Kulzer). Estes foram jateados com óxido de alumínio de 250 µm e limpos em ultrassom por 5 minutos. Os tratamentos de superfície empregados foram: 1) aplicação do primer Metal Photo Primer (Shofu) e 2) utilização do sistema Siloc (Heraus-Kulzer) para deposição de sílica na superfície do metal. Os espécimes foram divididos em 3 subgrupos (n = 12), de acordo com a resina utilizada: Solidex (Shofu), Artglass (Heraus-Kulzer) ou Signum (Heraus-Kulzer). Após termociclagem (1.000 ou 5.000 ciclos – 5° e 55° C – 10 segundos de banho de imersão), foi realizado ensaio de cisalhamento e as superfícies fraturadas foram analisadas em microscópio de luz (25x). Não houve diferença significativa entre os dois tratamentos de superfície empregados. A resina Solidex apresentou valores de resistência significativamente maiores. Não houve diferença significativa entre os grupos submetidos a 1.000 ciclos térmicos e os submetidos a 5.000 ciclos. Os tipos de falha encontrados foram: adesiva para os grupos da resina Solidex e, mista para os demais grupos.

Atsu et al.⁴ (2006) avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície na união entre uma porcelana reforçada por óxido de zircônia e um cimento resinoso adesivo. Sessenta cubos de 5mm x 5mm x 1,5mm foram confeccionados em porcelana Cercon (Degussa). Estes foram jateados com óxido de alumínio de 125 µm e limpos com álcool em ultrassom, por 3 minutos. Os espécimes foram divididos em 6 grupos (n = 10) de acordo com o tratamento de superfície: grupo C – sem tratamento de superfície adicional (grupo controle); grupo SIL – aplicação de agente silano Clearfil Porcelain Bond Activator (Kuraray); grupo BSIL – aplicação do adesivo Clearfil Bond Liner 2V Primer (Kuraray), seguido pelo silano Clearfil Porcelain Bond Activator; grupo SC jateamento com partículas modificadas por sílica de 30 µm (Cojet Sand, 3M ESPE); grupo SCSIL – jateamento com Cojet Sand e aplicação de silano ESPE-Sil; grupo SCBSIL – jateamento com Cojet Sand, aplicação do adesivo Clearfil Bond Liner 2V Primer (Kuraray), seguido pelo silano Clearfil Porcelain Bond Activator. Um espécime adicional de cada grupo foi confeccionado para análise em microscópio eletrônico de varredura (x400). Cilindros de resina composta Z 250 (3M ESPE) com 3 mm de diâmetro e 3 mm de espessura foram unidos à porcelana com cimento resinoso adesivo Panavia F (Kuraray). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas e submetidos a ensaio de cisalhamento. Foi realizada análise das fraturas em lupa estereoscópica (40x). Os grupos jateados com partículas modificadas por sílica (CS, SCSIL e SCBSIL) não apresentaram diferença significativa em seus valores de resistência, sendo superiores aos grupos C, SIL e BSIL, estatisticamente iguais entre si. Os tipos de falha predominantes foram: adesiva para os grupos C, SIL e BSIL, mista para os grupos SC e SCSIL e, para o grupo SCBSIL, metade dos espécimes apresentou falha coesiva do cimento resinoso e metade mista.

Duke et al.¹³ (2006) apresentaram, por meio de relato de caso clínico, um método de reparo direto com resina composta em uma prótese metalocerâmica fraturada. Um paciente de 78 anos, hipertenso e diabético se apresentou à Universidade de Tennessee de Odontologia, tendo com queixa principal a aparência de seu sorriso. Durante o exame clínico, foi observada presença de fraturas nas superfícies vestibular e incisal de uma prótese metalocerâmica na região anterior superior. Também foi observado histórico de bruxismo, relatado pelo paciente. Levando em consideração o tempo disponível pelo paciente e os aspectos financeiros do tratamento, optou-se por um reparo direto da prótese fraturada. Para o reparo, foram utilizados os produtos pertencentes ao kit do sistema Clearfil SE Bond (Kuraray), selecionado pelos cirurgiões-dentistas por dispensar o uso de ácido fluorídrico. Após colocação de isolamento absoluto, foi realizada confecção de bisel nas margens da porcelana fraturada. A superfície fraturada foi jateada com óxido de alumínio de 50 µm e condicionada com ácido fosfórico K-Etchant Gel. Onde houve exposição de metal foi utilizado o primer para metal Metaltite (Tokuyama). Sobre as superfícies tratadas foi aplicado silano Clearfil Porcelain Activator e sistema adesivo SE Bond. Sobre o metal exposto foi adicionado opaco Kerr Kolor Plus (Kerr USA). Por fim, foi aplicada resina composta Kerr Esthet-X. O polimento foi realizado com o sistema Soflex XT (3M) e uma placa oclusal de resina acrílica foi confeccionada para o paciente. Após 1 ano de acompanhamento o reparo se apresentou intacto e em boa função.

Özcan et al.⁴⁸ (2006) avaliaram quatro métodos de reparo em restaurações metalocerâmicas, variando os tratamentos de superfície e aplicando uma resina composta reforçada por fibra de vidro sob a resina composta reparadora. Para este estudo, próteses metalocerâmicas em liga de CoCr (Wirabond C) e porcelana feldspática (Vita Omega) foram confeccionadas e cimentadas sobre troquéis metálicos de incisivos

centrais superiores. Os troqueis metálicos com as próteses cimentadas foram incluídos em moldes de polimetilmetacrilato e levados a uma máquina de ensaios mecânicos, onde uma força com direção incisal foi aplicada sobre os espécimes por meio de um dispositivo circular, até a fratura da prótese. As próteses fraturadas foram divididas em 4 grupos, de acordo com o tratamento de superfície empregado: 1) condicionamento com ácido fluorídrico a 9,5% por 90 segundos; 2) jateamento com óxido de alumínio de 50 µm; 3) jateamento com partículas modificadas por sílica de 30 µm (Cojet Sand, 3M ESPE) e 4) aplicação de 2 camadas de resina composta reforçada por fibra de vidro Stick (Stick Tech). Sobre as superfícies tratadas, foi aplicado Silano ESPE-Sil, sistema adesivo Scotchbond Multipurpose (3M ESPE), opaco Visiogem (3M ESPE), onde houve exposição de metal, e resina composta Tetric Ceram (Vivadent Ivoclar). Todos os espécimes foram submetidos à fratura como descrito anteriormente e novamente reparados. Cada grupo foi submetido a 4 ciclos de reparo, sendo realizado jateamento com óxido de alumínio entre cada ciclo. No 4º ciclo de reparo, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas e termociclados (6.000 ciclos – 5° e 55° C – 30 segundos de banho de imersão) previamente ao ensaio mecânico. As superfícies fraturadas foram analisadas através de fotografias tiradas em máquina digital Nikon Coolpix 990. Os grupos 1, 2 e 3 foram estatisticamente iguais entre si e apresentaram valores significativamente menores que o grupo 4. Os resultados do grupo 4 foram estatisticamente iguais aos obtidos após fratura da prótese intacta. Os valores encontrados após o 1º, 2º e 3º ciclos não apresentaram diferença significativa. As falhas foram predominantemente do tipo adesiva para os grupos 1, 2 e 3 e coesiva entre as duas camadas de resina composta reforçada por fibra de vidro para o grupo 4.

Goia et al.¹⁶ (2006) avaliaram a resistência à microtração de um reparo em resina composta a uma porcelana reforçada por alumina

após 3 diferentes tratamentos de superfície. Blocos de 5 mm x 5 mm x 4 mm foram confeccionados em porcelana Vitadur- α (Vita). As superfícies foram polidas com lixa 1200. Estes blocos foram limpos em ultrassom com água destilada por 3 minutos e divididos em 3 grupos (n = 10), de acordo com o tratamento de superfície: 1) condicionamento com ácido fluorídrico a 9,6% por 1 minuto; 2) jateamento com óxido de alumínio de 110 μ m 3) jateamento com partículas modificadas por sílica de 30 μ m (Cojet Sand, 3M ESPE). Após os tratamentos de superfície foi aplicado silano ESPE-Sil, sistema adesivo Single Bond (3M ESPE) e resina composta W3D-Master (Wilcos). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas e cortados com disco diamantado, obtendo-se 15 fatias por bloco. Essas fatias foram submetidas a ensaio de microtração e as superfícies fraturadas foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura (2000x). O grupo 1 apresentou valores significativamente mais altos que os grupos 2 e 3, estatisticamente iguais entre si. Todos os grupos apresentaram predominância de fratura do tipo mista.

Saygili et al.⁵³ (2006) avaliaram a estabilidade de cor de 3 resinas compostas utilizadas para reparo direto de próteses metalocerâmicas e de 1 porcelana, após envelhecimento artificial acelerado. Os materiais utilizados para o estudo foram: porcelana IPS Empress (Ivoclar), utilizada como controle, e as resinas compostas Charisma (Heraus-Kulzer), Clearfil (Cavex Holland BV) e Silux Plus (3M). Discos de 10 mm de diâmetro e 3mm de espessura foram confeccionados para cada material. A cor foi medida de acordo com os parâmetros da comissão CIELAB (Comission International de l'Eclairage Lab), sendo, portanto, observadas 3 coordenadas: claridade, componente verde/vermelho, componente amarelo/azul. As coordenadas acima descritas foram medidas por meio de um colorímetro (Minolta CR-321), logo após a confecção dos espécimes e após envelhecimento artificial

destes. O envelhecimento foi realizado em uma máquina (Ci – 35 Weather-Ometer) que combina exposição a raios ultravioletas, mudanças de temperatura e umidade, simulando um envelhecimento de 1 ano de uso. Para quantificar as alterações na coloração, os espécimes em resina foram comparados aos espécimes em porcelana (devido à maior estabilidade de cor das porcelanas quando comparadas às resinas compostas), antes e após envelhecimento. Após envelhecimento artificial, todas as resinas compostas estudadas apresentaram alteração de cor, entretanto, os grupos Charisma e Clearfil não apresentaram diferenças significantes com o grupo da porcelana. A resina composta Silux Plus, microparticulada, apresentou menor estabilidade de cor.

Matinlinna, Vallittu³⁶ (2007) avaliaram, por meio de revisão de literatura, diferentes tratamentos de superfície empregados sobre metal, discutindo sobre o uso de silano em superfícies metálicas. Segundo os autores, condicionamento pode ser definido como um tratamento de superfície que aumenta a energia superficial, melhorando o molhamento do líquido (primer ou silano). A energia superficial depende da rugosidade e morfologia da superfície e da composição do substrato. Os autores abordaram como métodos de tratamento de superfícies metálicas o ataque eletrolítico, a eletrodeposição de estanho, a deposição de sílica por meio de calor, como os sistemas Silicoater MD (Heraeus Kulzer) e Siloc (Heraeus Kulzer), sendo estes métodos pouco utilizados atualmente, e o método mais comumente empregado, o jateamento partículas de óxido de alumínio ou de sílica. O silano é utilizado para condicionar superfícies em porcelana ou superfícies metálicas previamente tratadas com sílica, pois apresenta-se como um composto bifuncional, capaz de se ligar tanto aos monômeros de cimentos resinosos e resinas para reparo (porção organofuncional) quanto ao substrato (porção inorgânica). De acordo com os autores, a aplicação de silano após a deposição de sílica em ligas nobres e ligas não nobres,

como as de NiCr e CoCr aumenta a força de união entre estes substratos e materiais resinosos. Em relação ao titânio, trabalhos recentes demonstraram que somente a aplicação do silano, sem tratamento de superfície prévio com sílica, é capaz de promover união química entre este metal e resina composta. Os autores concluíram que a associação do jateamento com partículas de sílica à aplicação do silano é o tratamento de superfície mais comumente utilizado em superfícies metálicas e promove uma união mais forte entre este substrato e materiais resinosos.

Çiftçi et al.¹⁰ (2007) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre 4 materiais estéticos diferentes e liga de NiCr. Quarenta espécimes quadrados (10 mm x 10 mm x 1,5 mm) foram confeccionados em liga de NiCr (Wiron 99, Bego) e tiveram suas superfícies regularizadas com lixa 400. Os espécimes foram jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 µm, limpos em ultrassom com água destilada e divididos em 4 grupos (n=10) de acordo com o material estético aplicado: 1) porcelana feldspática (VMK 95, Vita), (Grupo controle); 2) resina Artglass (Heraeus Kulzer); 3) sistema Targis/ Vectris (Ivoclar) que preconiza a aplicação de um primer para metal (Targis Link) sobre a superfície jateada antes da aplicação da resina e 4) resina Biodent (Dentsply), cujos espécimes metálicos foram confeccionados de forma diferente, apresentando retenções adicionais circulares de 350 µm na superfície. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 24 horas e submetidos a ensaio de cisalhamento. O Grupo controle apresentou resistência (34,96 MPa) significativamente maior que os demais grupos e predominância de fraturas do tipo adesiva. Não houve diferença estatística entre os grupos 2 (13,64 MPa) e 3 (14,17MPa), havendo predominância de falha do tipo adesiva para ambos. O grupo 4 apresentou resistência (10,56 MPa) significativamente menor que os demais grupos e predominância de falha coesiva da resina.

3 Proposição

Considerando os fatos abordados anteriormente, julgou-se oportuno:

- Avaliar a resistência ao cisalhamento entre liga de NiCr e os sistemas Clearfil SE Bond (Kuraray), Bistite II DC (Tokuyama), Cojet (3M ESPE), Scotchbond Multi Uso Plus (3M ESPE), empregado como Grupo controle e uma variação do Grupo controle, na qual as partículas revestidas por sílica do sistema Cojet foram empregadas em substituição às de óxido de alumínio;
- avaliar o efeito do armazenamento em água sobre estes sistemas;
- analisar, por meio de lupa estereoscópica, o tipo de fratura predominante em cada condição experimental.

4 Material e método

Para este estudo, foram confeccionados 100 corpos cilíndricos com dimensões próximas a 9,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura em liga de NiCr Verabond II (AALBA Dent. Inc., USA).

4.1 Confeção dos corpos cilíndricos em liga metálica

Para a confecção dos corpos cilíndricos em liga de NiCr foi utilizada uma matriz metálica circular contendo um orifício de 9,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de altura (Figura 1).

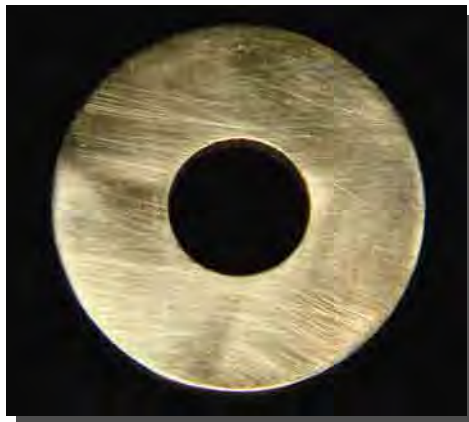


FIGURA 1 – Matriz metálica para a confecção das amostras metálicas.

Essa matriz foi isolada com vaselina, posicionada sobre uma tira de poliéster (Polidental) e seu orifício, com o auxílio de um conta gotas, foi preenchido com cera Excelsior (S.S.White) fundida no aparelho Dippy Pro (Yeti Dental) a uma temperatura de 83°C. Após o preenchimento do orifício, outra tira de poliéster e uma massa de 500 g foram posicionadas sobre o conjunto para a padronização da pressão.

Este conjunto foi deixado sobre bancada, por um período de 5 minutos, para aguardar o seu resfriamento e, então, o padrão de cera foi destacado da matriz. Em cada anel de silicone para fundição, foram posicionados, por meio de *sprues* de cera pré-fabricados, três padrões, de forma que ficassem na mesma altura. Após aplicação do anti-bolhas, 90,0 g de pó e 22,5 mL do líquido do revestimento fosfatado Heat Shock (Polidental) foram espatulados mecanicamente à vácuo e a mistura foi vertida no anel. Vinte minutos após o vazamento, o conjunto foi removido do anel e a superfície superior do revestimento foi recortada para facilitar a eliminação dos gases durante o processo de fundição. Este conjunto, juntamente com o cadinho empregado na fundição, foram levados ao forno EDGCON 3P (EDG, São Carlos), o qual já se encontrava pré-aquecido à temperatura de 800°C, para eliminação da cera. Ambos permaneceram em seu interior pelo tempo necessário para que a temperatura atingisse 950°C e se mantivesse neste patamar por 10 minutos.

Após este período, o cadinho foi removido do forno, posicionado na centrífuga e, no seu interior, foram colocados 9,45 g de liga (correspondente a 2 lingotes), a qual foi fundida com maçarico de gás-oxigênio. O molde de revestimento foi retirado do forno, posicionado na centrífuga e a liga fundida foi injetada no interior do mesmo. Após o resfriamento do conjunto à temperatura ambiente, as peças foram desincluídas, os condutos eliminados com disco de carborundum e os corpos cilíndricos metálicos jateados com óxido de alumínio de 100 µm para a limpeza das superfícies, com pressão de 45,0 psi e distância de 10,0 mm entre a ponta do aparelho e a superfície em metal.

4.2 Inclusão dos corpos cilíndricos

Obtidos os corpos cilíndricos em NiCr, os mesmos foram incluídos em anel de PVC de 12,7 mm de diâmetro e 27,0 mm de altura,

com resina acrílica quimicamente ativada Clas-Mold (Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo) de forma que uma de suas superfícies ficasse exposta e centralizada no tubo (Figura 2).

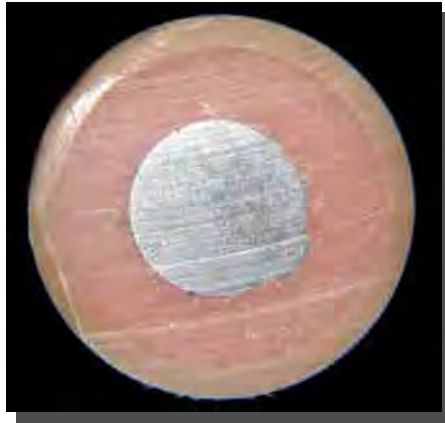


FIGURA 2 – Amostra metálica incluída.

4.3 Reparo nos corpos cilíndricos

Após a inclusão dos corpos metálicos, os mesmos tiveram suas superfícies regularizadas com lixas de granulações decrescentes (120, 220, 320) em politriz (Buehler Ltd, England).

Os corpos cilíndricos foram divididos aleatoriamente em 5 grupos de 20 amostras, os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo: Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd, Japan), Bistite II DC (Tokuyama, Japan), Cojet (3M ESPE, Germany), Scotchbond Multi Uso Plus (3M ESPE, Germany), empregado como Grupo controle, e uma variação deste grupo, na qual foram empregadas partículas de sílica do sistema Cojet em substituição às de óxido de alumínio utilizadas no Grupo controle.

Na Tabela 1, estão apresentadas as seqüências de procedimentos, determinada pelos fabricantes, referentes a cada sistema de reparo.

Tabela 1 – Seqüência de aplicação dos sistemas

Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Cojet	SBMUP (controle)	Cojet Sand + SBMUP
jateamento com óxido de alumínio (50µm)	jateamento com óxido de alumínio (50µm)	jateamento com partículas de sílica (30µm)	jateamento com óxido de alumínio (50µm)	jateamento com partículas de sílica (30µm)
Alloy Primer (aguardar 60 segundos)	cimento dual (fotopolimerizar 40 segundos)	silano Espe-Sil (aguardar 30 segundos)	ácido fosfórico (15 segundos) lavar, secar	silano SBMUP (aguardar 60 segundos)
Cesead Opaco Primer (aguardar 60 segundos)	Resina composta Palfique (fotopolimerizar 60 segundos)	opaco Sinfony (fotopolimerizar 40 segundos)	adesivo SBMUP (fotopolimerizar 10 segundos)	adesivo SBMUP (fotopolimerizar 10 segundos)
opaco (fotopolimerizar 40 segundos)		adesivo Visio-Bond (fotopolimerizar 20 segundos)	opaco (fotopolimerizar 40 segundos)	opaco (fotopolimerizar 40 segundos)
resina composta Clearfil AP-X (fotopolimerizar 60 segundos)		resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)	resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)	resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)

SBMUP: sistema adesivo Scotchbond Multi Uso Plus

O jateamento foi realizado durante 20 segundos em jateador Basic Classic (Renfert, Germany) com pressão de 35,0 psi e distância de 10,0 mm entre a ponta do aparelho e a superfície em metal.

Após o jateamento, um jato de ar foi aplicado sobre as amostras para que o excesso de pó fosse removido.

O cimento dual do sistema Bistite II DC e o opaco Sinfony do sistema Cojet, que possuem dois componentes (pasta-pasta e pó-líquido, respectivamente), foram proporcionados em massa em balança de precisão (Sartorius, Germany), sendo o primeiro manipulado durante 20 segundos e o segundo durante 45 segundos antes de serem aplicados sobre as amostras.

O opaco foi aplicado com o auxílio de uma matriz metálica com diâmetro interno de 4,0 mm e 0,3 mm de altura, a qual foi posicionada sobre a superfície metálica por um anel metálico centralizador preso ao tubo de PVC (Figura 3).

A resina composta foi aplicada por meio de uma matriz metálica bipartida com diâmetro interno de 4,0 mm e 2,0 mm de altura, a qual também foi posicionada sobre a superfície do espécime por um anel metálico centralizador preso ao tubo de PVC (Figura 4).

A fotoativação das resinas fluidas dos sistemas adesivos, dos agentes opacificadores, do cimento dual e das resinas compostas foi realizada com aparelho Curing Light XL3000 (3M, USA) com intensidade de luz de aproximadamente 650 mW/cm^2 e a uma distância de 5,0 mm entre a ponta do aparelho e a superfície do material. Anteriormente a cada sessão de aplicação dos sistemas de reparo, a potência do aparelho era verificada em radiômetro.



FIGURA 3 – Matriz utilizada para a aplicação do opaco.



FIGURA 4 – Matriz utilizada para a aplicação da resina.

Posteriormente à confecção dos espécimes (Figura 5), os mesmos foram armazenados no interior de frascos contendo água destilada, em estufa a 37°C por 24 horas, termociclados em Máquina Simuladora de Ciclagem Térmica (modelo MSCT-3), num total de 1000 ciclos, com temperatura variando entre 5° e 55°C, e tempo de imersão de 30 segundos em cada banho.

Com o objetivo de investigar o efeito do armazenamento em água na resistência de união dos sistemas de reparo empregados, após a termociclagem, espécimes foram armazenados nas mesmas condições descritas anteriormente, por um tempo adicional de: a) 24 horas ou b) 6 meses e então submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento, realizado em máquina de ensaios Material Test System 810 (Minnesota, USA), com célula de carga de 10 kN e velocidade do atuador de 0,5 mm/min.

Para o teste, utilizou-se uma haste cilíndrica com ponta em forma de cunha, a qual tangenciava a superfície plana do espécime, promovendo força compressiva vertical na interface adesiva (metal/sistema de reparo) (Figura 6).



FIGURA 5 – Espécime após a aplicação do sistema.



FIGURA 6 – Teste de resistência ao cisalhamento.

Os valores de resistência ao cisalhamento foram registrados em MPa e tabulados para a análise estatística.

4.4 Análise da fratura

Após o ensaio mecânico, a fratura dos corpos-de-prova foi analisada em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Jena) com aumento de 30 vezes, sendo as imagens capturadas pelo programa Leika (CK Comércio Ltda, São Paulo) e classificadas por um único observador calibrado como adesiva, coesiva ou mista. Para esta classificação, a área adesiva foi dividida em quadrantes e em cada um deles foi observado o tipo de fratura predominante. A fratura foi classificada como adesiva ou coesiva caso um destes tipos de fratura predominasse em três ou mais quadrantes, e classificada como mista, caso dois quadrantes apresentassem falha adesiva e os outros dois, falha coesiva.

Para efeito de ilustração, o tipo de fratura predominante em cada grupo experimental também foi observado em microscópio eletrônico de varredura JSM – T330A (Jeol, Japan), com aumento de 500 vezes.

4.5 Planejamento experimental

Inicialmente foram adotados 10 espécimes para cada condição, tendo por base a literatura. Tendo os coeficientes de variação ficado abaixo de 20%, o volume amostral foi mantido.

Foram realizadas as seguintes análises:

- 1) entre os cinco sistemas de reparo às 24 horas de armazenamento,
- 2) entre os cinco sistemas de reparo aos 6 meses de armazenamento,
- 3) para cada sistema de reparo, entre ambos os tempos de armazenamento.

Uma vez que os valores originais preencheram os requisitos necessários para a aplicação de testes paramétricos (normalidade e homogeneidade), as comparações descritas nos itens 1 e 2 foram realizadas por meio de análise de variância com 1 critério de classificação de Tukey. Em contrapartida, as citadas no item 3 foram feitas empregando-se teste t de Student não pareado. Foi adotado nível de significância de 5%.

5 Resultado

Os valores de resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo avaliados após 24 horas e 6 meses de armazenamento encontram-se, respectivamente, nas Tabelas A1 e A2 dos Apêndices 1 e 2.

5.1 Comparação entre os tratamentos às 24 horas de armazenamento

Na Tabela 2 encontra-se a análise de variância que indica haver diferença entre os sistemas de reparo no tempo de armazenamento de 24 horas ($P < 0,05$). Na Tabela 3, estão apresentadas as médias, desvios-padrão e os grupamentos apontados pelo teste de Tukey. Para efeito de ilustração, foi confeccionada a Figura 7.

Tabela 2 - Análise de variância

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrados médios	F	Prob (H0)
Entre colunas	1068,884	4	267,221	77,497	0,000
Resíduo	155,167	45	3,448		
Varição total	1224,050	49			

Tabela 3 – Médias (MPa), desvios-padrão e grupamentos

Grupos	Médias \pm D.P.	Grupamentos
Cojet	20,54 \pm 1,06	A
Cojet Sand + SBUMP	15,51 \pm 2,84	B
Clearfil SE Bond	14,20 \pm 2,45	B
SBMUP	13,80 \pm 1,13	B
Bistite II DC	6,14 \pm 0,88	C

valor crítico: 2,05

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significante

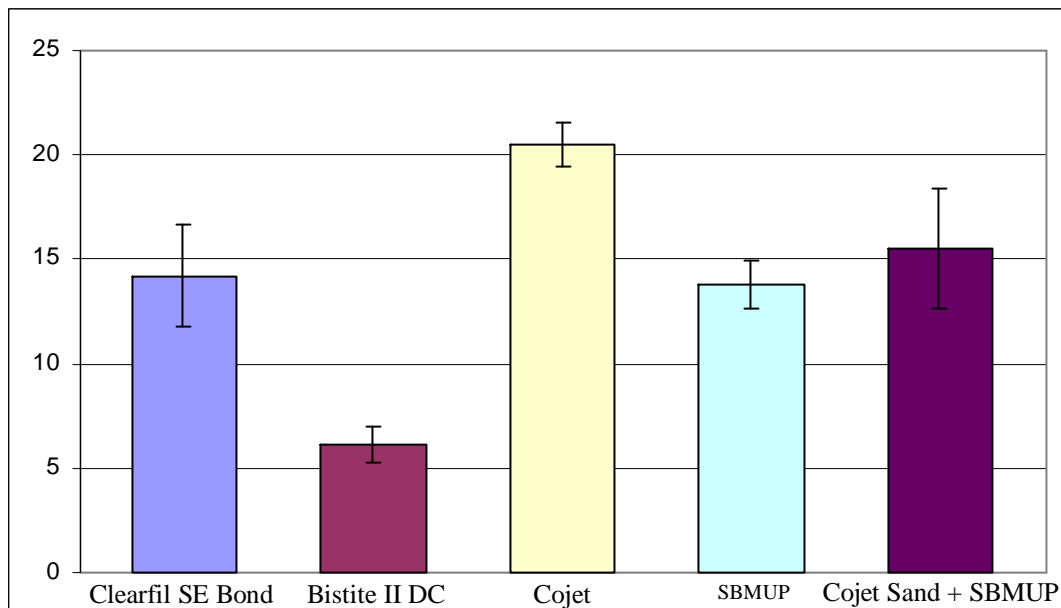


FIGURA 7 – Resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo às 24 horas.

A Tabela 3 aponta superioridade estatística para o material Cojet em relação aos demais grupos. Os sistemas Clearfil SE Bond, SBMUP (controle) e Cojet Sand + SBMUP foram estatisticamente iguais entre si. O grupo Bistite II DC apresentou a menor resistência.

5.2 Comparação entre os tratamentos aos 6 meses de armazenamento

Na Tabela 4 encontra-se a análise de variância que indica haver diferença entre os tratamentos no tempo de armazenamento de 6 meses ($P < 0,05$). Na Tabela 5, estão apresentadas as médias, desvios-padrão e os grupamentos apontados pelo teste de Tukey. Para efeito de ilustração, foi confeccionada a Figura 8.

Tabela 4 - Análise de variância

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrados médios	F	Prob (H0)
Entre colunas	1063,045	4	265,761	207,078	0,000
Resíduo	57,752	45	1,283		
Varição total	1120,798	49			

Tabela 5 – Médias (MPa), desvios-padrão e grupamentos

Grupos	Médias \pm D.P.	Grupamentos
Cojet Sand + SBMUP	19,67 \pm 0,92	A
Cojet	15,95 \pm 1,72	B
SBMUP	15,28 \pm 0,83	B
Bistite II DC	8,31 \pm 0,69	C
Clearfil SE Bond	7,83 \pm 1,21	C

valor crítico: 0,95

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significante

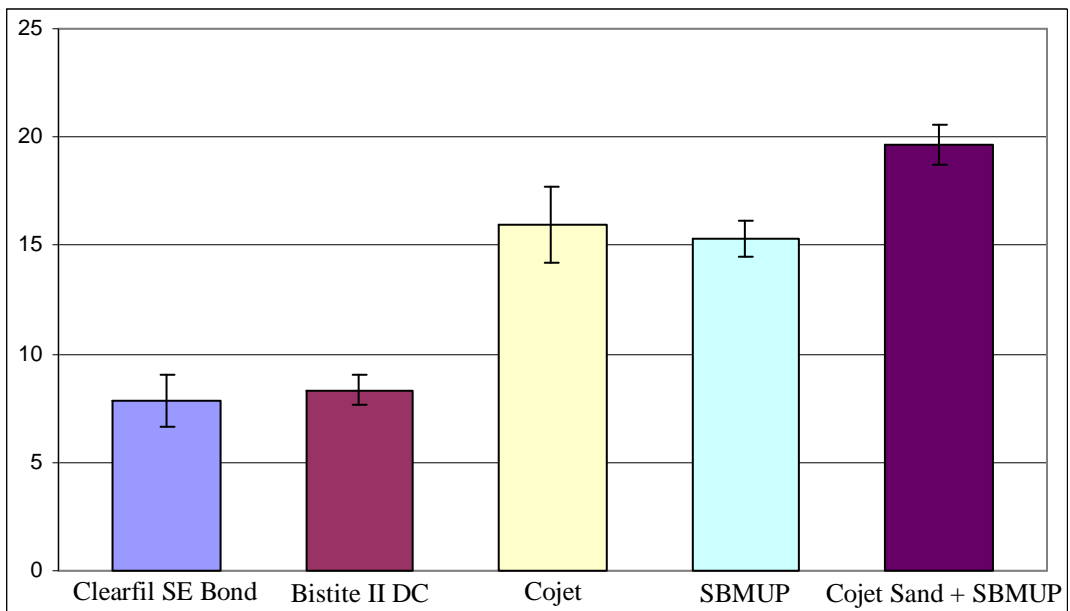


FIGURA 8 – resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo aos 6 meses

A Tabela 5 aponta superioridade estatística do grupo Cojet Sand + SBMUP. Os sistemas Cojet e SBMUP (controle) encontram-se em uma posição intermediária, não havendo diferença estatística entre os mesmos. Os sistemas Clearfil SE Bond e Bistite II DC apresentaram os menores valores de resistência, sendo estatisticamente iguais entre si.

5.3 Comparação entre os tempos de armazenamento para cada tratamento

As Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 mostram as médias, desvios-padrão e valores de P resultantes do teste t de Student realizado individualmente para cada tratamento.

⇒ Clearfil SE Bond

Tabela 6 - Médias, desvios-padrão e valor de p

24 horas	6 meses	P
14,20 ± 2,45 (A)	7,83 ± 1,21 (B)	0,000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Bistite II DC

Tabela 7 - Médias, desvios-padrão e valor de p

24 horas	6 meses	P
6,14 ± 0,88 (B)	8,31 ± 0,69 (A)	0,000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Cojet

Tabela 8 - Médias, desvios-padrão e valor de p

24 horas	6 meses	P
20,54 ± 1,06 (A)	15,95 ± 1,72 (B)	0,000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ SBMUP

Tabela 9 - Médias, desvios-padrão e valor de p

24 horas	6 meses	P
13,80 ± 1,13 (B)	15,28 ± 0,83 (A)	0,003

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

⇒ Cojet Sand + SBMUP

Tabela 10 - Médias, desvios-padrão e valor de p

24 horas	6 meses	P
15,51 ± 2,84 (B)	19,67 ± 0,92 (A)	0,000

letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa

Após armazenamento em água por 6 meses, os sistemas Clearfil SE Bond e Cojet apresentaram redução significativa dos valores de resistência quando comparados aos valores obtidos às 24 horas. Em contrapartida, os sistemas Bistite II DC, SBMUP (controle) e SBMUP + Cojet Sand apresentaram aumento significativo da resistência aos 6 meses de armazenamento.

5.4 Análise de fratura

As Tabelas 11 e 12 mostram, respectivamente, os tipos de fratura predominantes dos sistemas de reparo às 24 horas e 6 meses de armazenamento.

Tabela 11 – Tipos de fratura dos sistemas de reparo às 24 horas de armazenamento

Grupos	Adesiva	Coesiva*	Mista*
Clearfil SE Bond	83,3%	–	16,7%
Bistite II DC	100%	–	–
Cojet	13,3%	66,7%	20%
SBMUP	100%	–	–
Cojet Sand + SBMUP	100%	–	–

* todas as falhas coesivas ocorreram na camada do opaco

As Figuras 9, 10, 11, 12 e 13 mostram os tipos de falha predominante às 24 horas de armazenamento dos sistemas de reparo.

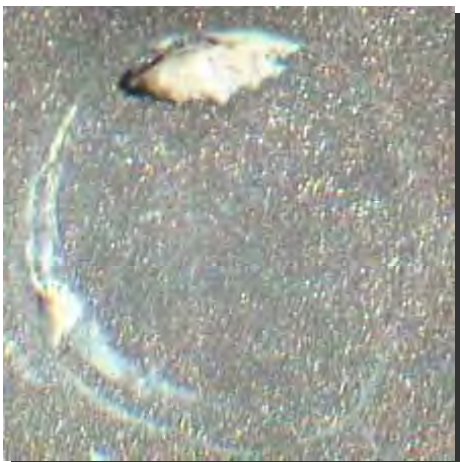


FIGURA 9 - Clearfil SE Bond.

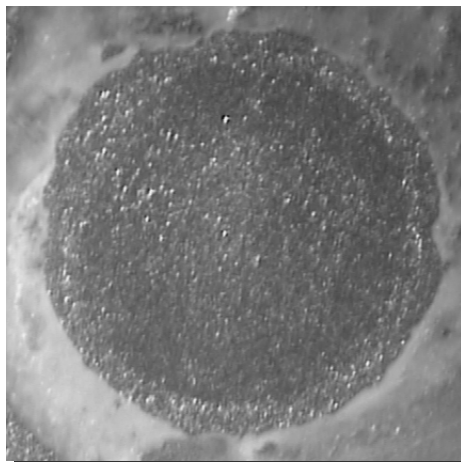


FIGURA 10 - Bistite II DC.



FIGURA 11 - Cojet.

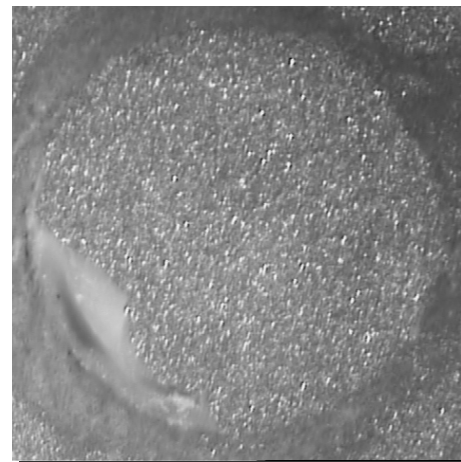


FIGURA 12 - SBMUP.



FIGURA 13 - Cojet Sand + SBMUP.

Tabela 12 – Tipos de fratura dos sistemas de reparo aos 6 meses de armazenamento

Grupos	Adesiva	Coesiva*	Mista*
Clearfil SE Bond	52,9%	29,4%	17,7%
Bistite II DC	100%	–	–
Cojet	5,9%	76,5%	17,6%
SBMUP	100%	–	–
Cojet Sand + SBMUP	23,5%	35,3%	41,2%

* todas as falhas coesivas ocorreram na camada do opaco

As Figuras 14, 15, 16, 17 e 18 mostram os tipos de falha predominante aos 6 meses de armazenamento dos sistemas de reparo.



FIGURA 14 - Clearfil SE Bond.

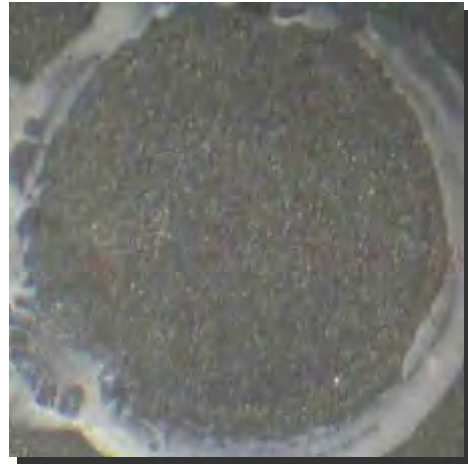


FIGURA 15 – Bistite II DC.



FIGURA 16 - Cojet.



FIGURA 17 – SBMUP.



FIGURA 18 - Cojet Sand + SBMUP.

Para efeito de ilustração, o tipo de fratura predominante em cada grupo experimental também foi observado em microscópio eletrônico de varredura JSM – T330A (Jeol, Japan), com aumento de 500 vezes.

As Figuras 19, 20 e 21 ilustram os diferentes tipos de fratura observados em microscopia eletrônica.

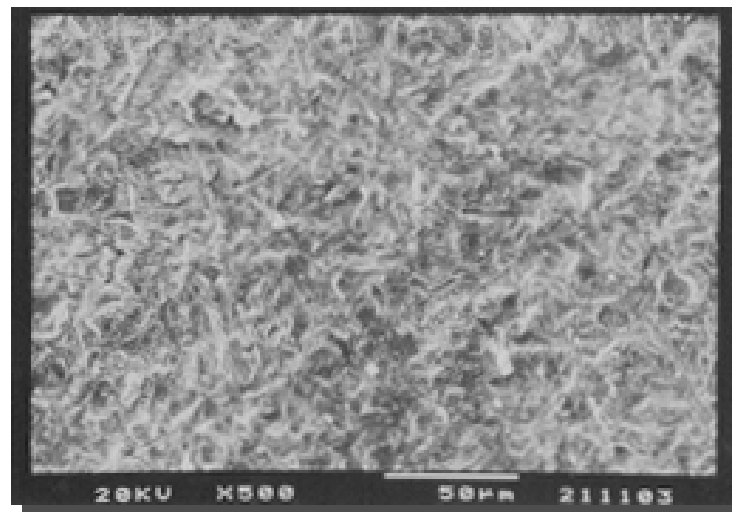


FIGURA 19 – Fratura do tipo adesiva.

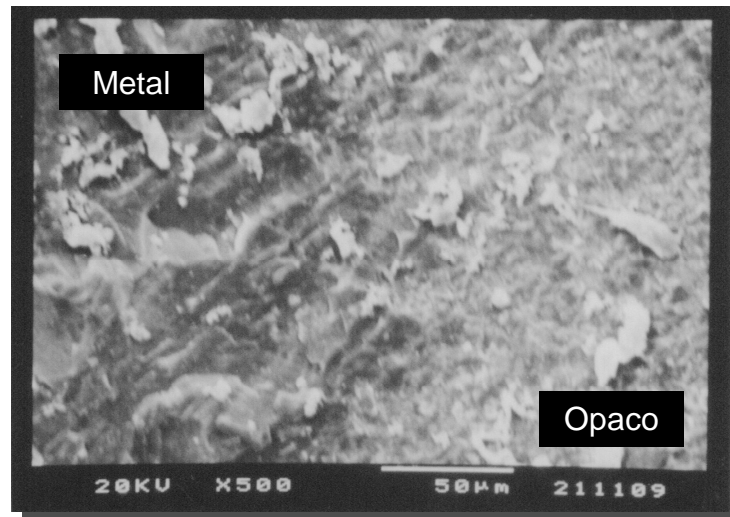


FIGURA 20 – Fratura do tipo mista.

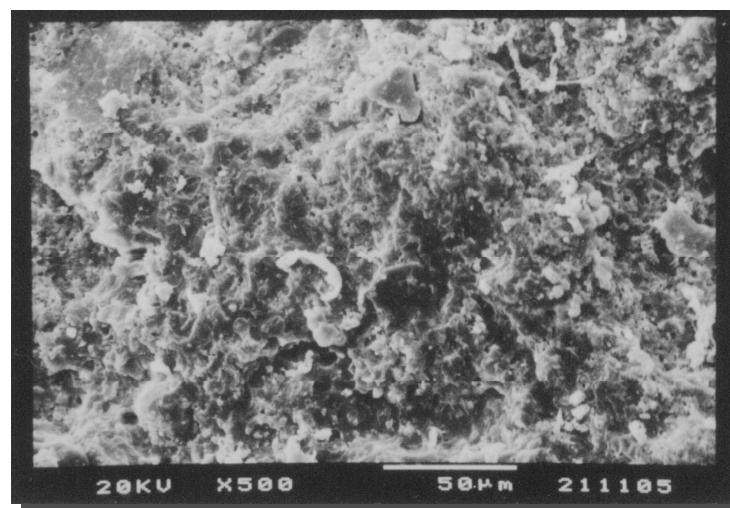


FIGURA 21 – Fratura do tipo coesiva do opaco.

6 Discussão

O reparo direto é uma opção de tratamento que possibilita o aumento da longevidade da restauração fraturada, preservando a estrutura dental, além de ser uma alternativa rápida e de menor custo^{16,48}. Entretanto, aspectos como estabilidade de cor do material reparador e resistência e durabilidade de união entre este e o substrato da restauração podem interferir no sucesso deste tipo de reparo^{38,43,44,53}.

Para conseguir uma união eficiente entre material reparador e substrato da restauração, tratamentos de superfície devem ser realizados previamente à aplicação do sistema de reparo.

Um dos tratamentos de superfície utilizados neste trabalho foi o jateamento com partículas de óxido de alumínio, um procedimento comumente utilizado, que aumenta a rugosidade superficial e, conseqüentemente a área adesiva, favorecendo a imbricação mecânica entre material reparador e substrato^{9,10,40,44}. Foram associados ao jateamento com óxido de alumínio três sistemas de reparo: Clearfil SE Bond, Bistite II DC e SBMUP (controle).

O sistema Clearfil SE Bond propõe um tratamento de superfície adicional pela aplicação de dois primers para metal, o Alloy Primer e o Cesead Opaco Primer, que contêm o monômero funcional MDP, capaz de se unir quimicamente aos óxidos metálicos da superfície de ligas não nobres^{59,63,66}.

Já no sistema Bistite II DC, o cimento resinoso, em cuja composição encontra-se o monômero funcional MAC-10, é aplicado diretamente sobre a superfície metálica. O monômero MAC-10, assim como o MDP, quando em contato com ligas não nobres, promove a união química entre o material reparador e os óxidos presentes na superfície metálica^{52,59,66}.

O grupo SBMUP, ao contrário dos anteriormente citados, baseia-se apenas na imbricação mecânica promovida pelo jateamento com óxido de alumínio, pois não apresenta em seu kit produtos que visem uma união química entre material reparador e superfície metálica. Este foi adotado como Grupo controle por ser um sistema bem estabelecido^{43,61}, e por se apresentar como um protocolo de menor custo, sendo um material bastante acessível, comumente encontrado em consultórios dentários para a realização de restaurações diretas.

Outro tratamento de superfície utilizado neste trabalho foi a deposição de partículas recobertas com sílica por meio de jateamento (Cojet Sand, 3M ESPE). A deposição de sílica em uma determinada superfície pode ser promovida de várias maneiras, sendo que alguns equipamentos desenvolvidos para este fim são de uso exclusivamente laboratorial, como o Silicoater MD (Heraeus-Kulzer)^{25,36,40}, o Kevloc AC (Heraeus-Kulzer)⁵¹, o Siloc (Heraeus-Kulzer)^{36,54} e o Rocatec (3M ESPE)^{5,7,37,38,47,51,63}. O surgimento do sistema Cojet (3M ESPE), uma versão para uso clínico, possibilitou o emprego desta técnica em reparos intra-orais^{4,37,38,44}. Neste sistema, o pó utilizado é composto por partículas de óxido de alumínio recobertas por sílica. Durante o jateamento, essas partículas são lançadas sob pressão contra o substrato, e neste permanecem promovendo retenções micromecânicas. Além disso, a sílica que reveste as partículas reage quimicamente com o silano^{11,24,36}. A deposição de sílica em superfície metálica, seguida pela aplicação de silano, tem mostrado melhora significativa na união entre este tipo de superfície e materiais resinosos^{36,37,40,44,48,51,52,54}.

Neste estudo, o jateamento com partículas revestidas por sílica (Cojet Sand, 3M ESPE) foi utilizado em associação com os produtos de seu próprio kit de reparo, o sistema Cojet (3M ESPE), ou associado ao sistema SBMUP, uma variação do grupo controle.

6.1 Resultado às 24 horas

Às 24 horas de armazenamento em água, o sistema Cojet apresentou média de resistência (20,54 MPa) significativamente maior que as dos demais grupos, com predominância de fratura do tipo coesiva do opaco (66,7%). A predominância deste tipo de fratura indica que a resistência ao cisalhamento entre material reparador e substrato foi maior que a resistência mecânica do opaco⁵. A alta resistência encontrada na interface entre material reparador e substrato pode ser explicada pela efetividade da união mecânica e química, tendo a primeira sido promovida pelo jateamento e a segunda pela reação química entre a sílica que reveste as partículas e o silano aplicado na seqüência. Santos et al.⁵² (2006) avaliaram, também em liga de NiCr, a resistência ao cisalhamento dos mesmos sistemas de reparo intra-orais empregados no presente estudo e, após 8 dias de armazenamento, igualmente observaram média significativamente maior do sistema Cojet. Não há na literatura consultada, outros trabalhos que relatem a resistência de união deste sistema em liga de NiCr. Özcan et al.⁴⁸ (2006) observaram em seu trabalho que, embora não houvesse diferença significativa entre as médias obtidas pelos diferentes tipos de tratamento de superfície (condicionamento com ácido fluorídrico, jateamento com óxido de alumínio ou jateamento com partículas do Cojet Sand) uma tendência de valores mais altos ocorreu quando o Cojet Sand foi utilizado sobre as superfícies fraturadas de restaurações metalocerâmicas confeccionadas em liga de CoCr. Alguns trabalhos mostram que o jateamento com partículas revestidas por sílica melhora a união entre materiais resinosos e ligas nobres^{11,20,58}.

Os sistemas Clearfil SE Bond (14,20 MPa), SBMUP (controle) (13,80 MPa) e Cojet Sand + SBMUP (15,51 MPa) apresentaram resultados intermediários, sendo estatisticamente iguais entre si. Para os três sistemas houve predominância de falha do tipo adesiva. Apesar da

igualdade estatística e predominância de fraturas na interface entre material reparador e substrato, estes sistemas baseiam-se em tratamentos de superfície diferentes. O sistema Clearfil SE Bond, além da imbricação micromecânica promovida pelo jateamento com óxido de alumínio, propõe união química entre material reparador e os óxidos presentes na superfície metálica promovida pela aplicação do Alloy Primer e do Cesead Opaco Primer. O sistema Cojet Sand + SBMUP também apresenta proposta de união mecânica e química entre material reparador e substrato, pois as partículas revestidas por sílica impregnadas na superfície irão atuar como retenções promovendo imbricação mecânica entre a superfície tratada e o material reparador, além de viabilizarem a união química entre esta superfície e o silano, o qual se unirá a essas partículas através de sua porção sílico-funcional^{36,44}. Já no Grupo controle, existe apenas imbricação micromecânica promovida pelo jateamento com óxido de alumínio, que pode ter sido favorecida pelo adesivo cuja finalidade seria aumentar o molhamento e, conseqüentemente o contato entre o opaco e a superfície metálica tratada. Na literatura, Santos et al.⁵² (2006) também observaram igualdade estatística entre os sistemas Clearfil SE Bond e SBMUP (controle). Em contrapartida, verificaram que o sistema Cojet Sand + SBMUP foi estatisticamente igual ao Grupo controle, porém apresentou valores significativamente mais baixos que o sistema Clearfil SE Bond. Esta diferença entre os resultados obtidos por Santos et al.⁵² e dos resultados observados no presente trabalho pode ser explicada pelo fato de, no grupo Cojet Sand + SBMUP, não realizarmos a aplicação de ácido fosfórico sobre a superfície tratada com Cojet Sand que, possivelmente, foi responsável pela remoção de sílica da superfície dos espécimes utilizados no trabalho de Santos et al.⁵², prejudicando a união química entre o silano e a sílica depositada sobre o substrato. Em nosso estudo, o silano Ceramic Primer, do sistema SBMUP, foi diretamente aplicado sobre a superfície metálica jateada com partículas revestidas por sílica. Outros

trabalhos avaliaram o sistema SBMUP em liga de NiCr jateada com partículas óxido de alumínio. Tulunoglu, Beydemir⁶¹ (2000) compararam a resistência ao cisalhamento de vários sistemas de reparo a liga de NiCr, observando uma média de resistência de 9,94 MPa. Chung, Hwang⁹ (1997) avaliaram a força de união entre seis diferentes sistemas de reparo e liga de NiCrBe e observaram média de resistência de 10,2 MPa para o sistema SBMUP. As diferenças entre as resistências encontradas no presente trabalho e os anteriormente citados podem ser atribuídas a diferenças na metodologia.

O sistema Bistite II DC apresentou a menor média de resistência. Apesar de seu mecanismo de união basear-se tanto no tratamento micromecânico, por meio de jateamento com óxido de alumínio, quanto na união química entre o cimento resinoso e a superfície metálica, promovida pelo monômero MAC 10, seu mecanismo de união demonstrou ser menos efetivo que os tratamentos preconizados pelos outros materiais, possivelmente pela falta de um componente intermediário que aumente o molhamento do meio, facilitando o contato do cimento, que possui elevada viscosidade, com a liga. O tipo de falha foi predominantemente adesiva. Estes resultados também foram observados por Santos et al.⁵², não havendo na literatura outros trabalhos que tenham avaliado a eficácia deste sistema como material reparador.

6.2 Resultado ao 6 meses

Aos 6 meses de armazenamento em água, a maior média foi apresentada pelo sistema Cojet Sand + SBMUP (19,67 MPa), estatisticamente superior aos demais sistemas. Como explicado anteriormente, a união promovida pelo jateamento com as partículas do Cojet Sand ocorre tanto química quanto micromecanicamente e, possivelmente, a eficiência do mecanismo de união deste sistema, após 6

meses, tenha sido responsável pela predominância de fratura do tipo mista (41,2%) e pela grande ocorrência de fratura coesiva do opaco (35,3%). Portanto, a média de resistência deste sistema está relacionada à resistência mecânica do opaco. Assim, a superioridade do sistema Cojet Sand + SBMUP sobre os sistemas Cojet (15,95 MPa) e SBMUP (controle) (15,28 MPa), estatisticamente iguais entre si, pode ser explicada pela elevada resistência mecânica do opaco, pois apesar de no Grupo controle o mesmo opaco ter sido utilizado, o tipo de falha predominante foi adesiva (100%), ficando evidente que, no Grupo controle, cuja proposta de união é exclusivamente por imbricação micromecânica, a resistência ao cisalhamento entre material reparador e substrato foi inferior à resistência mecânica do opaco. Já para o sistema Cojet, cujo mecanismo de união entre material reparador e substrato é o mesmo do sistema Cojet Sand + SBMUP, o tipo de fratura foi predominantemente coesiva do opaco (76,5%). Assim como no sistema Cojet Sand + SBMUP, a resistência observada para o sistema Cojet corresponde à resistência do opaco. Desta forma, podemos dizer que, a longo prazo, a resistência do opaco empregado no grupo Cojet Sand + SBMUP foi superior à do opaco Sinfony, preconizado pelo Cojet.

Embora o sistema Cojet tenha sido superior ao Grupo controle às 24 horas de armazenamento, provavelmente, a degradação do opaco do sistema Cojet pela água, promoveu redução da resistência deste sistema igualando-o estatisticamente ao sistema SBMUP, apesar de apresentarem propostas de união diferentes.

Não há na literatura trabalhos que tenham estudado estes três sistemas citados anteriormente sobre superfície metálica, após longos períodos de armazenamento. Somente trabalhos que empregaram o adesivo e o silano do sistema SBMUP sobre porcelana foram encontrados.

Outros trabalhos relacionados à durabilidade da união entre resina composta e liga de NiCr estudaram o jateamento com partículas

modificadas por sílica do sistema Rocatec, semelhante ao sistema Cojet, porém de uso exclusivamente laboratorial, associado ao silano Espe-Sil. Kern, Thompson²⁵ (1994) avaliaram o efeito do armazenamento em água combinado à termociclagem na resistência à tração entre resina composta e liga de NiCr. Após 150 dias de termociclagem (37.500 ciclos entre 5° e 55° C), a média de resistência encontrada para o grupo Rocatec/ Espe-Sil foi de 48,0 MPa com predominância de fratura coesiva da resina composta. Quaaas et al.⁵¹ (2005) observaram valores de resistência à tração entre resina composta e liga de NiCr por volta de 43,0 MPa, após 37.500 ciclos térmicos entre 5° e 55° C, durante 150 dias, quando o sistema Rocatec foi associado ao silano Espe-Sil. A diferença entre as resistências encontradas por estes autores e as obtidas em nosso trabalho podem ser atribuídas a diferenças na metodologia dos trabalhos. Em ambos os trabalhos foi realizado ensaio mecânico de tração, enquanto em nosso estudo foi realizado ensaio mecânico de cisalhamento, além de diferenças no tratamento de superfície preconizado pelo sistema Rocatec, sendo realizado um jateamento prévio com partículas de óxido de alumínio de 110 µm e o segundo jateamento com partículas recobertas por sílica de 110 µm, enquanto no sistema Cojet, somente um jateamento com partículas revestidas por sílica de 30 µm é realizado.

Os grupos Bistite II DC e Clearfil SE Bond apresentaram os menores valores de resistência, sendo estatisticamente iguais entre si. O sistema Bistite II DC apresentou 100% de fratura do tipo adesiva, devido aos problemas já comentados às 24 horas, ou seja, a ausência de um componente intermediário que aumente o molhamento do meio, facilitando o contato do cimento, que possui elevada viscosidade, com a liga, levando a uma união fraca entre material reparador e substrato, mesmo apesar de ter como proposta união mecânica e química.

Para o sistema Clearfil SE Bond a predominância continuou a ser de falhas do tipo adesiva (52,9%), porém 29,4% das falhas foi do

tipo coesiva do opaco e 17,7% mista e, portanto, neste sistema, a resistência mecânica do opaco teve maior influência nos resultados encontrados após 6 meses de armazenamento. Além disso, a água provavelmente afetou as ligações entre o monômero MDP, presente tanto no Alloy Primer quanto no Cesead Opaco Primer, e os óxidos presentes na superfície da liga, reduzindo desta forma a resistência de união entre material reparador e substrato, já que houve predominância de falha do tipo adesiva. Kelsey et al.²³ (2000) também observaram, que após 30 dias de armazenamento em água, a resistência do sistema Clearfil SE Bond diminuiu significativamente comparada à resistência inicial de 24 horas. Entretanto, os autores atribuíram essa redução de resistência às trincas possivelmente formadas na superfície da porcelana, e não ao material reparador, já que houve predominância de fratura coesiva da porcelana. A diferença de substrato utilizado não permite comparações com o nosso trabalho.

6.3 Efeito do armazenamento em água

A termociclagem e o armazenamento em água são eficientes métodos *in vitro* para simular o desempenho de materiais dentários *in vivo*⁴⁴. Segundo Kern, Thompson²⁵ (1994) estes dois artifícios são recomendados para determinar mais precisamente a durabilidade da união resina composta/ metal assim como a resistência coesiva da resina composta, sendo a determinação do tipo de falha predominante um aspecto importante nestes estudos.

Ainda, durante todo o período de armazenamento, dois fenômenos devem ser considerados e entendidos como agindo ao mesmo tempo: progressão de polimerização, responsável pelo aumento da resistência^{22,54}, e degradação hidrolítica, responsável pela redução desta propriedade^{37,44}.

No presente estudo, para cada um dos sistemas, houve diferença significativa entre os resultados obtidos após 24 horas e 6 meses de armazenamento. Para os sistemas Bistite II DC, Cojet Sand + SBMUP e Grupo controle, ocorreu aumento significativo da resistência ao cisalhamento após 6 meses. Pôde-se observar também que, para os sistemas Bistite II DC e SBMUP (controle), a predominância de falha continuou a ser do tipo adesiva, enquanto para o sistema Cojet Sand + SBMUP, o tipo de falha predominante deixou de ser adesiva e passou a ser mista após 6 meses. Estes resultados indicam que houve um aumento da resistência adesiva entre material restaurador e substrato para os três sistemas. Conforme comentado anteriormente, o aumento da força de união entre resina composta/ metal está relacionado à progressão de polimerização da resina. Além disso, segundo Hooshmand et al.²² (2002) a expansão higroscópica da resina, após armazenamento em água, reduz o estresse gerado na interface pela contração de polimerização. Estes autores também sugerem que a absorção de água pela resina composta reduz o módulo de elasticidade deste material, principalmente nas margens, levando a uma distribuição mais favorável de estresse na interface com o substrato.

Os sistemas Clearfil SE Bond e Cojet apresentaram valores de resistência significativamente menores após 6 meses de armazenamento. Em ambos os sistemas não houve alteração quanto ao tipo de falha predominante. Para o sistema Cojet, a degradação do opaco pela água levou à diminuição da média de resistência, já que o tipo de falha predominante foi coesiva do opaco em ambos os tempos.

No sistema Clearfil SE Bond, foi observado aumento de falhas do tipo coesiva do opaco, evidenciando a ocorrência de degradação hidrolítica deste material. Entretanto, o tipo de fratura predominante continuou a ser adesiva e, portanto, a redução da resistência de união após 6 meses também deve estar relacionada à degradação das ligações entre o monômero MDP e os óxidos metálicos

da superfície da liga. Apesar da drástica redução de resistência observada no presente estudo, o sistema Clearfil SE Bond parece apresentar um bom desempenho clínico. Duke et al.¹³ (2006) apresentaram um relato de caso clínico de reparo direto de prótese metalocerâmica com o sistema Clearfil SE Bond e, após um ano de acompanhamento, o reparo ainda se apresentava intacto e com boa função.

6.4 Considerações Finais

Conforme pôde ser observado, o reparo de restaurações metalocerâmicas representa um grande desafio na clínica, principalmente quando ocorre a exposição da infra-estrutura metálica, sendo necessário unir resina composta ao metal^{27,40,48,58}. Em geral, os sistemas de reparo utilizados atualmente apresentam alta resistência de união a porcelana. Em contrapartida, com relação ao metal, existe uma maior variabilidade da resistência de acordo com o material empregado^{27,54}.

Inicialmente, somente retenção mecânica era conseguida entre resina composta e metal. Hoje, é possível obter ligação química entre estes dois materiais^{5,36} conferindo maior longevidade à restauração⁵⁴. No entanto, mesmo diante do crescente esforço para melhorar a união entre resina composta e metal, poucos trabalhos relacionados a reparos intra-orais sobre superfície metálica são encontrados, dificultando a seleção do material mais apropriado para este tipo de substrato.

De acordo com os resultados deste trabalho, a melhor opção para reparo de fraturas com envolvimento da superfície metálica seria o sistema Cojet Sand + SBMUP, pois, a longo prazo, apresentou a maior resistência e, apesar de ter sido inferior ao sistema Cojet às 24 horas, sua média de resistência foi próxima da resistência de união entre porcelana e

liga de NiCr neste período inicial. Prado et al.⁵⁰ (2005) avaliaram a resistência ao cisalhamento entre três marcas comerciais de porcelana feldspática e três marcas de ligas de NiCr e encontraram médias variando entre 16,31 MPa e 32,93 MPa, de acordo com os materiais utilizados. Além disso, o sistema Cojet Sand + SBMUP é uma alternativa de menor custo que o sistema Cojet e mais comumente encontrado nos consultórios, com exceção do Cojet Sand.

Apesar da superioridade observada, neste estudo, pelo sistema de reparo Cojet Sand + SBMUP, novas pesquisas devem ser realizadas, analisando o comportamento dos materiais do presente estudo em períodos de armazenamento mais longos bem como após serem submetidos a estresse mecânico, a fim de se obter parâmetros mais seguros, para que os mesmos possam ser indicados na clínica odontológica.

7 Conclusão

Considerando os resultados obtidos nas condições experimentais deste trabalho, concluiu-se que:

- às 24 horas, o sistema Cojet apresentou média de resistência ao cisalhamento significativamente maior em relação aos demais grupos, seguido pelos sistemas Clearfil SE Bond, Grupo controle e Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com partículas do Cojet Sand, estatisticamente iguais entre si. O sistema Bistite II DC apresentou a menor resistência;
- aos 6 meses, a associação do sistema Scotchbond Multi Uso Plus ao jateamento com partículas do Cojet Sand apresentou os melhores resultados, seguido pelo Grupo controle e sistema Cojet, estatisticamente iguais entre si e superiores aos sistemas Clearfil SE Bond e Bistite II DC;
- o armazenamento em água afetou significativamente a resistência ao cisalhamento de todos os sistemas, diminuindo a resistência dos sistemas Clearfil SE Bond e Cojet e aumentando a dos demais sistemas;
- às 24 horas, houve predominância de falha adesiva para todos os sistemas, exceto para o sistema Cojet, com predominância de falha do tipo coesiva do opaco;
- aos 6 meses de armazenamento, os sistemas Clearfil SE Bond, Bistite II DC e Grupo controle apresentaram predominância de falha adesiva, o sistema Cojet apresentou predominância de falha do tipo coesiva do opaco e o sistema Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com partículas recobertas por sílica do tipo mista.

8 Referências*

1. Agra CM, Garófalo JC, Vieira GF. Silano – análise da importância deste material na união química entre porcelana e resina composta. *Âmbito Odontológico*. 1993; 3: 326-31.
2. Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent*. 1995; 73: 464-70.
3. Appeldoorn RE, Wilwerding TM, Barkemeier WW. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair systems. *J Prosthet Dent*. 1993; 70: 6-11.
4. Atsu, SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent*. 2006; 95: 430-6.
5. Behr M, Rosentritt M, Bettermann K, Handel G. Influence of electron beam irradiation on the alloy-to-resin bond strength. *Eur J Oral Sci*. 2005; 113: 429-35.
6. Berry T, Barghin N, Chung K. Effect of water storage on the silanization in porcelain repair strength. *J Oral Rehabil*. 1999; 26: 459-63.
7. Bottino MA, Valandro LF, Scotti R, Buso L. Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic. *Int J Prosthodont*. 2005; 18: 60-5.
8. Calamia JR, Vaidynathan J, Vaidynathan TK, Hirsch SM. Shear bond strength of etched porcelains [abstract 1096]. *J Dent Res*. 1985; 64 (Special Issue): 296.
9. Chung KH, Hwang YC. Bond strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. *J Prosthet Dent*. 1997; 78: 267-74.

* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível em:
http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

- 10.Çiftçi Y, Canay S, Hersek N. Shear bond strength evaluation of different veneering systems on NiCr alloys. *J Prosthodont.* 2007; 16: 31-6.
- 11.Cobb DS, Vargas MA, Fridrich TA, Bouschlicher MR. Metal surface treatment: characterization and effect on composite-to-metal bond strength. *Oper Dent.* 2000; 25: 437-43.
- 12.Diaz-Arnold AM, Wistrom DW, Aquilino SA, Swift Jr EJ. Bond strengths of porcelain repair adhesive systems. *Am J Dent.* 1993; 6: 291-4.
- 13.Duke J, King KA, Harrison JL. Repair of porcelain crowns due to bruxismo: a case report. *J Tenn Dent Assoc.* 2006; 86: 30-1.
- 14.Galiatsatos A. An indirect repair technique for fractured metal-ceramic restorations: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2005; 93: 321-3.
- 15.Goharian R, Maleknejad F, Salari T, Ghavamnasiri M, Derhami M. Effect of adhesives on bond strength of porcelain veneer to base metal alloy. *Quintessence Int.* 2002; 33: 595-9.
- 16.Goia TS, Leite FPP, Valandro LF, Özcan M, Bottino MA. Repair bond strength of a resin composite to alumina-reinforced feldspathic ceramic. *Int J Prosthodont,* 2006; 19: 400-2.
- 17.Gregory WA, Moss SM. Effect of heterogeneous layers of composite and time on composite repair of porcelain. *Oper Dent.* 1990; 15: 18-22.
- 18.Gregory WA, Hagen CA, Powers JM. Composite resin repair of porcelain using different bonding materials. *Oper Dent.* 1988; 13: 114-114.
- 19.Güler AU, Yilmaz F, Ural C, Güler E. Evaluation of 24-hour shear bond strength of resin composite to porcelain according to surface treatment. *Int J Prosthodont.* 2005; 18: 156-60.

20. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne Jr JT. Shear bond strengths of two intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. *J Prosthet Dent.* 2001; 86: 526-31.
21. Hayakawa T, Horie E K, Aida M, Kanaya H, Kobayashi T, Murata Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent Mater.* 1992; 8: 238-40.
22. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. *Dent Mater.* 2002; 18: 179-88.
23. Kelsey WP, Latta MA, Stanislav CM, Shaddy RS. Comparison of composite resin-to-porcelain bond strength with three adhesives. *Dent Mater.* 2000; 48: 418-21.
24. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica-coating of dental alloys: volume loss, morphology and changes in the surface composition. *Dent Mater.* 1993; 9: 155-61.
25. Kern M, Thompson VP. Influence of prolonged thermal cycling and water storage on tensile bond strength of composite to NiCr alloy. *Dent Mater.* 1994; 9: 19-25.
26. Kim BK, Bae HEK, Shin JS, Lee KW. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent.* 2005; 94: 357-62.
27. Knight JS, Dan Sneed W, Wilson MC. Strengths of composite bonded to base metal alloy using dentin bonding systems. *J Prosthet Dent.* 2000; 84: 149-53.
28. Kumbuloglu O, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Intra-oral adhesive systems for ceramic repairs: a comparison. *Acta Odontol Scand.* 2003; 61: 268-72.
29. Kupiec KA, Wuertz KM, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. *J Prosthet Dent.* 1996; 76: 119-24.

30. Kussano CM, Bonfante G, Batista JG, Pinto JHN. Evaluation of shear bond strength of Composite to porcelain according to surface treatment. *Braz Dent J.* 2003; 14: 132-5.
31. Lacy AM, Laluz J, Watanabe LG, Dellinges M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. *J Prosthet Dent.* 1988; 89: 288-91.
32. Latta AM, Barkmeier WW. Approaches for intraoral repair of ceramic restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2000; 21: 635-44.
33. Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil.* 1999; 26: 130-7.
34. Lüthy H, Marinello CP, Schärer P. Factors influencing metal-resin tensile bond strength to filled composites [abstract 884]. *J Dent Res.* 1988; 67 (Special Issue): 223.
35. Mancuso A. Salving a porcelain/metal bridge with a bonded porcelain-fused-to-metal overcasting. *Gen Dent.* 2003; 51: 456-7.
36. Matinlinna JP, Vallittu PK. Silane based concepts on bonding resin composite to metals. *J Contemp Dent Pract.* 2007; 8:1-8.
37. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Vallittu PK. Evaluation of five dental silanes on bonding a luting cement onto silica-coated titanium. *J Dent.* 2006; 34: 721-6.
38. Matinlinna JP, Heikkenn T, Özcan M, Lassila LVJ, Vallittu PK. Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes. *Dent Mater.* 2006; 22: 824-31.
39. Meyer Filho A, Vieira LCC, Araújo E, Monteiro Junior S. Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength. *J Prosthodont.* 2004; 13: 28-35.
40. Mukai M, Fukui H, Hasegawa J. Relationship between sandblasting and composite resin-alloy bond strength by a silica coating. *J Prosthet Dent.* 1995; 74: 151-5.

41. Murray AK, Attrill DC, Dickinson MR. The effects of XeCl laser etching of NiCr alloy on bond strengths to composite resin: a comparison with sandblasting procedures. *Dent Mater.* 2005; 21: 538-44.
42. Nayyar A, Wener K, Kincaid J. Bond strength of four porcelain repair system [abstract 1094]. *J Dent Res.* 1985; 64 (Special Issue): 296.
43. Neppelenbroek KH, Mendonça MJ, Fonseca RG, Cruz CAS. Reparo em próteses parciais fixas metalocerâmicas. Uma revisão de literatura. *ROBRAC: Rev Odontol Brasil Central.* 2003; 12: 25-9.
44. Özcan M. Evaluation of alternative intra-oral techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 194-203.
45. Özcan M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal-restorations. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 265-9.
46. Özcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont.* 2002; 15: 299-302.
47. Özcan M, Pfeifer P, Nergiz I. A brief history and current status of metal-and ceramic surface-conditioning concepts for resin bonding dentistry. *Quintessence Int.* 1998; 29: 713-24.
48. Özcan M, van der Sleen J, Kurunmäki H, Vallittu PK. Comparison of repair methods for ceramic-fused-to-metal crowns. *J Prosthodont.* 2006; 15: 283-8.
49. Pameijer CH, Louw NP, Fischer D. Repairing fractured porcelain: how surface preparation affects shear force resistance. *J Am Dent Assoc.* 1996; 127:203-9.
50. Prado RA, Panzeri H, Fernandes Neto AJ, Neves FD, Silva MR, Mendonça G. Shear bond strength of dental porcelains to nickel-chromium alloys. *Braz Dent J.* 2005; 16: 202-6.

51. Quaas AC, Heide S, Freitag S, Kern M. Influence of metal cleaning methods on the resin bond strength to NiCr alloy. *Dent Mater.* 2005; 21: 192-200.
52. Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, Cruz CAS. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent.* 2006; 96: 165-73.
53. Saygili G, Sahmali S, Demirel F. Colour stability of porcelain repair materials with accelerated ageing. *J Oral Rehabil.* 2006; 33: 387-92.
54. Seimenis I, Sarafianou A, Papadopoulou H, Papadopoulos TR. Shear bond strength of three veneering resins to a Ni-Cr alloy using two bonding procedures. *J Oral Rehabil.* 2006; 33: 600-8.
55. Senda A, Suzuki M, Jordan RE. The effect of fluorides and hydrofluoridric acids on porcelain surfaces [abstract 436]. *J Dent Res.* 1989; 68 (Special Issue): 236.
56. Simonsen RJ, Calamia JR. Tensile bond strength of etched porcelain [abstract 1154]. *J Dent Res.* 1983; 62 (Special Issue): 297.
57. Stangel I, Nathanson D, Hsu CS. Shear strength of composite bond to etched porcelain. *J Dent Res.* 1987; 66: 1460-5.
58. Sun R, Suansuwan N, Kilpatrick N, Swain M. Characterization of tribochemically assisted bonding of composite resin to porcelain and metal. *J Dent.* 2000; 28: 441-5.
59. Taira Y, Yoshida K, Matsumura H, Atsuta M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding prosthodontic luting materials to titanium. *J Prosthet Dent.* 1998; 79: 384-8.
60. Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent.* 1994; 72: 355-9.

61. Tulunoglu IF, Beydemir B. Resin shear strength to porcelain and a base metal alloy using two polymerization schemes. *J Prosthet Dent.* 2000; 83: 181-6.
62. Tylka DF, Stewart GP. Comparison of acidulated phosphate fluoride gel and hydrofluoric acid etchants for porcelain-composite repair. *J Prosthet Dent.* 1994; 72: 121-7.
63. Valandro LF, Della Bona A, Medsci M, Bottino MA, Neisser MP. The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic. *J Prosthet Dent.* 2005; 93: 253-9.
64. Wolf DM, Powers JM, O'keefe KL. Bond strength of composite to porcelain treated with new porcelain repair agents. *Dent Mater.* 1992; 11: 158-61.
65. Wolf DM, Powers JM, O'keefe KL. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. *Am J Dent.* 1993; 6: 155-8.
66. Yoshida K, Sawase T, Watanabe I, Atsuta M. Shear bond strength of four resin cements to cobalt-chromium alloy. *Am J Dent.* 1995; 8: 285-8.

Apêndice

Apêndice1 - Tabela A1 - Valores originais, médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de resistência ao cisalhamento (MPa) dos sistemas de reparo às 24 horas

	Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Cojet	SBMUP (controle)	Cojet Sand + SBMUP
	12,00	4,50	18,22	11,89	9,75
	12,18	5,14	19,66	12,35	12,95
	12,53	5,60	19,77	13,00	13,23
	12,77	5,68	20,51	13,54	14,77
	13,02	6,38	20,80	13,76	16,35
	13,28	6,50	20,90	13,82	16,65
	14,02	6,61	20,95	14,60	17,04
	16,14	6,71	21,28	14,90	17,32
	16,43	6,94	21,41	14,96	17,80
	19,62	7,33	21,87	15,14	19,26
Média	14,20	6,14	20,54	13,80	15,51
D.V.	2,45	0,88	1,06	1,13	2,84
C.V.%	17,25	14,33	5,16	8,19	18,31

Apêndice 2 - Tabela A2 – Valores originais, médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de resistência ao cisalhamento (MPa) dos sistemas de reparo aos 6 meses

	Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Cojet	SBMUP (controle)	Cojet Sand + SBMUP
	5,64	7,00	13,33	13,68	17,85
	6,86	7,26	13,65	14,64	18,63
	7,23	8,25	14,13	14,79	19,4
	7,27	8,27	15,72	14,94	19,7
	7,39	8,35	15,82	15,35	19,74
	7,73	8,49	16,52	15,42	19,81
	8,62	8,67	17,19	15,73	19,82
	8,84	8,69	17,6	15,75	19,98
	8,97	8,87	17,72	15,79	20,83
	9,72	9,24	17,78	16,74	20,93
Média	7,83	8,31	15,95	15,28	19,67
D.V.	1,21	0,69	1,72	0,83	0,92
C.V.%	15,45	8,30	10,78	5,43	4,68

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araraquara, 22 de março de 2007.

ISABELLA GAGLIARDI HANEDA