

Juliana Gomes dos Santos

Avaliação da resistência ao
cisalhamento de sistemas para
reparo em metalocerâmicas

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

Orientador: **Profa. Dra. Renata Garcia Fonseca**

ARARAQUARA

2004

Santos, Juliana Gomes dos

Avaliação da resistência ao cisalhamento de sistemas para
reparo em metalocerâmicas / Juliana Gomes dos Santos. –
Araraquara : [s.n.], 2004.
164 f. ; 30 cm.

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

Orientador : Profa. Dra. Renata Garcia Fonseca

1. Resistência ao cisalhamento 2. Ligas metalo-cerâmicas
3. Prótese dentária – Reparo. I. Título

Dados Curriculares

Juliana Gomes dos Santos

NASCIMENTO 23.06.80 - PIRATININGA - SP

FILIAÇÃO José Henrique Gomes dos Santos
Clarice Aparecida Fernandes Gomes dos Santos

1999/2002 Curso de Graduação
Faculdade de Odontologia de Araraquara -
UNESP

2003/2004 Curso de Pós-Graduação em Reabilitação Oral,
nível de Mestrado, Faculdade de Odontologia
de Araraquara - UNESP

DEDICATÓRIA

A ***Deus***, por me conceder força e motivação para esta importante conquista.

Aos meus pais ***José Henrique e Clarice***, pela dedicação, amor, apoio, respeito e por todos os ensinamentos que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Aos meus irmãos ***José Henrique e Ana Luisa***, pelo carinho e amizade que nos manterá sempre unidos independentemente de onde estivermos.

Ao meu namorado ***João Henrique***, pelo amor, compreensão, apoio e companheirismo em todos os momentos.

Dedico com carinho este trabalho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A toda minha família, em especial aos meus ***avós***, meus cunhados ***Alberto e Larissa*** e à minha querida sobrinha ***Lara***.

A José Carlos, Olga e Luis Felipe, minha segunda família.

Obrigada pelo apoio e carinho.

À Profa. Dra. ***Renata Garcia Fonseca***

Pela amizade, confiança e respeito que tornaram nossa convivência sempre agradável e harmoniosa, pelos ensinamentos que muito contribuíram para minha formação profissional e pela paciência e dedicação na orientação deste trabalho.

Muito Obrigada.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, que contribuíram para minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. *Carlos Alberto do Santos Cruz* e ao Prof. Dr. *Gelson Luís Adabo* pelas sugestões que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. *Luís Geraldo Vaz*, pela ajuda na realização dos ensaios mecânicos.

Ao Prof. Dr. *Marcelo Ferraz Mesquita* da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela concessão de equipamento para a realização da metodologia e pela disponibilidade com que me atendeu.

Ao funcionário *Manoel* da disciplina de Prótese Parcial Fixa pela ajuda na execução da metodologia.

Aos funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, que tornaram possível o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os meus colegas de Pós-Graduação e aos meus colegas de turma *Ana Carolina, Ana Paula, Andréa, Anelise, Anne, Daniela, Ewerton, José Maurício, João Gustavo, Karina, Luciano, Mariana, Marcelo, Matheus, Michael e Roberta*, pela convivência e troca de experiências.

Aos funcionários da Pós-graduação, pela prontidão com que sempre me atenderam.

Aos funcionários da Biblioteca, pelo auxílio e orientação quanto às referências.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, na pessoa da Diretora *Profa. Dra. Rosemary Adriana Chiérizi Marcantonio* e do Vice-Diretor *Prof. Dr. José Cláudio Martins Segalla*, pela oportunidade de crescimento profissional concedida.

À CAPES, pelo auxílio financeiro que possibilitou a execução deste trabalho.

A todos que, embora não estejam aqui citados, contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho fosse realizado.

Os meus sinceros agradecimentos.

ΕΠÍΓΡΑΦΕ

“Ponha seu coração, mente, intelecto e alma até mesmo nos menores atos...”

Swami Sivananda

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
REVISÃO DA LITERATURA	20
PROPOSIÇÃO	105
MATERIAL E MÉTODO	107
RESULTADO	122
DISCUSSÃO	131
CONCLUSÃO	144
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICE	157
RESUMO	160
ABSTRACT	163

INTRODUÇÃO

1 Introdução

Mesmo diante do desenvolvimento e crescente emprego de novos sistemas cerâmicos livre de metal³² e de resinas indiretas na confecção de restaurações estéticas, as restaurações metalocerâmicas ainda constituem-se em uma das principais opções nas reabilitações orais^{12,23,26,42,44} graças à resistência mecânica suficiente para resistir às forças mastigatórias, independentemente da extensão e da localização das restaurações^{29,62}.

No entanto, essas restaurações podem sofrer fraturas envolvendo as facetas estéticas. As falhas na cerâmica têm sido reportadas como a segunda maior causa de substituição de restaurações após a cárie dental³⁵. Além disto, estas falhas ocorrem mais freqüentemente em regiões bastante visíveis, comprometendo a estética. Segundo Özcan e Niedemeier⁴⁴, em 2002, 65% das fraturas em metalocerâmicas ocorrem na região anterior, sendo 75% localizadas na arcada superior.

Vários são os motivos de tais fraturas, as quais podem resultar de traumas^{3,12,19,24,35,42,47,52}, ajuste oclusal inadequado^{12,19,24,35,36,42,52}, hábitos parafuncionais^{35,42}, fadiga flexural da estrutura metálica^{35,37,42,44,52}, incompatibilidade do coeficiente de expansão térmica entre cerâmica e estrutura metálica^{25,43}, falhas na união adesiva^{35,36,42}, redução inadequada do preparo dental^{12,19,43,44}, porosidades na cerâmica^{37,42,44} e de forma incorreta da infra-estrutura^{12,19,36,42,44,52}.

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.^{26,35}

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.^{3,24,29,47} 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 pronta substituição, o reparo estaria bem indicado.⁴⁷

Os reparos em restaurações metalocerâmicas visam restabelecer a função e a estética de restaurações que perderam parte de sua estrutura, por meio do emprego de determinados materiais, denominados reparadores.^{3,42} Com o objetivo de promover uma adesão satisfatória entre os materiais reparadores e as superfícies a serem reparadas, tratamentos prévios do substrato (metal e/ou cerâmica) devem ser realizados.⁶² Estes podem ser classificados em tratamentos que promovem retenção mecânica, dos quais fazem parte o jateamento com óxido de alumínio^{8,30,33,34,53,55,64,65,38,51}, a asperização por ponta diamantada^{32,40,56} e o condicionamento com ácido fluorídrico^{33,37,47,49,54,56}, ácido fosfórico^{36,37} ou com flúor fosfato acidulado^{34,63}, tratamentos que promovem adesão química como a silanização^{1,2,6,7,13,27,31,33,39,47,49,55} e a aplicação de primers adesivos⁵⁸ e,

finalmente tratamentos que promovem tanto retenção mecânica quanto adesão química como a deposição de sílica por jateamento convencional^{10,26,42,44,50,57} ou pela utilização de equipamentos específicos^{10,30,38,45} e a eletrodeposição de estanho³⁸. A associação destas modalidades de tratamento é freqüentemente utilizada para melhorar a resistência de união entre o material reparador e a superfície da prótese fraturada.^{1,7,11,13,31,52,61} Entretanto, a indicação do tratamento superficial está na dependência do tipo de fratura ocorrida e, conseqüentemente da superfície a ser reparada.^{26,35}

Concomitantemente ao estudo dos tratamentos de superfície descritos anteriormente, também vêm recebendo atenção especial os materiais reparadores propriamente ditos. Até alguns anos atrás, pelo fato de haver escassez de materiais que possuíssem protocolo definido e específico para reparo em metalocerâmicas, era muito comum empregar, para tal finalidade, diferentes combinações entre sistemas adesivos e resinas compostas disponíveis no mercado para realização de restaurações, associando-as aos mais diversos tratamentos de superfície.^{3,4,5,12,14,15,17-20,22,24-26,29,34,35,37,41,46,48,64} Diante de tantas variáveis e, portanto, de tantas combinações possíveis, e ainda da falta de padronização das metodologias empregadas nos trabalhos de pesquisa, os valores de resistência de união encontrados variam amplamente de 3,0 a 37,4 MPa, ficando difícil estabelecer as melhores opções.^{3,11,12,15,19,23,29,47,52,54-56,60,65}

Mais recentemente, foram lançados materiais como Cojet Sand, Clearfil SE Bond e Bistite II DC, sendo o reparo de metalocerâmicas uma de suas indicações. Desta forma, os mesmos trazem uma seqüência definida de aplicação dos produtos que pertencem aos seus kits. Entretanto, estes sistemas de reparo têm um custo elevado e, além disso, ainda não há estudo suficiente que comprove suas eficácias.

Considerando os benefícios que um reparo, quando bem feito e corretamente indicado, pode trazer e a presença no mercado desses novos materiais com resultados promissores, segundo seus fabricantes, julgou-se oportuno avaliar, em metal e em cerâmica, a resistência de união promovida por alguns sistemas de reparo, comparando-as com a de um protocolo de menor custo.

REVISÃO DA LITERATURA

2 Revisão da literatura

Eames et al.²⁰, em 1977, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência à tração entre porcelana ou metal e resina composta. Para este estudo, foram confeccionadas amostras em liga de ouro (n=80) e em porcelana feldspática (n=640), as quais foram incluídas em resina acrílica e regularizadas com lixa (240). As amostras em metal foram divididas em 2 grupos (n=40), os quais receberam um dos seguintes tratamentos: 1) resina Concise (controle), 2) Sistema Fusion/resina Concise. As amostras em porcelana foram divididas em 16 grupos (n=40), os quais receberam um dos seguintes tratamentos: 3) Fusion/resina Concise, 4) Fusion/resina Den-Mat, 5) Fusion/resina Cervident, 6) Fusion/resina Simulate, 7) Den-Mat/resina Concise, 8) Den-Mat/resina Den-Mat, 9) Den-Mat/resina Cervident, 10) Den-Mat/resina Simulate, 11) adesivo Cervident/resina Cervident, 12) adesivo Simulate/resina Simulate, 13) adesivo Cervident/resina Concise, 14) adesivo Simulate/resina Concise, 15) resina Den-Mat (controle), 16) resina Cervident (controle), 17) resina Simulate (controle), 18) resina Concise (controle). Os tratamentos foram realizados de acordo com as especificações dos fabricantes. A resina composta foi aplicada com o auxílio de uma matriz (7,4 mm de diâmetro). Os corpos-de-prova de cada grupo foram divididos em 4 subgrupos (n=10), os quais foram armazenados nas seguintes condições anteriormente ao teste de tração, que foi realizado em máquina de ensaios

mecânicos: A) a seco (23°C) por 24 horas, B) em água a 37°C por 24 horas, C) em água a 37°C por 7 dias, D) termociclagem por 24 horas (1.2340 ciclos de 6 segundos – 2° e 60°C). No metal, o sistema Fusion (Grupo 2) não promoveu aumento na resistência de união, sendo igual ao Grupo controle. Na porcelana, os Grupos 3, 4, 5 e 6, que foram tratados com o sistema Fusion, foram iguais entre si e promoveram resultados superiores aos demais grupos. O sistema Den-Mat (Grupos 7, 8, 9 e 10) e os adesivos Cervident (Grupos 11 e 13) e Simulate (Grupos 12 e 14), foram iguais entre si e superiores aos Grupos controle (15, 16, 17 e 18). A falha coesiva da porcelana predominou apenas nos grupos tratados com o sistema Fusion. Os demais grupos apresentaram falha adesiva.

Newburg e Pameijer³⁹, em 1978, avaliaram o efeito do silano e da termociclagem na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Para este estudo, incisivos centrais artificiais em porcelana foram incluídos em resina acrílica de forma que a face lingual ficasse exposta formando, assim, amostras em porcelana. Todas estas amostras foram condicionadas com ácido fosfórico 33%, anteriormente aos tratamentos de superfície. O silano utilizado neste estudo foi uma solução aquosa de 0,5% de γ - metacriloxipropil trimetoxisilano. Esta solução sempre era hidrolisada com 0,05 ml de ácido acético por 10 ml de solução 1 hora antes de sua utilização (silano novo). As amostras foram divididas em grupos, os quais

receberam um dos seguintes tratamentos: 1) resina Nuva-Fill (controle), 2) silano novo/resina Nuva-Fill, 3) silano novo/resina Adaptic, 4) silano novo/resina Nuva-Fill/termociclagem, 5) silano novo/resina Adaptic/termociclagem, 6) silano hidrolisado há duas semanas/resina Nuva-Fill, 7) silano hidrolisado há duas semanas/resina Adaptic. A resina composta foi aplicada sobre a porcelana tratada com o auxílio de uma matriz (4,0 mm de diâmetro). O teste de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios mecânicos. Os Grupos 2 e 3 foram iguais entre si e superiores ao Grupo 1. Para o Grupo 4, a termociclagem não influenciou na média dos resultados, sendo esta estatisticamente igual ao Grupo 2. Já no Grupo 5, a ciclagem térmica reduziu os valores da resistência de união, sendo este significativamente inferior ao Grupo 3. Nos Grupos 6 e 7, a solução de silano hidrolisada e armazenada por duas semanas não promoveu a união das resinas compostas com a porcelana, apresentando resultados iguais a zero.

Simonsen e Calamia⁵³, em 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.

Ferrando et al.²², em 1983, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência à tração e na microinfiltração entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 200 cilindros (14,0 mm de diâmetro e 3,25 mm de espessura) em porcelana feldspática (Will-Ceram). Estes foram asperizados com ponta diamantada e divididos em 5 grupos (n=40), os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo: 1) Adaptic (controle), 2) Cyano-Veneer, 3) Den-Mat, 4) Enamelite 500, 5) Fusion. Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes. As amostras tratadas receberam a resina composta de cada material com o auxílio de uma matriz (6,25 mm de diâmetro e 2,00 mm de altura). Metade das amostras de cada grupo (n=20) foi armazenada em água a 37 °C por 1 semana e a outra metade foi armazenada nas mesmas condições por 4

semanas. Após os períodos de armazenamento, foi realizado o teste de tração e a análise da microinfiltração. Para o teste de tração foram utilizados 100 corpos-de-prova, sendo estes a metade das amostras de cada condição de armazenamento ($n=10$). O teste foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (Instron) com velocidade de 5,0 mm/min. Para a análise da microinfiltração, também foram utilizados 100 corpos-de-prova, sendo estes a metade das amostras de cada condição de armazenamento ($n=10$). Após o armazenamento, os corpos-de-prova foram colocados em solução de fucsina básica 0,5% por 24 horas para que a interface entre resina composta e porcelana fosse corada em caso de microinfiltração. Os corpos-de-prova foram seccionados diametralmente em segmentos (0,88 mm) e analisados em microscopia óptica com aumento de 7 vezes. Tanto para a resistência à tração quanto para a microinfiltração, não houve diferença estatística para os resultados de um mesmo grupo quando os dois períodos de armazenamento foram comparados. Em relação à resistência à tração, o Grupo 4 foi superior aos demais grupos. O Grupo 5 foi superior aos Grupos 1, 2 e 3, os quais foram iguais entre si. Apenas no Grupo 4 predominou a falha coesiva da porcelana, sendo que nos demais grupos predominou a falha adesiva. Em relação à microinfiltração, o maior índice foi observado no Grupo 2, o qual apresentou microinfiltração significativamente maior que os demais grupos. O Grupo 1 apresentou índice de microinfiltração igual ao Grupo 5 e superior aos Grupos 3 e 4. Os Grupos 2, 3 e 4 foram iguais entre si. Segundo os

autores, o sistema Enamelite 500 seria o material de escolha para a realização de reparo em restaurações de porcelana por apresentar boa resistência de união, falha coesiva da porcelana e baixo índice de microinfiltração.

Calamia e Simonsen⁷, em 1984, avaliaram o efeito de silanos na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Foram confeccionadas 40 amostras em porcelana feldspática, as quais foram divididas em 4 grupos (n=10) e receberam um dos seguintes tratamentos: 1) ácido fluorídrico por 20 minutos/resina composta, 2) ácido fluorídrico por 20 minutos/silano1/resina composta, 3) ácido fluorídrico por 20 minutos/silano 2/resinacomposta, 4) silano 2/resina composta. O teste de tração foi realizado em máquina de ensaios mecânicos. As médias dos resultados dos 4 grupos foram: Grupo 1(11,46 MPa), Grupo 2 (11,30 MPa), Grupo 3 (14,33 MPa) e Grupo 4 (8,26 MPa). O Grupo 3 foi estatisticamente superior aos demais grupos. Os Grupo 1 e 2 foram iguais entre si e superiores ao Grupo 4. Segundo os autores, o condicionamento com o ácido fluorídrico e a silanização são importantes para a resistência de união entre porcelana e resina composta, principalmente quando utilizados em associação.

Nayyar et al.⁴⁰, em 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 corpos-de-prova 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, em 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 aluminizada (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.

Bello et al.⁵, em 1985, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência à tração e na microinfiltração entre porcelana e resina composta. Para este estudo, foram confeccionados 160 discos (14,0 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura) em porcelana feldspática (Will-Ceram). Todas as amostras tiveram uma de suas superfícies asperizadas com ponta diamantada. Na outra superfície das amostras que seriam utilizadas no teste de tração (n=80) foram feitas duas fendas para que estas fossem presas na máquina de ensaios mecânicos. As amostras utilizadas no teste de tração (n=80) e na análise da microinfiltração (n=80) foram divididas em 4 grupos (n=20), os quais receberam um dos sistemas de reparo: 1) Enamelite 500, 2) Enamelite 500 Plus, 3) Den-Mat Porcelain Repair, 4) Silanit. Os sistemas

foram aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. No centro da superfície tratada das amostras do teste de tração, foi posicionado um pino metálico (1,8 mm de diâmetro e 25,0 mm de altura) e a resina composta de cada sistema foi aplicada ao redor deste com o auxílio de uma matriz (6,35 mm de diâmetro e 2,00 mm de espessura). Este pino foi utilizado para prender a outra extremidade do corpo-de-prova na máquina de ensaios mecânicos. Nas amostras para a análise da microinfiltração, a resina composta de cada sistema também foi aplicada com o auxílio da mesma matriz, mas sem a presença do pino metálico. Metade das amostras de cada grupo (n=10) foi armazenada em água a 37°C por 1 semana até a realização do teste em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 5,0 mm/min. A outra metade foi armazenada nas mesmas condições descritas acima por 4 semanas, anteriormente ao ensaio mecânico. Para a análise da microinfiltração, as amostras também foram armazenadas nas mesmas condições e nos mesmos períodos descritos acima. Após o armazenamento, estas foram colocadas em fucsina básica 0,5% por 24 horas para que uma possível fenda na interface de união fosse corada. Todas as amostras foram cortadas diametralmente em vários segmentos (1,0 mm de espessura) para a análise em microscópio óptico com aumento de 70 vezes. No ensaio de tração, os resultados após 1 e 4 semanas de armazenamento foram, respectivamente: Grupo 1 (10,28 e 12,57 MPa), Grupo 2 (9,00 e 10,12 MPa), Grupo 3 (4,75 e 7,32 MPa), Grupo 4 (13,90 e 9,28 MPa). Após 1

semana, os Grupos 1, 2 e 4 foram estatisticamente iguais entre si. A resistência de união dos Grupos 1, 2 e 3 aumentaram com o maior tempo de armazenamento. No Grupo 4, a resistência diminuiu após 4 semanas de armazenamento. Em relação à microinfiltração, após 1 semana de armazenamento, os Grupos 1, 2 e 3 apresentaram os menores índices, os quais se mantiveram constantes após 4 semanas. Já para o Grupo 4, a microinfiltração após 1 semana apresentou o índice bem maior que os dos demais grupos, sendo que este aumentou após 4 semanas de armazenamento.

O'kay et al.⁴¹, em 1987, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência ao cisalhamento entre metal ou porcelana e resina composta. Foram confeccionados cilindros (9,0 mm de diâmetro) em porcelana feldspática (Ceramic II ou Microbond) e em metal (ligas de níquel-cromo, cobre-paládio, paládio-prata, ouro-paládio e ouro). As amostras foram regularizadas com lixa (320) e os seguintes sistemas de reparo foram utilizados: 1) Porcelite (apenas nas amostras em porcelana), 2) Scotchprime (apenas nas amostras em porcelana), 3) Goldlink (apenas nas amostras em metal). Cilindros em resina composta pré-polimerizada (6,0 mm de diâmetro e 8,0 mm de altura) foram unidos a todas as amostras de acordo com as especificações do fabricante de cada sistema. Metade dos corpos-de-prova de cada grupo foi armazenada a seco em temperatura de 23°C durante 1 dia,

até a realização do teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,125 mm/min. A outra metade foi armazenada em água destilada a 37°C durante 1 dia, anteriormente ao ensaio mecânico. Nos grupos armazenados a seco, os corpos-de-prova tratados com Porcelite apresentaram fratura coesiva da porcelana com média de 10,00 MPa. A resistência de união deste grupo diminuiu para 2,28 MPa quando os corpos-de-prova foram armazenados em água. Nesta condição de armazenamento predominou a falha adesiva. Já os corpos tratados com Scotchprime apresentaram a mesma resistência de união (13,45 MPa) e fratura coesiva da porcelana nas duas condições de armazenamento. Os grupos tratados com Goldlink obtiveram resultados diferentes para os diversos substratos nas duas condições de armazenamento, sendo que estes variaram entre 2,70 e 9,27 MPa quando os corpos foram armazenados a seco e, entre 0,83 e 7,52 MPa quando os corpos foram armazenados em água. Nos grupos em metal predominou a falha adesiva.

Thomas et al.⁵⁹, em 1987, avaliaram o efeito da termociclagem e da silanização na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionadas 68 amostras em forma de placas quadrangulares (16,0 mm x 16,0 mm x 3,0 mm) em porcelana feldspática (Ceramco). Estas foram condicionadas com ácido fluorídrico por 2,5 minutos. Apenas metade das amostras (n=34) receberam o silano (Fusion). Sobre

todas as amostras foi aplicada resina composta (Silar), a qual foi fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (2,7 mm de diâmetro). Um cilindro de níquel-cromo foi unido à resina composta, o qual foi preso à máquina de ensaios mecânicos para a realização do teste de tração. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 7 dias. Metade das amostras silanizadas (n=17) e metade das amostras que não receberam o silano (n=17) foram submetidas ao teste de tração em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. A outra metade das amostras de cada grupo foi termociclada (100 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C), anteriormente ao teste mecânico. As amostras silanizadas não termocicladas (19,3 MPa) apresentaram resistência de união significativamente maior que as amostras não silanizadas que sofreram ciclagem térmica (9,8 MPa). Já as amostras não silanizadas que não foram termocicladas (14,0 MPa) apresentaram média de resultados igual a do grupo silanizado que sofreu termociclagem (13,9 MPa). Todos os grupos apresentaram falha coesiva da porcelana. Segundo os autores, a termociclagem reduz a resistência à tração entre porcelana e resina composta. Já a silanização não promove aumento significativo da resistência.

Stangel e Nathason⁵⁵, em 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/adensivo (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.

Thomas et al.⁶⁰, em 1988, avaliaram o efeito de silanos na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Foram confeccionadas 80 amostras, em forma de placas quadrangulares (9,5 mm x 9,5 mm x 3,0 mm) em porcelana feldspática (Ceramco). Estas foram

condicionadas com ácido fluorídrico por 2,5 minutos e divididas em 4 grupos, os quais receberam um dos seguintes silanos: 1) Fusion, 2) Porcelain Repair Primer, 3) Prilane, 4) Cerinate Prime. A resina composta Silar foi aplicada sobre todas as amostras com o auxílio de uma matriz (2,7 mm de diâmetro) e fotopolimerizada no local. Sobre a resina composta, foi unido um cilindro de metal, o qual foi preso à máquina de ensaios mecânicos para a realização do teste de tração. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, termociclados (100 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C) e submetidos ao teste de tração em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. As médias dos resultados foram: Grupo 1 (9,05 MPa), Grupo 2 (5,84 MPa), Grupo 3 (7,39 MPa), Grupo 4 (7,70 MPa). Não houve diferença significativa entre os grupos.

Lüthy et al.³⁸, em 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.

Cochran et al.¹⁴, em 1988, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência à tração entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 340 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) em níquel-cromo, estando estes presos a uma haste de 7,0 mm, a qual foi utilizada para prender os corpos-de-prova na máquina de ensaios mecânicos. Sobre os cilindros foi aplicada uma camada (1,5 mm) de porcelana feldspática (Ceramco). Destas amostras, 140 foram glazeadas e

200 foram asperizadas com ponta diamantada. As amostras de cada tratamento de superfície foram divididas em pares: glazeadas (n=70 pares), asperizadas (n=100 pares). Os pares de amostras foram, ainda, divididos em grupos, os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo: 1) Scotchprime/Scotchbond/Silux (n=20 glazeados e 20 asperizados), 2) Porcelain Repair/Bondlite/Herculite XRV (n=20 glazeados e 20 asperizados), 3) Silanit//Heliobond/Heliosit (n=10 glazeados e 20 asperizados), 4) Cerinate Prime/Ultrabond (n=10 glazeados e 20 asperizados), 5) Fusion/Scotchbond/Silux (n=10 glazeados e 20 asperizados). Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes. Cada par de amostras foi unido com a resina composta do grupo ao qual pertencia. Para a aplicação da resina foi utilizada uma matriz (5,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura), a qual estabilizou o conjunto no momento da fotopolimerização. Metade dos corpos-de-prova asperizados (n=50) e 10 corpos-de-prova glazeados de cada grupo (n=50) foram submetidos ao teste de tração em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,762 mm/min após 5 minutos da confecção dos mesmos. Os demais corpos-de-prova (20 glazeados e 50 asperizados) foram armazenados em água a 37°C por 1 semana e termociclados (2.500 ciclos de 1 minuto – 5° e 45°C), anteriormente ao ensaio mecânico. Após 5 minutos, não houve diferença entre os grupos quando a superfície foi asperizada com ponta diamantada. Na porcelana glazeada, os Grupos 1 e 2 foram superiores aos demais

grupos, os quais foram iguais entre si. Após 7 dias de armazenamento e termociclagem associados à superfície asperizada com ponta diamantada, os Grupos 1, 2 e 3 foram iguais entre si e superiores aos Grupos 4 e 5. Nos corpos asperizados com ponta diamantada, o armazenamento por 7 dias e a termociclagem promoveram aumento significativo nos Grupos 1, 2 e 3, quando comparados aos resultados após 5 minutos. Comparando os corpos glazeados aos asperizados após armazenamento e termociclagem, o Grupo 1 obteve maior resistência de união para os corpos asperizados. O Grupo 2 não apresentou diferença estatística entre os tratamentos de superfície.

Gregory et al.²⁵, em 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 armazenameto, 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.³⁴, em 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 foi aplicado 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.

Bailey⁴, em 1989, avaliou o efeito de sistemas de reparo na resistência à flexão entre porcelana e resina composta. Para este estudo, foram confeccionadas 80 amostras, em forma de barras (15,0 mm x 4,0 mm x 1,5 mm) em porcelana feldspática (Vita). Destas, 60 foram colocadas em água destilada a 37°C por 7 dias, para que ocorresse a hidratação do material. As 20 amostras restantes foram mantidas em ambiente seco. Todas as amostras foram cortadas ao meio, ficando com as seguintes dimensões: 7,5 mm x 4,0 mm x 1,5 mm (160 fragmentos). Os fragmentos foram asperizados com ponta diamantada e divididos em 4 grupos (n=40), sendo estes compostos por 30 fragmentos hidratados e 10 fragmentos secos. Cada grupo recebeu um dos seguintes sistemas de reparo: 1) Scotchprime, 2) Fusion, 3) Ultrafine, 4) Dent Mat Ultrabond. Os Grupos 1, 2 e 3 receberam a resina composta Silux e o Grupo 4, a resina composta Ultrabond. Para a realização do reparo, foi utilizada uma matriz com as dimensões iniciais das amostras em porcelana (15,0 mm x 4,0 mm x 1,5 mm), sendo o fragmento posicionado no interior desta, ocupando metade de sua dimensão, e o restante preenchido com resina composta, a qual foi fotopolimerizada no local. Após a confecção, os corpos-de-prova foram polidos com lixa (240) para a regularização da superfície reparada. Aqueles confeccionados com os

fragmentos hidratados foram armazenados em água a 37°C por 24 horas até a realização do teste de flexão em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 3x10² mm/min. Já os corpos confeccionados com os fragmentos não hidratados foram mantidos a seco em temperatura ambiente até a realização do teste. Os resultados obtidos pelos corpos-de-prova armazenados a seco e hidratados foram, respectivamente: 1 (235,56 e 219,09 MPa), 2 (246,35 e 189,18 MPa), 3 (324,41 e 136,61 MPa) 4 (217,22 e 95,13 MPa). Os Grupos 1, 2 e 3 foram iguais entre si e superiores ao Grupo 4 nas duas condições de armazenamento. Os Grupos 3 e 4 apresentaram redução significativa em seus resultados, em relação aos corpos-de-prova seco, quando foram hidratados. Já os Grupos 1 e 2 não apresentaram redução em suas médias quando os corpos secos e hidratados foram comparados.

Diaz-Arnold et al.¹⁸, em 1989, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Foram confeccionados 288 discos (10,0 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura) em porcelana (Vita VMK 68). Os cilindros foram regularizados com lixa (220) e limpos em ultrassom com solução de metanol 99,8%. Apenas metade das amostras (n=144) recebeu o glaze. Todas as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas até a realização do reparo. Para a aplicação dos sistemas, as amostras com e sem o glaze foram divididas em 6 grupos (n=12): 1) Scotchprime/resina Silux, 2)

Fusion/resina Command Ultrafine, 3) Cerinate Prime/resina Ultra-Bond, 4) (controle) resina Silux, 5) (controle) resina Command Ultrafine, 6) (controle) resina Ultra-Bond. Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes. Para a aplicação da resina composta, foi utilizada uma matriz (2,3 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura). Nos grupos controle, a resina composta foi aplicada diretamente sobre a porcelana, sem nenhum tratamento prévio. Metade dos corpos-de-prova de cada grupo foi armazenada em água destilada a 37°C por 2 dias até a realização do teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 5,0 mm/min. A outra metade foi armazenada nas mesmas condições descritas acima por 30 dias anteriormente à realização do ensaio mecânico. Para os corpos-de-prova que não receberam o glaze, tanto após 2 dias quanto após 30 dias, o melhor resultado foi obtido pelo Grupo 1, o qual foi superior aos demais grupos e ao seu controle (4). O Grupo 2 foi melhor que o Grupo 3 e que o seu controle (5). O Grupo 3 apresentou os menores resultados, sendo igual ao seu controle (6). A falha coesiva da porcelana predominou nos Grupos 1 e 2, sendo que os demais grupos apresentaram falha adesiva. Para os corpos-de-prova glazeados, tanto após 2 dias quanto após 30 dias, o Grupo 1 foi superior aos demais grupos e ao seu controle (4). Os demais grupos foram iguais entre si e aos seus controles. A falha coesiva da porcelana predominou apenas no Grupo 1, sendo que nos demais grupos houve predomínio de falha adesiva. No Grupo 1 não houve diferença de

resultados em relação aos tratamentos de superfície (com e sem glaze). Nos demais grupos, o tratamento com o glaze promoveu redução significativa nas médias. Em relação ao tempo de armazenamento, apenas os Grupos 1, 2 e 5 sem o glaze não reduziram suas médias após 30 dias.

Senda et al.⁵¹, em 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.

Pratt et al.⁴⁸, em 1989, avaliaram o efeito de sistemas de reparo na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Para este estudo, foram confeccionados 120 discos em metal, sobre os quais foi aplicada uma camada (1,0 mm) de porcelana feldspática (Vita). As amostras foram asperizadas com ponta diamantada e divididas em 6 grupos (n=20), os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo: 1) Scotchprime, 2)

Silanit, 3) Ultrabond, 4) Enamelite 500, 5) Ceram-Etch, 6) Porcelite. Os sistemas foram aplicados de acordo com as especificações dos fabricantes, sendo que a resina composta de cada material foi fotopolimerizada com o auxílio de uma matriz de teflon (3,23 mm de diâmetro). Metade dos corpos-de-prova de cada grupo foi armazenada em água a 37°C por 48 horas, termociclada (500 ciclos – 6° e 66°C) e submetida ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 2,0 mm/min. A outra metade dos corpos-de-prova foi armazenada nas mesmas condições descritas acima, só que por 3 meses, anteriormente à termociclagem e ao teste mecânico. Após 48 horas de armazenamento, os Grupos 1 e 6 foram iguais entre si e superiores aos demais grupos. Os Grupos 2 e 5, e os Grupos 3 e 4 foram iguais entre si, sendo que os primeiros apresentaram resultados estatisticamente maiores. A falha coesiva da porcelana predominou em todos os grupos, com exceção do Grupo 3 que apresentou falha adesiva. Após 3 meses, o Grupo 1 foi superior aos demais grupos, os quais foram iguais entre si. A falha adesiva predominou nos Grupos 2, 3, 5 e 6. O Grupo 1 apresentou falha coesiva da porcelana e o Grupo 4 apresentou falhas mista e coesiva na mesma proporção. A redução dos resultados após 3 meses de armazenamento foi significativa em todos os grupos.

Diaz-Arnold e Aquilino¹⁷, em 1989, avaliaram o efeito do estresse térmico na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina

composta após a utilização de quatro sistemas de reparo. Neste estudo, foram confeccionados 100 discos (10,0 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). As amostras foram regularizadas com lixa (220), limpas e armazenadas em água a 37°C durante 24 horas até a aplicação dos sistemas de reparo. Para isso, as amostras foram divididas em 5 grupos (n=20): 1) Command Ultrafine, 2) Enamelite 500, 3) Scotchprime, 4) Fusion (associados ao adesivo Bondlite e à resina composta Command Ultrafine), 5) Fusion (associado ao adesivo Scotchbond e à resina composta Silux). Os sistemas foram aplicados de acordo com a recomendação dos fabricantes. A resina composta de cada sistema foi fotopolimerizada com o auxílio de uma matriz (2,3 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura). Metade dos corpos-de-prova de cada grupo foi armazenada em água a 37°C por 24 horas, termociclada (1.776 ciclos de 97 segundos – 5° e 60°C) e submetida ao teste em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 5,0 mm/min. A outra metade foi armazenada nas mesmas condições descritas acima por 72 horas anteriormente ao ensaio mecânico. Os resultados após 72 horas de armazenamento e após termociclagem foram, respectivamente: 1 (17,32 e 11,74 MPa), 2 (17,80 e 6,79 MPa), 3 (15,88 e 12,90 Mpa), 4 (10,34 e 3,23 MPa), 5 (14,88 e 7,41 MPa). Após 72 horas, os Grupos 1, 2, 3 e 5 foram iguais entre si e superiores ao Grupo 4. Em todos os grupos predominou a falha coesiva da porcelana. Após a termociclagem, os Grupos 1 e 3 foram iguais entre si, apresentando os

melhores resultados. Os Grupos 2 e 5 foram estatisticamente iguais e superiores ao Grupo 4. A falha coesiva da porcelana predominou nos Grupos 1 e 3. O Grupo 5 apresentou falha mista e os Grupos 2 e 4 apresentaram falha adesiva. Para todos os materiais o estresse térmico diminuiu a resistência de união, com exceção do Grupo 3, o qual apresentou resultados iguais com e sem termociclagem.

Gregory e Moss²⁴, em 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.

Edris et al.²¹, em 1990, avaliaram o efeito de condicionamentos ácidos na morfologia superficial de três porcelanas. Para este estudo, foram confeccionadas amostras em forma de placas quadrangulares (12,0 mm x 12,0 mm x 1,0 mm) com 3 diferentes porcelanas feldspáticas (n=12): Mirage, Vita VMK e Ceramco. Metade das amostras de cada porcelana recebeu um dos seguintes tratamentos (n=6): jateamento com óxido de alumínio ou glaze. As amostras de cada tratamento foram ainda divididas em 3 subgrupos, de acordo com os diferentes condicionamentos ácidos (n=2): 1) Super Etch (ácido nítrico, ácido hidrocloreídrico e ácido fluorídrico) durante 90

segundos, 2) Stripit (ácido fluorídrico e ácido sulfúrico) durante 2 minutos; 3) Flúor fosfato acidulado (fluoreto de sódio, ácido fluorídrico e ácido fosfórico) durante 10 minutos. Todas as amostras foram observadas em microscopia eletrônica e as fotomicrografias foram analisadas quanto à morfologia das superfícies condicionadas. O ácido Super Etch promoveu poros e canais nas superfícies das porcelanas que variaram de 0,5 a 12,0 μm . Estes foram mais profundos na porcelana Ceramco e mais numerosos na porcelana Mirage. O ácido Stripit promoveu alterações na superfície das 3 porcelanas semelhantes ao ácido Super Etch. O flúor fosfato acidulado promoveu as menores alterações morfológicas com apenas um aumento na rugosidade da superfície. O condicionamento ácido nas amostras que receberam o glaze foi menos efetivo do que nas amostras jateadas com óxido de alumínio.

Sorensen et al.⁵⁴, em 1991, avaliaram o efeito de tratamentos de superfície na resistência ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica. Neste estudo, foram confeccionados 360 discos (9,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura) com diferentes cerâmicas (n=40): VMK – Vita VMK 68 (feldspática), VTN – Vitadur N (reforçada por alumina), HCC – Hi-Ceram Core (reforçada por alumina), HCW – Hi-Ceram Core Wash (reforçada por alumina), MIR – Mirage (feldspática), OPT – Optec (reforçada por leucita), CRN – Cerinate (feldspática), GCA – G-Cera (feldspática), CER – Ceramco II (feldspática). A superfície dos discos foi jateada com óxido de

alumínio 50 μm (40 psi) e as amostras de cada cerâmica foram divididas em 4 subgrupos ($n=10$), os quais receberam um dos seguintes tratamentos: 1) (controle) sem tratamento, 2) silano, 3) ácido fluorídrico 20% por 3 minutos, 4) ácido fluorídrico 20% por 3 minutos e silano. Sobre as amostras tratadas aplicou-se resina composta, a qual foi fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (3,65 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura). Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C durante 7 dias, termociclados (1.000 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C) e submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos a uma velocidade de 1,25 mm/min. O tratamento com o ácido fluorídrico aumentou a resistência de união das porcelanas feldspáticas e das cerâmicas reforçadas por alumina, exceto nos Grupos GCA e HCW. A aplicação do silano após o condicionamento ácido não promoveu aumento na resistência de união em nenhuma das cerâmicas testadas. O tratamento apenas com o silano promoveu resultados semelhantes aos dos Grupos controle (sem tratamento), com exceção do Grupo MIR. Após o tratamento com o ácido fluorídrico, o qual promoveu os melhores resultados, as cerâmicas OPT (19,35 MPa), MIR (18,75 MPa) e CRN (17,38 MPa) foram iguais entre si e estatisticamente superiores que as cerâmicas GCA (12,70 MPa), CER (11,99 MPa), HCC (11,45 MPa), VMK (10,88 MPa), VTN (10,81 MPa) e HCW (9,37MPa).

Wolf et al.⁶⁴, em 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.

Llobell et al.³⁷, em 1992, avaliaram a eficácia de sistemas de reparo por meio do teste de fadiga. Para este estudo, foram confeccionados 120 discos metálicos (Litecast B). Sobre 60 deles foi aplicada uma camada (1,2 mm) de porcelana feldspática (Vita VMK 68). Sobre a porcelana, foi realizado um dos seguintes tratamentos (n=5): 1) (controle: sem tratamento mecânico) Enamelbond/Silux, 2) ácido fluorídrico 9,5%/Prilane/Scotchbond

2/Silux, 3) ácido fluorídrico 9,5%/Prilane/Enamelbond/Silux, 4) ácido fluorídrico 8%/Porcelain Primer/Dentin-Enamel Bonding/Silux, 5) ácido fluorídrico 8%/Porcelain Primer/Dentin-Enamel Bonding/Bis-Fil, 6) ácido fosfórico 40%/Clearfil/Silux, 7) ácido fosfórico 40%/Clearfil/Herculite XR, 8) ácido fosfórico 37%/Scotchprime/Scotchbond 2/Silux, 9) jateamento com Rocatec-Pre/Rocatec-Plus/Rocatec-Sil/Visio-Bond/Visio-Fil, 10) ácido fosfórico 37%/Porcelain Primer/Command Bonding/Herculite XR, 11) asperização com ponta diamantada/ Silibond/Multifil VS, 12) ácido fosfórico 37%/Monobond S/heliobond/Heliomolar. Sobre a superfície dos demais 60 discos metálicos, foi realizado o jateamento com óxido de alumínio (50 μ m). Os discos metálicos que receberam a porcelana tratada foram unidos aos discos jateados por meio de uma camada (1,0 mm) de resina composta (citada em cada um dos tratamentos acima), a qual foi fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz de silicone, que promoveu a estabilidade do conjunto. No ensaio mecânico, o corpo-de-prova que estava preso por suas extremidades (discos metálicos), foi submetido a constantes tensões de tração (10,3 MPa) e de compressão (10,3 MPa), com frequência de 30 Hz, num total de 2.000.000 ciclos ou até a fratura do corpo. Os tratamentos cujas amostras não fraturaram após os 2.000.000 ciclos foram: 5 (todas as amostras), 7 (todas as amostras), 3 (4 amostras) e 10 (1 amostra). O Grupo controle fraturou após 251 ciclos. Na análise estatística, os tratamentos foram reunidos em 2 grupos: A (médias entre 1.468.837 e mais de 2.000.000

ciclos): Grupos 3, 5, 6 e 7; B (médias entre 70,2 e 703.987 ciclos): Grupos 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 12. O Grupo A apresentou resistência significativamente maior que o B. Os Grupos 5 e 7 não apresentaram fratura. No Grupo 3 apenas uma amostra fraturou, sendo a falha adesiva. O Grupo 6 apresentou falha coesiva da resina composta. A falha adesiva predominou nos Grupos 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11 e 12.

Hayakawa et al.²⁷, em 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, em 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 e Thompson³⁰, em 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 – Fimalay), 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 ultrason. A massa perdida foi convertida em volume (mm^3), 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 ultrason 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 ultrason, 5) jateamento com óxido de alumínio/jateamento com sílica/limpeza em ultrason, 6) jateamento com óxido de alumínio/limpeza em ultrason/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 ultrason foi sempre realizada com etilacetato durante 10 minutos. A composição da superfície no 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 mm³), CoCr (0,184 e 0,208 mm³), AuAgCu (0,244 e 0,307 mm³). 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 mm³), AuAgCu (0,163 e 0,301 mm³). 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 ultrasom. O jateamento com sílica promoveu uma superfície metálica recoberta com sílica. No entanto, grande parte dessas partículas foram removidas com a limpeza em ultrasom. 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 ultrasom 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 ultrasom não influenciou na concentração de sílica. Já

na liga de AuAgCu, a concentração de sílica diminuiu após a limpeza em ultrassom.

Wolf et al.⁶⁵, em 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). As amostras foram divididas 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). As amostras do Grupo 2 foram limpas com ácido fosfórico 35% após o jateamento. A rugosidade da superfície das amostras 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 as amostras. Uma camada (1,0 mm) de resina composta (HerculiteXRV) foi aplicada sobre a porcelana e fotopolimerizada. Os corpos-de-prova 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 das amostras condicionadas 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). As amostras tratadas 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, em 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. As amostras foram regularizadas 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 corpos-de-prova 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.

Suliman et al.⁵⁶, em 1993, avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície e agentes de união na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Para este estudo, foram confeccionados 60 discos (10,0 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68), os quais foram polidos com lixa (600). As amostras foram divididas em 4 grupos (n=15), os quais receberam 1 dos seguintes tratamentos: 1) asperização com ponta diamantada, 2) ácido fluorídrico 9,6% durante 2 minutos, 3) jateamento com óxido de alumínio (50 µm) por 15 segundos, 4) asperização com ponta diamantada e ácido fluorídrico 9,6% durante 2 minutos. Um agente silano (Pulpdent) foi aplicado sobre todas as amostras. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos (n=5), os quais receberam um dos seguintes sistemas adesivos: Amalgambond, All Bond 2 ou Clearfil Porcelain Bond. Após a aplicação dos sistemas, cilindros (3,96 mm de diâmetro) em resina composta (Prisma APH) foram

polimerizados sobre a superfície da porcelana. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 1 semana, termociclados (500 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C) e submetidos ao teste em máquina de ensaios mecânicos (Instron) com velocidade de 5,0 mm/min. Para cada sistema adesivo estudado, o tratamento com o ácido fluorídrico, associado ou não à asperização com ponta diamantada, demonstrou os maiores valores. No entanto, não houve diferença estatística entre os tratamentos de superfície. O sistema Clearfil Porcelain Bond (17,78 MPa) promoveu resultados estatisticamente iguais aos do Sistema All Bond 2 (14,98 MPa) e superiores aos do sistema Amalgambond (13,40 MPa). Os sistema All Bond 2 e Amalgambond foram iguais entre si. Em todos os grupos houve predomínio de falha coesiva da porcelana.

Diaz-Arnold et al.¹⁹, em 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 ultrassom 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 corpos-de-prova 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 corpos-de-prova 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.

Tylka e Stewart⁶³, em 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

metalo-cerâmicas 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 corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 1 semana até a realização do teste de torção, no qual o corpo-de-prova 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.⁶¹, em 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/silano. Após os tratamentos, cilindros em resina composta (Bis-Fil) pré-polimerizada foram unidos à porcelana. Metade dos corpos-de-prova 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.

Czern et al.¹⁵, em 1995, avaliaram o efeito de sistemas adesivos na resistência ao cisalhamento entre metal e resina composta. Foram confeccionadas 50 amostras em liga de níquel-cromo-berílio (Rexullium III), as quais foram regularizadas com lixa (600). Estas foram jateadas com óxido de alumínio (50 μ m) durante 10 segundos, com pressão de 80 psi. As amostras foram divididas em 5 grupos (n=10), os quais receberam um dos seguintes sistemas adesivos: 1)Optibond, 2) All Bond 2, 3) Prisma Universal Bond 3, 4) Restobond 4, 5) Amalgambond Plus com

HPA. Os agentes de união foram aplicados sobre a superfície metálica sem condicionamento prévio com ácidos. Foi aplicada então, a resina composta (Herculite XRV), a qual foi fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (5,1 mm de diâmetro). Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 5 dias, termociclados (500 ciclos de 1 minuto – 6° e 60°C) e submetidos ao teste em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. A maior resistência de união foi obtida pelo Grupo 5 (18,8 MPa), seguido dos Grupos 2 (14,3 MPa), 1 (14,0 MPa), 3 (12,5 MPa) e 4 (10,3 MPa). O Grupo 5 apresentou resistência significativamente maior que os demais grupos. Nos demais grupos houve diferença estatística apenas entre 2 e 4.

Aida et al.², em 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 ultrassom 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 ultrasom 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 corpos-de-prova 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 corpos-de-prova 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 ultrassom, promoveu a maior rugosidade na superfície da porcelana em comparação aos demais tratamentos realizados. Segundos os autores, a utilização do silano é importante na resistência de união entre a porcelana feldspática e a resina composta.

Pameijer et al.⁴⁷, em 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 (10,0mm 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 μ m), 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 (Amelogen) 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 (Scotch Prime)/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.³³, em 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 corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C. Metade dos corpos-de-prova (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 corpos-de-prova 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.

Reis et al.⁴⁹, em 1997, avaliaram a resistência ao cisalhamento entre a resina composta e a cerâmica após diferentes tratamentos de superfície. Neste estudo, foram confeccionados 20 discos (7,0 mm de diâmetro e 5,5 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68) e 20 discos (7,0 mm de diâmetro e 6,0 mm de espessura) em resina composta híbrida (Prisma TPH). As amostras em porcelana foram divididas em 4 grupos, de acordo com o tratamento realizado: Grupo1 - ácido

fluorídrico/silano/adesivo (Mult Bond Alfa); Grupo 2 - ácido fluorídrico/adesivo, Grupo 3 - silano/adesivo, Grupo 4 – adesivo. O cilindro de resina composta foi aderido ao cilindro de porcelana por meio de fotoativação do adesivo. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 7 dias, quando realizou-se, então, o teste em máquina de ensaios mecânicos (Kratos). Não houve diferença significativa entre os Grupos 1, 2 e 3. Apenas o Grupo 4 apresentou resultados inferiores em relação aos demais grupos. Os autores concluíram que o tratamento com o ácido, com o silano e mesmo a associação entre estes, promovem resultados satisfatórios.

Chung e Hwang¹², em 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 Co-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 corpos-de-prova 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.⁵⁸, em 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 corpos-de-prova 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.

Chen et al.¹¹, em 1998, avaliaram o efeito do condicionamento ácido e da silanização na resistência ao cisalhamento entre porcelana e resina composta. Neste estudo, foram confeccionados 208 discos (10,0 mm de diâmetro e 2,5 mm de altura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Todos os discos foram regularizados com lixa (600). As amostras foram divididas em 3 grupos: 1) (controle) sem condicionamento ácido (n=16), 2) condicionamento com ácido fluorídrico 2,5% (n=96), 3) condicionamento com

ácido fluorídrico 5% (n=96). Os Grupos 2 e 3 foram divididos em 6 subgrupos (n=16), de acordo com o tempo do condicionamento (30, 60, 90, 120, 150, 180 segundos). Amostras de todos os grupos foram observadas em microscopia eletrônica. Após o tratamento das superfícies, metade das amostras de cada grupo (n=8) recebeu um sistema adesivo que não apresentava silano (Clearfil New Bond) e a outra metade recebeu um sistema adesivo com silano (Clearfil Porcelain Bond). A resina composta (Clearfil AP-X) foi aplicada sobre todas as amostras, sendo fotopolimerizada no local com o auxílio de uma matriz (6,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura). Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado em máquina de ensaios mecânicos (DCS-500), com velocidade de 0,5 mm/min. A microscopia eletrônica mostrou que, independente da concentração do ácido fluorídrico, o condicionamento acima de 60 segundos promoveu igual rugosidade na superfície da porcelana, sendo esta maior que a promovida pelo condicionamento por 30 segundos. A rugosidade na superfície da porcelana promovida pelo ácido fluorídrico a 5% foi maior que a promovida pelo ácido fluorídrico a 2,5%. Nos grupos tratados com o ácido a 2,5% observou-se que a resistência de união dos grupos silanizados foi maior que a obtida pelos grupos que não receberam o silano, exceto para os tempos 90 e 150 segundos. O aumento no tempo de condicionamento promoveu maior resistência de união nos grupos que não receberam o silano, tendo sido encontrado o resultado mais alto aos 150

segundos (35,4 MPa). Nos grupos silanizados, não houve diferença entre os tempos de condicionamento com resultados variando entre 33,4 e 37,4 MPa. Nos grupos tratados com ácido a 5% observou-se que a resistência de união dos grupos silanizados foi maior que a obtida pelos grupos que não receberam o silano, exceto para o tempo de 150 segundos. Nos grupos que não receberam o silano, o tempo de condicionamento só aumentou a resistência de união após 150 segundos (30,0 MPa). Nos grupos silanizados, não houve diferença entre os tempos de condicionamento com resultados variando entre 30,5 e 32,9 MPa, exceto para o tempo de 180 segundos que apresentou maior resistência (34,3 MPa). No Grupo controle, a silanização aumentou a resistência de união, sendo que os valores encontrados sem a aplicação do silano e na presença do mesmo foram 3,0 e 25,2 MPa, respectivamente. O ácido fluorídrico a 2,5% promoveu resistência de união significativamente maior que o ácido fluorídrico 5%, exceto para o tempo de 180 segundos. O Grupo controle e os grupos que não receberam silano apresentaram falha adesiva. Os grupos silanizados apresentaram falha coesiva da porcelana.

Shaverdi et al.⁵², em 1998, avaliaram o efeito de vários tratamentos de superfície na resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana. Neste estudo, uma camada (2,0 mm) de porcelana feldspática (Vita VMK 68) foi aplicada sobre 110 discos em liga de NiCr

(Remanium GS). Esta porcelana recebeu diferentes combinações dos tratamentos: asperização com ponta diamantada (R), condicionamento com ácido fluorídrico a 5% (E), jateamento com óxido de alumínio 50 μm (M), silanização (S). As amostras foram divididas em cinco grupos ($n=22$), de acordo com os tratamentos recebidos: Grupo ME, Grupo RS (silano Silicer), Grupo MES (silano Monobond-S), Grupo ES (silano Monobond-S), Grupo MS (silano Monobond-S). Sobre todas as amostras tratadas foi aplicada resina composta híbrida (Charisma) com o auxílio de uma matriz metálica (2,0 mm de altura). Cada grupo foi dividido em dois subgrupos ($n=11$), os quais foram armazenados em água destilada a temperatura ambiente por diferentes períodos (24 horas ou 30 dias), antes de serem submetidos ao teste de cisalhamento em máquina de ensaios mecânicos a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os grupos armazenados por 30 dias foram termociclados (200 ciclos de 1 minuto – 5° e 55°C) anteriormente ao teste mecânico. Os resultados mostraram que tanto após 24 horas, quanto após 30 dias, os maiores valores encontrados foram no Grupo MES (25,57 e 25,20 MPa), seguido dos Grupos ES (23,50 e 22,79 MPa), MS (18,45 e 16,93 MPa) e RS (17,4 e 11,04 MPa), sendo o Grupo ME (10,84 e 10,00 MPa) o que apresentou os menores resultados. Houve diferença estatística entre os cinco tratamentos, tanto às 24 horas quanto aos 30 dias. Os autores concluíram que o armazenamento em água e a termociclagem não promoveram diferença significativa para os diferentes tratamentos. A

combinação dos tratamentos químico e mecânico promoveu melhora na resistência de união entre a resina composta e a porcelana.

Özcan et al.⁴⁵, em 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.

Della Bona e Van Noort¹⁶, em 1998, avaliaram o efeito do ácido fluorídrico e do flúor fosfato acidulado na superfície de uma porcelana após diferentes tratamentos. Para isso, foram confeccionados 16 discos (10,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura) em porcelana feldspática (Vita VMK 68). Estes foram incluídos em resina acrílica e regularizados com lixa (600). As amostras receberam 8 diferentes tratamentos: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 10 segundos; 2) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 3) condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 1 minuto; 4) condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 2 minutos; 5) limpeza em ultrassom, jateamento com óxido de

alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 6) limpeza em ultrassom, jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 2 minutos; 7) limpeza em ultrassom, abrasão com ponta diamantada e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos; 8) limpeza em ultrassom, abrasão com ponta diamantada e condicionamento com flúor fosfato acidulado 4% por 2 minutos. Após os tratamentos, as amostras foram limpas em ultrassom e analisadas em microscopia eletrônica. O condicionamento com o ácido fluorídrico anulou qualquer tratamento realizado anteriormente à sua aplicação e promoveu grandes retenções micromecânicas na porcelana. O condicionamento com o flúor fosfato acidulado promoveu a deposição de cristais, os quais estavam sobrepostos às rugosidades criadas por tratamentos anteriormente realizados. O uso do flúor fosfato acidulado, diferentemente do condicionamento com o ácido fluorídrico, preservou a morfologia da superfície que recebeu tratamento prévio (polimento, jateamento ou uso de broca diamantada).

Leibrock et al.³⁶, em 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 corpos-de-prova 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.

Özcan et al.⁴⁶, em 1999, avaliaram, por meio de estudo clínico, as razões e a frequência das fraturas em restaurações metalocerâmicas, além da efetividade do jateamento com sílica na realização de reparo intra-oral. Participaram deste estudo 103 pacientes com um total de 200 restaurações metalocerâmicas fraturadas. Para os reparos, foi realizado jateamento com sílica 30 µm (Cojet Sand), aplicação do silano (Espe-Sil), do opaco (Dentacolor ou Visiogen), nos casos em que ocorreu a exposição do metal, e da resina composta híbrida (Pertac, Sinfony ou Charisma). A avaliação clínica demonstrou que a maioria das fraturas ocorreu nas regiões vestibular e incisal (84%). As fraturas ocorreram durante a função normal (37%), por trauma (17%) ou por causa desconhecida (46%). Nos 200 reparos realizados, 12 precisaram ser repetidos. As falhas ocorreram devido à impossibilidade de isolamento absoluto por ordem médica (4) ou por trauma (8). Os pacientes foram acompanhados por um período médio de 1,5 ano, sendo observada alteração de cor em apenas 2 reparos realizados. Segundo os autores, o sistema Cojet Sand mostrou-se promissor na realização de

reparo intra-oral em restaurações metalocerâmicas, sendo uma opção para se evitar a remoção de próteses fraturadas com boa adaptação marginal.

Berry et al.⁶, em 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 de união 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 e Beydemir⁶², em 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 corpos-de-prova 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).

Frankenberger et al.²³, em 2000, avaliaram a resistência ao cisalhamento de uma resina composta a metal ou porcelana, após diferentes tratamentos de superfície. Foram confeccionados 4 grupos (n=30) com diferentes materiais: Grupo VM – porcelana feldspática (Vita Mark II); Grupo EM – porcelana infiltrada de vidro reforçada por leucita (IPS-Empress); Grupo VMK – porcelana feldspática para metalocerâmica (Vita VMK 68); Grupo VMK 50 – 50% em porcelana feldspática (Vita VMK 68) e 50% em liga de Au-Pt (Orplid Keramik I). Cada grupo recebeu 2 diferentes tratamentos (n=15): jateamento com partículas de sílica 30 µm (Cojet Sand) ou condicionamento da porcelana com ácido fluorídrico a 5% durante 60s. A porção metálica do Grupo VMK 50 recebeu o jateamento com sílica normalmente, porém, o tratamento com o ácido não foi realizado nesta região, sendo o opaco (Dentacolor) aplicado diretamente sobre a superfície. Sobre todos os grupos, o silano (ESPE-Sil) foi aplicado e o reparo em resina composta realizado. Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C por 24 horas e então, termociclados (1.150 ciclos – 5° e 55°C). A resistência de união foi verificada

em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 0,5 mm/min. As médias dos grupos jateados com sílica e tratados com ácido foram, respectivamente: Grupo VM (12,7 MPa e 15,8 MPa); Grupo EM (15,3 MPa e 11,2 MPa); Grupo VMK (15,3 MPa e 11,2 MPa); Grupo VMK 50 (16,3 MPa e 7,3 MPa). Os autores concluíram que, nos Grupos EM, VMK e VMK 50, o jateamento com sílica promoveu resistência de união significativamente maior que o condicionamento ácido, sendo o sistema Cojet Sand, uma boa alternativa para o reparo intra-oral. No Grupo VM, não houve diferença entre os tratamentos. Os Grupos VM, EM e VMK apresentaram 100% de fratura coesiva da porcelana, já o Grupo VMK 50 apresentou fratura mista, sendo fratura coesiva da porcelana na região da cerâmica e fratura adesiva na região metálica.

Kelsey et al.²⁹, em 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 corpos-de-prova 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 corpos-de-prova 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 corpos-de-prova tratados com os adesivos Photo Bond e SE Bond apresentaram resistência de união significativamente maior que o Grupo controle, tanto as 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.⁵⁷, em 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 μ m (Cojet Sand) (n=10) ou jateamento com óxido de alumínio 50 μ m (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 corpos-de-prova 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, em 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 Sand

aparentou oferecer vantagens clínicas significativas no reparo de restaurações fraturadas.

Latta e Barkmeier³⁵, em 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 Sand 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 Sand 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 Sand 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.

Cobb et al.¹³, em 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 Sand. 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 corpos-de-prova 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 o sistema 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 o sistema Cojet Sand.

Canay et al.⁹, em 2001, avaliaram o efeito de condicionamentos ácidos na rugosidade superficial da porcelana. Foram confeccionados 24 discos (7,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura) em porcelana

feldspática (Ceramco II). Os seguintes condicionamentos ácidos foram realizados (n=8): 1) flúor fosfato acidulado 1,23% por 10 minutos, 2) ácido fluorídrico 9,5% por 1 minuto, 3) ácido fluorídrico 9,5% por 4 minutos. Após a aplicação do ácido, metade das amostras (n=4) foi limpa com água e a outra metade em ultrasom. Metade das amostras (n=2) em cada tipo da limpeza foi tratada com silano (Scotchprime). Foi realizada, então, a análise em microscopia eletrônica e o EDS (energy dispersive spectroscopy) para caracterizar o efeito dos diferentes tratamentos na porcelana. O flúor fosfato acidulado promoveu irregularidades superficiais na porcelana. O ácido fluorídrico, durante 1 minuto, promoveu profundos canais e poros na superfície da porcelana e, com o aumento do tempo de exposição (4 minutos), os canais e poros aumentaram em tamanho. O EDS demonstrou precipitações cristalinas insolúveis em água nas superfícies condicionadas, formadas por sódio, potássio, cálcio e alumínio. Estas precipitações foram removidas quando a limpeza com o ultrasom foi realizada.

Jedynakiewicz e Martin²⁸, em 2001, analisaram a superfície e a resistência de união com a resina composta de duas porcelanas em bloco: feldspática (Vita Cerec Mark II) e infiltrada de vidro (Dicor, Dentsply/Corning), após diferentes tratamentos. Para isso, foram utilizados 24 blocos de cada porcelana, sendo estes subdivididos em 2 grupos (n=12). Cada cilindro foi cortado em dois fragmentos (resultando em 8,0 mm de diâmetro e 12,0 mm

de altura), os quais tiveram suas superfícies tratadas para posteriormente serem unidos novamente com resina composta, como será descrito abaixo. Cada grupo foi submetido a um dos seguintes tratamentos: porcelana feldspática (ácido fluorídrico em gel a 5% ou deposição de sílica); cerâmica infiltrada de vidro (bifluoreto de amônio a 7% ou deposição de sílica). Dois fragmentos de cada condição experimental foram analisados em microscopia eletrônica. Todos os fragmentos foram silanizados (Silicoup, Kulzer). Aplicou-se, então, uma camada do adesivo Prime & Bond e dois fragmentos de porcelana do mesmo grupo foram unidos por meio de uma camada de 100 µm de resina composta, aplicada com o auxílio de uma matriz de teflon. Após 24 horas, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração em máquina de ensaios mecânicos. Observou-se que não houve diferença significativa entre os grupos da porcelana feldspática e o grupo da cerâmica infiltrada de vidro tratado com o bifluoreto de amônio. Já o grupo da cerâmica infiltrada de vidro tratado com a deposição de sílica apresentou maior resistência que os demais grupos. Na análise em microscopia eletrônica de varredura, a superfície da porcelana feldspática tratada com ácido fluorídrico mostrou-se mais rugosa quando comparada à superfície da cerâmica infiltrada de vidro tratada com bifluoreto de amônio. A falha mista predominou em todos os grupos.

Haselton et al.²⁶, em 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 Sand (CJ) e Ceramic Repair (CR). Os corpos-de-prova 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.

Chang et al.¹⁰, em 2002, compararam a resistência à tração de compósitos unidos à liga de ouro-paládio após diferentes tratamentos de superfície. Para isto, 40 corpos cilindro-cônicos metálicos, com 3,0 mm de diâmetro em sua porção inferior e 5,0 mm de diâmetro em sua porção superior, foram divididos em 4 grupos. No Grupo I, a superfície foi tratada com Silicoater MD e a resina Dentacolor foi aplicada; o Grupo II foi jateado com partículas de óxido de alumínio (50 µm), aplicou-se fina camada do cimento C&B Metabond e posteriormente a resina Epic-TMPT; o Grupo III foi jateado com Cojet Sand e foi aplicada a resina Pertac-Hybrid; o Grupo IV também foi jateado com Cojet Sand e a resina composta utilizada foi a Visio-Gem. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas, termociclados (1.000 ciclos – 5° e 55°C) e, então, submetidos ao teste mecânico. A resistência à tração nos diferentes grupos foi: Grupo I (14,0 MPa), Grupo II (12,0 MPa), Grupo III (13,0 MPa) e Grupo IV (18,0 MPa). Apenas o Grupo IV demonstrou resistência significativamente maior em relação aos demais grupos. Os valores encontrados, quando comparados com a literatura, demonstraram que, para todos os sistemas utilizados, a resistência de união entre a resina composta e o metal, após termociclagem, foi alta. A falha adesiva predominou em todos os grupos.

Özcan e Niedermeier⁴⁴, em 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 Sand, 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 Sand, 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 Sand mostrou-se como uma opção rápida e promissora, com um índice de sucesso superior a 3 anos em 89% dos casos.

Özcan⁴², em 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 Sand 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.

Ozcan⁴³, em 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.

Schmage et al.⁵⁰, em 2003, avaliaram a rugosidade da superfície de uma cerâmica após vários tratamentos, além da resistência ao cisalhamento entre brackets metálicos e esta superfície tratada. Para este estudo, foram confeccionados 120 discos (8,0 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura) em liga de NiCr. Sobre estes discos foi aplicada uma camada (2,0 mm) de porcelana feldspática (Vita VMK 68). Cinco diferentes

tratamentos de superfície foram realizados: aplicação de glaze (controle) (n=20), asperização com ponta diamantada (n=20), jateamento com óxido de alumínio 50 μm (n=30), condicionamento com ácido fluorídrico a 5% (n=30), jateamento com sílica 30 μm (Cojet Sand) (n=20). Amostras de cada tratamento (n=10) foram analisadas quanto a rugosidade da superfície. Os grupos tratados com o ácido e com o óxido de alumínio foram analisados quanto a resistência de união com (n=10) e sem (n=10) a aplicação do silano. Os grupos que receberam o glaze ou a asperização com ponta diamantada foram analisados quanto a resistência de união apenas sem a aplicação do silano (n=10), enquanto o grupo jateado com a sílica, apenas com a aplicação do silano (n=10). Brackets metálicos foram unidos à superfície cerâmica com resina composta de ativação química (Concise). Os corpos-de-prova foram armazenados em solução 0,9% de NaCl durante 24 horas e então termociclados (5.000 ciclos – 5° e 55 °C). A resistência ao cisalhamento foi medida em máquina de ensaios mecânicos com velocidade de 1,0 mm/min. As maiores rugosidades na superfície foram encontradas nas amostras que receberam o jateamento com óxido de alumínio (9,7 μm) e asperização com ponta diamantada (9,3 μm), seguidas pelas que receberam o jateamento com a sílica (4,4 μm) e o condicionamento com o ácido fluorídrico (4,3 μm). Segundo os autores, o alto grau de rugosidade poderia danificar a superfície da porcelana, sendo preferencial a realização dos dois últimos tratamentos. A aplicação do ácido fluorídrico, com (12,2 MPa) e sem

(14,7 MPa) silanização, o jateamento com sílica associado a silanização (14,9 MPa) e o jateamento com óxido de alumínio com a aplicação do silano (15,8 MPa) apresentaram resultados iguais entre si e resistência de união significativamente maior que o jateamento com óxido de alumínio sem silanização (2,8 MPa), a asperização com ponta diamantada (1,6 MPa) e o Grupo controle (0,0 MPa). Os autores concluíram que a silanização melhora a resistência de união quando o óxido de alumínio é utilizado. O jateamento com sílica foi considerado o melhor tratamento por apresentar boa união e adequada rugosidade da superfície. No entanto, este promoveu falha coesiva da porcelana, o que seria desfavorável no momento da remoção dos brackets.

Knight et al.³¹, em 2003, avaliaram a resistência ao cisalhamento entre resina composta e porcelana após a aplicação de dois sistemas de reparo. Neste estudo, foram confeccionadas 40 pirâmides em porcelana feldspática (Vita Omega Metalkeramik Dentine). Estas foram incluídas em resina acrílica (Duralay), de forma que ficasse exposta apenas uma das faces das pirâmides. A superfície da porcelana que ficou exposta foi regularizada com lixas (120 e 320). O ácido fluorídrico, o silano, o adesivo e a resina composta foram aplicados de acordo com as especificações do fabricante de cada sistema. As amostras foram divididas em 4 grupos (n=10): Grupo 1 - Premier MicroDose Porcelain Bonding/adesivo Optibond FL/resina

Prodigy, Grupo 2 - Premier MicroDose Porcelain/adesivo PQ1/resina Amelogen, Grupo 3 - Ultradent Porcelain Etch/adesivo Optibond FL/resina Prodigy, Grupo 4 - Ultradent Porcelain Etch/adesivo PQ1/resina Amelogen. Após a confecção dos corpos-de-prova, estes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 8 dias, até a realização do teste em máquina de ensaios mecânicos (MTS 858) com velocidade de 1,0 mm/min. Não houve diferença significativa entre os resultados dos 4 grupos. As médias de todos os grupos se enquadraram em um intervalo de 21,13 a 24,80 MPa. A falha coesiva da porcelana predominou em todos os grupos.

Kumbuloglu et al.³², em 2003, avaliaram a influência de sistemas de reparo na resistência ao cisalhamento entre resina composta e cerâmica livre de metal. 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 corpos-de-prova 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.

PROPOSIÇÃO

3 Proposição

Diante dos fatos abordados anteriormente, considerou-se oportuno:

- avaliar, em metal (liga de níquel-cromo) e em porcelana feldspática, a resistência ao cisalhamento dos sistemas para reparo em metalocerâmicas Clearfil SE Bond (Kuraray), Bistite II DC (Tokuyama), Cojet Sand (3M-ESPE), Scotchbond Multi Uso Plus (3M-ESPE), empregado como Grupo controle. Além destes grupos, foi testada uma variação do Grupo controle, na qual foram empregadas partículas de sílica do sistema Cojet Sand em substituição às de óxido de alumínio;
- analisar, por meio de microscopia óptica, o tipo de fratura predominante em cada condição experimental avaliada.

MATERIAL E MÉTODO

4 Material e método

Para este estudo, foram confeccionados 50 corpos em forma de discos 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) e 50 com dimensões próximas a 7,8 mm de diâmetro e 2,7 mm de espessura em porcelana feldspática Noritake (Noritake Co., Japan).

4.1 Confecção 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 em metal e em cerâmica.

Essa matriz foi isolada com vaselina, posicionada sobre uma tira de poliéster (Polidental) e seu orifício, com o auxílio de um conta gotas, foi totalmente 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 500g 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 a aplicação do anti-bolhas, 90,0 g do 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 colocadas 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 Confeção dos corpos cilíndricos em porcelana feldspática

Na confecção dos corpos cilíndricos em porcelana feldspática, utilizou-se a mesma matriz metálica empregada para obtenção dos corpos metálicos. Para isso, uma pequena quantidade do pó da porcelana foi colocada no orifício da matriz. Em seguida, água destilada foi adicionada para o molhamento desta porção do pó. A mistura foi condensada no interior da matriz com condensador metálico e o excesso de água removido com papel absorvente. Esse procedimento foi repetido até que o orifício da matriz

fosse totalmente preenchido. O corpo cilíndrico foi removido cuidadosamente da matriz metálica, com o auxílio de um êmbolo, levado ao forno Vulcano (EDG, São Carlos) pré-aquecido à temperatura de 600°C, permanecendo no seu interior até que a temperatura atingisse 930°C, conforme a recomendação do fabricante da porcelana. Após a cocção, o forno foi desligado e aguardou-se o resfriamento dos cilindros até a temperatura ambiente.

4.3 Inclusão dos corpos cilíndricos

Obtidos os corpos cilíndricos em NiCr e em porcelana feldspática, 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 (Figuras 2 e 3).

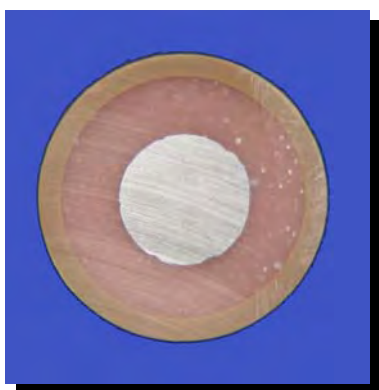


FIGURA 2 – Amostra metálica incluída.

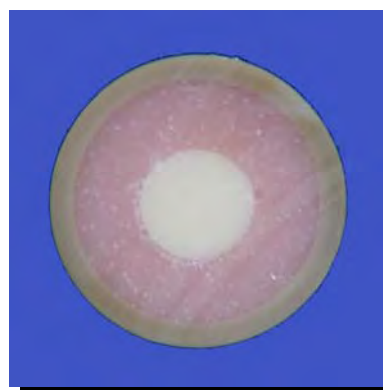


FIGURA 3 – Amostra cerâmica incluída.

4.4 Reparos nos corpos cilíndricos

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

Os corpos de prova de cada substrato foram divididos aleatoriamente em 5 grupos com 10 amostras, os quais receberam um dos seguintes sistemas de reparo: Clearfil SE Bond (Kuraray Co. Ltd, Japan), Bistite II DC (Tokuyama, Japan), Cojet Sand (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 Sand em substituição às de óxido de alumínio utilizadas no Grupo controle.

Nas Tabelas 1 e 2, estão apresentadas as seqüências de procedimentos, determinadas pelos fabricantes, empregadas nos corpos cilíndricos de metal e de porcelana, respectivamente, referentes a cada sistema de reparo.

Tabela 1 – Procedimentos empregados nos corpos metálicos referentes a cada sistema				
Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Cojet Sand	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	. ácido fosfórico (15 segundos), lavar, secar
. Cesead Opaco Primer (aguardar 60 segundos)	. resina composta Palfique (fotopolimerizar 60 segundos)	. opaco Sinfony (fotopolimerizar 40 segundos)	. adesivo SBMUP (fotopolimerizar 10 segundos)	. silano SBMUP (aguardar 60 segundos)
. opaco (fotopolimerizar 40 segundos)		. adesivo Visio- Bond (fotopolimerizar 20 segundos)	. opaco (fotopolimerizar 40 segundos)	. adesivo SBMUP (fotopolimerizar 10 segundos)
. resina composta Clearfil AP-X (fotopolimerizar 60 segundos)		. resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)	. resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)	. opaco (fotopolimerizar 40 segundos)
				. resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)

SBMUP : sistema adesivo Scotchbond Multi Uso Plus

Tabela 2 – Procedimentos empregados nos corpos de porcelana referentes a cada sistema				
Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Cojet Sand	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)
. K-etchant gel (5 segundos), lavar, secar	. ceramic primer A+B (aguardar 60 segundos)	. silano Espe-Sil (aguardar 30 segundos)	. ácido fosfórico (15 segundos), lavar, secar	. ácido fosfórico (15 segundos), lavar, secar
. primer + ativador (aguardar 60 segundos)	. cimento dual (fotopolimerizar 40 segundos)	. adesivo Visio- Bond (fotopolimerizar 20 segundos)	. silano SBMUP (aguardar 60 segundos)	. silano SBMUP (aguardar 60 segundos)
. adesivo (fotopolimerizar 20 segundos)	. resina composta Palfique (fotopolimerizar 60 segundos)	. resina composta Z100 (fotopolimerizar 60 segundos)	. adesivo SBMUP (fotopolimerizar 10 segundos)	. adesivo SBMUP (fotopolimerizar 10 segundos)
. resina composta Clearfil AP-X (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 ou porcelana.

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 Clearfil SE Bond, 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.

Nas amostras em metal, 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 4).

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 da amostra por um anel metálico centralizador preso ao tubo de PVC (Figura 5).

A fotoativação das resinas fluidas dos sistemas adesivos, dos agentes opacificadores (nas amostras em metal), do cimento dual e das resinas compostas foi realizada com o aparelho Curing Light XL3000 (3M, USA) com intensidade de luz de aproximadamente 480 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 4 – Matriz utilizada para a aplicação do opaco.

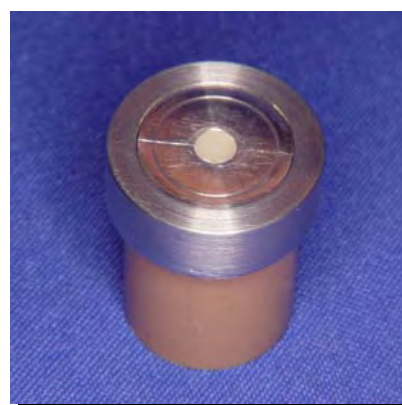


FIGURA 5 – Matriz utilizada para a aplicação da resina.

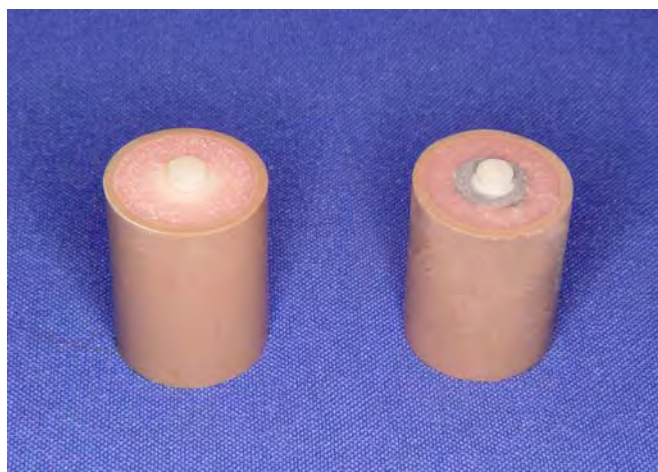


FIGURA 6 – Corpos de prova em metal e em cerâmica após a aplicação do sistema.

Posteriormente à confecção dos corpos-de-prova (Figura 6), 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 - 3 Plus (Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP) (Figura 7) durante 20 horas, num total de 1.000 ciclos, com temperatura variando entre 5° e 55°C, sendo que os corpos-de-prova permaneciam durante 30 segundos em cada temperatura.



FIGURA 7 – Máquina simuladora de ciclagem térmica.

Após a ciclagem térmica, os corpos-de-prova foram armazenados nas mesmas condições descritas acima por mais 8 dias, e então submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento, realizado em máquina de ensaios Material Test System 810 (Minnesota, USA) (Figura 8), com célula de carga de 10kN 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 corpo-de-prova, promovendo força compressiva vertical na interface adesiva (metal ou porcelana/sistema de reparo) (Figura 9).

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



FIGURA 8 – Máquina de ensaios mecânicos.



FIGURA 9 – Dispositivo utilizado para a realização do teste de resistência ao cisalhamento.

4.5 Resistência coesiva da porcelana feldspática

Para auxiliar na discussão dos resultados, foi avaliada a resistência coesiva da porcelana utilizada neste estudo. Para isso foram obtidas amostras cilíndricas em porcelana feldspática Noritake (n=5), com aproximadamente 4,0 mm de diâmetro e 8,0 mm de altura com o auxílio de uma matriz metálica (4,5 mm de diâmetro e 10,0 mm de altura). Essas amostras foram confeccionadas da mesma forma já descrita anteriormente para os corpos-de-prova em porcelana. Entretanto, sua inclusão, também em tubo de PVC com resina acrílica quimicamente ativada, foi feita deixando-se exposta uma altura de 2,0 mm de porcelana, correspondente à espessura do sistema de reparo aplicado sobre o substrato.

O teste de resistência ao cisalhamento seguiu os mesmos padrões empregados para os materiais reparadores.

Tabela 3 – Valores da resistência coesiva da porcelana Noritake (MPa)

Amostras	Resistência
1	19,25
2	22,02
3	20,11
4	22,42
5	22,91
média	21,34

4.6 Análise da fratura

Após o ensaio mecânico, a fratura dos corpos-de-prova em metal e em porcelana 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.

4.7 Planejamento experimental

Inicialmente foram adotados 10 corpos-de-prova por grupo, tendo por base a literatura. Tendo os coeficientes de variação ficado abaixo de 20%, o volume amostral foi mantido.

As análises foram realizadas individualmente para o metal e para a porcelana, comparando-se os diferentes sistemas de reparo (cinco tratamentos). Foi adotado nível de significância de 5%.

Uma vez que os valores originais preencheram os requisitos necessários para realização de testes paramétricos [normalidade e homogeneidade], foram empregados análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey.

RESULTADO

5 Resultado

5.1 Ensaio de resistência ao cisalhamento

As Tabelas 4 e 5 e Figuras 10 e 11 mostram, respectivamente, as médias dos valores de resistência ao cisalhamento e os grupamentos apontados pelo teste de Tukey dos sistemas de reparo em superfície metálica e cerâmica.

Tabela 4 – Médias de resistência ao cisalhamento (MPa) dos sistemas de reparo em superfície metálica e grupamentos apontados pelo teste de Tukey

Grupos	Médias	Grupamentos
Cojet Sand	25,24	A
Clearfil SE Bond	18,40	B
Al ₂ O ₃ + SBMUP	16,26	B C
Cojet + SBMUP	13,11	C
Bistite II DC	8,57	D

Valor crítico: 3,21

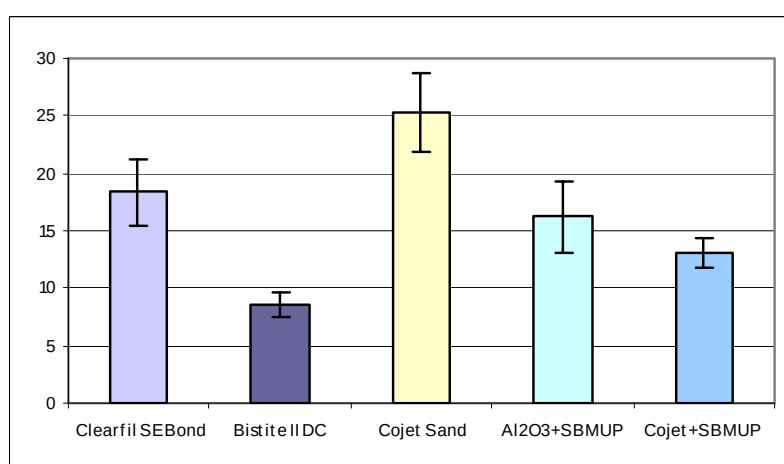


FIGURA 10 - Resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo em superfície metálica.

A Tabela 4 e Figura 10 apontam superioridade estatística para o sistema Cojet Sand em comparação aos demais grupos. Os sistemas Clearfil SE Bond e Al_2O_3 + SBMUP foram estatisticamente iguais entre si, mas apenas o primeiro foi superior ao Grupo Cojet + SBMUP. Os Grupos Al_2O_3 + SBMUP e Cojet + SBMUP apresentaram igualdade estatística e foram superiores ao Grupo Bistite II DC, que apresentou os menores resultados.

Tabela 5 – Médias de resistência ao cisalhamento (MPa) dos sistemas de reparo em superfície cerâmica e grupamentos apontados pelo teste de Tukey

Grupos	Médias	Grupamentos
Al_2O_3 + SBMUP	21,05	A
Cojet Sand	19,54	A B
Bistite II DC	18,04	A B
Clearfil SE Bond	16,91	B
Cojet + SBMUP	16,18	B

Valor crítico: 3,70

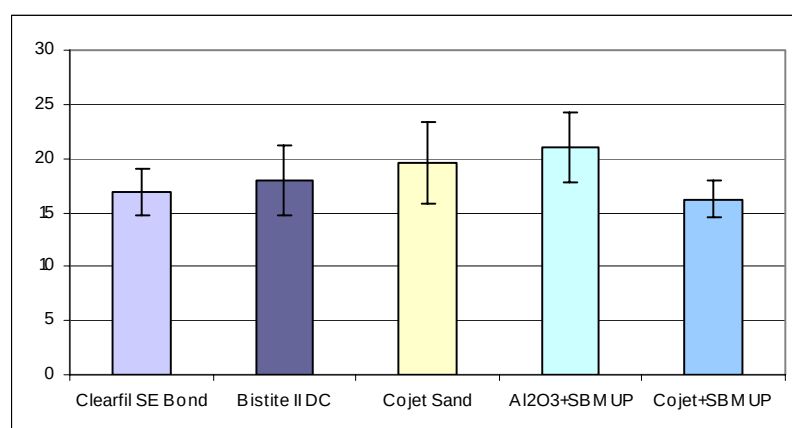


FIGURA 11 - Resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo em superfície cerâmica.

A Tabela 5 e Figura 11 apontam igualdade estatística entre os Grupos Al_2O_3 +SBMUP, Cojet Sand e Bistite II DC. Apenas o Grupo Al_2O_3 +SBMUP foi superior aos Grupos Clearfil SE Bond e Cojet + SBMUP, sendo que estes foram iguais entre si.

5.2 Análise da fratura em lupa estereoscópica

As Tabelas 6 e 7 mostram, respectivamente, os tipos de fratura após o ensaio de resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo em superfície metálica e cerâmica.

Tabela 6 – Tipos de fratura dos sistemas de reparo em superfície metálica, observados em lupa estereoscópica com aumento de 30 vezes

Grupos	Fraturas
Clearfil SE Bond	coesiva do opaco
Bistite II DC	adesiva
Cojet Sand	adesiva
Al_2O_3 + SBMUP	adesiva
Cojet + SBMUP	adesiva

As Figuras 12, 13, 14, 15 e 16 ilustram a análise em lupa estereoscópica dos tipos de fratura após o ensaio de resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo em superfície metálica.



FIGURA 12 – Sistema Clearfil SE Bond.

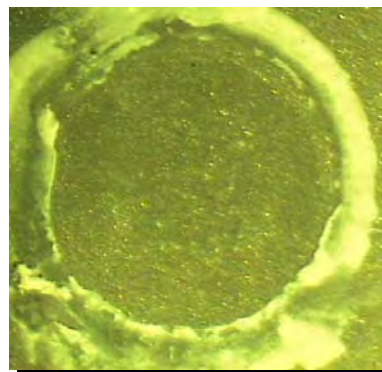


FIGURA 13– Sistema Bistite II DC.

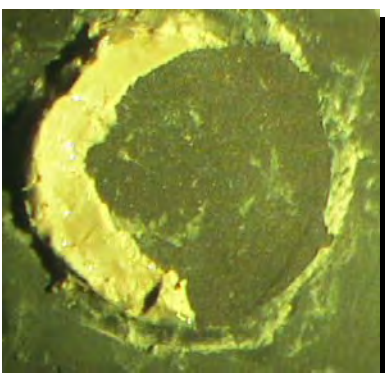


FIGURA 14 – Sistema Cojet Sand.

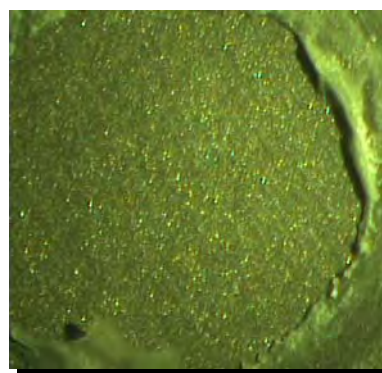


FIGURA 15 – Sistema Al_2O_3 + SBMUP (control).

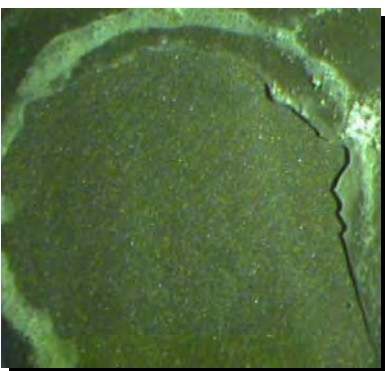


FIGURA 16 – Sistema Cojet + SBMUP.

Tabela 7 – Tipos de fratura dos sistemas de reparo em superfície cerâmica, observados em lupa estereoscópica com aumento de 30 vezes

Grupos	Fraturas
Clearfil SE Bond	coesiva da porcelana
Bistite II DC	coesiva da porcelana
Cojet Sand	coesiva da porcelana
Al ₂ O ₃ + SBMUP	coesiva da porcelana
Cojet + SBMUP	coesiva da porcelana

As Figuras 17, 18, 19, 20 e 21 ilustram a análise em lupa estereoscópica dos tipos de fratura após o ensaio de resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo em superfície cerâmica.

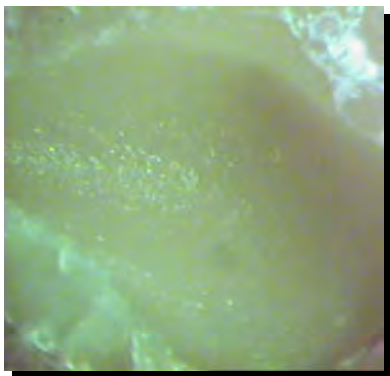


FIGURA 17 – Sistema Clearfil SE Bond.



FIGURA 18 – Sistema Bistite II DC.



FIGURA 19 – Sistema Cojet Sand.

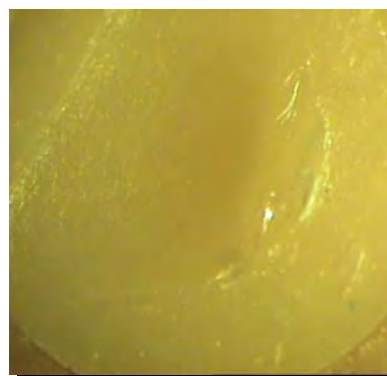


FIGURA 20 – Sistema Al_2O_3 + SBMUP (controle).

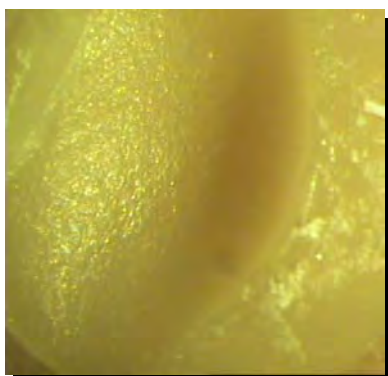


FIGURA 21 – Sistema Cojet + SBMUP.

5.3 Ilustração dos tipos de fratura em microscopia eletrônica

As Figuras 22, 23 e 24 ilustram os diferentes tipos de fratura após o ensaio de resistência ao cisalhamento, analisadas em microscopia eletrônica.

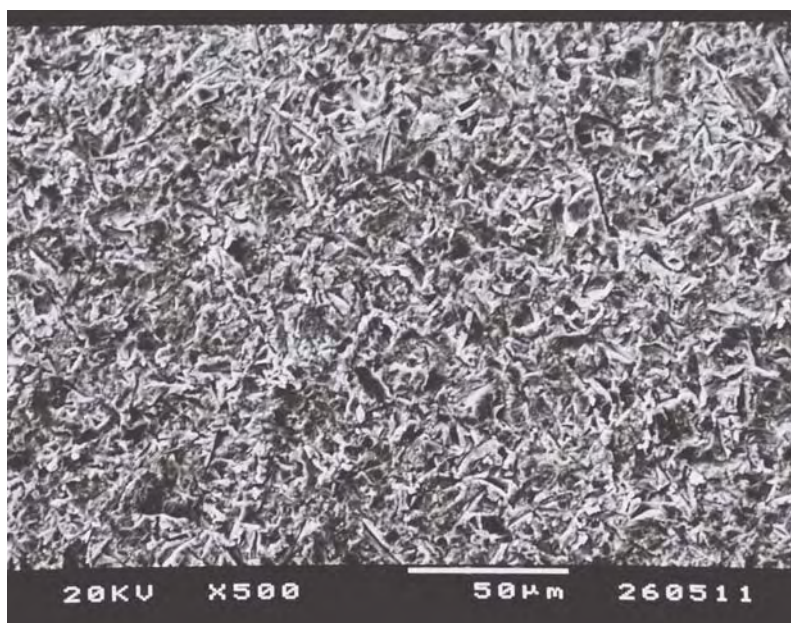


FIGURA 22 – Fratura adesiva no metal.

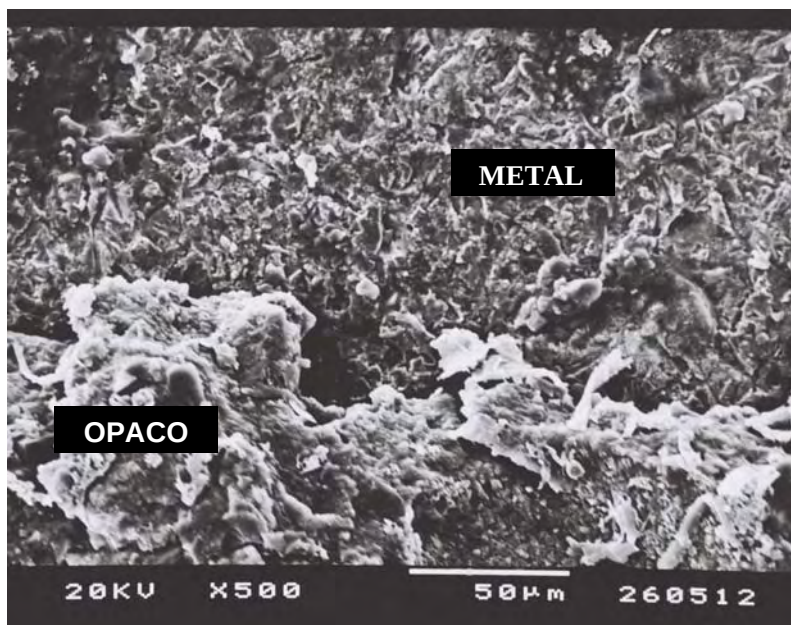


FIGURA 23 – Fratura coesiva do opaco no metal.

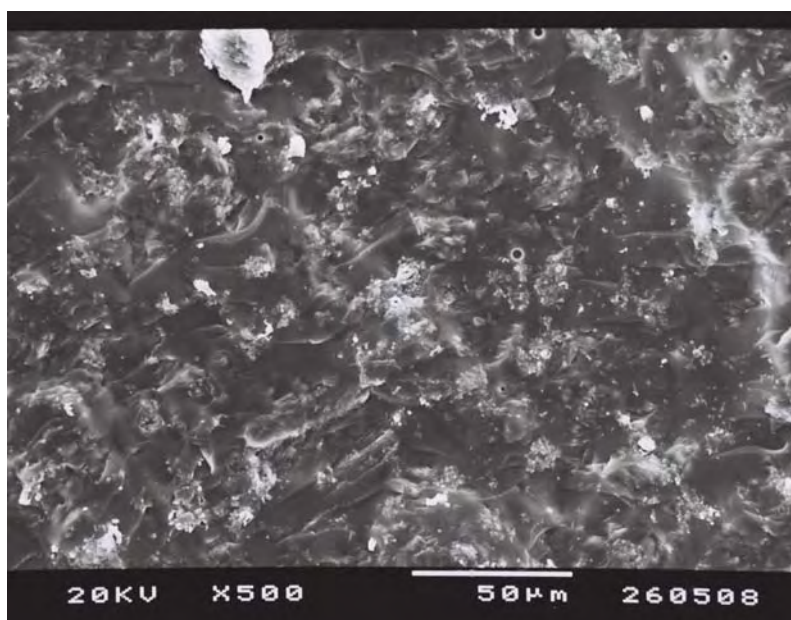


FIGURA 24 – Fratura coesiva da porcelana.

DISCUSSÃO

6 Discussão

A eficácia de um sistema de reparo para restaurações metalocerâmicas está diretamente relacionada à interface de união entre este e o metal e/ou a cerâmica. Para isso, tratamentos que promovem retenção mecânica, adesão química e tanto a retenção mecânica quanto a adesão química vêm sendo estudados.

Dentre os tratamentos que promovem retenção mecânica, o procedimento mais comumente realizado pelo cirurgião dentista é a asperização da superfície com ponta diamantada, pela sua praticidade de realização, além de não requerer a aquisição de materiais e instrumentos adicionais. No entanto, este método não tem se mostrado efetivo na união entre o sistema de reparo e o substrato sobre o qual ele é realizado, promovendo valores reduzidos de resistência^{13,50} e iniciando ou propagando trincas na superfície da porcelana⁴².

Outro tratamento bastante utilizado que proporciona retenção mecânica é o jateamento com óxido de alumínio. Este aumenta a rugosidade da superfície e, conseqüentemente, a área adesiva, promovendo, eficazmente, a imbricação micromecânica do material reparador ao substrato metálico e/ou cerâmico.^{12,42, 64}

Além dos dois tratamentos abordados anteriormente, que podem ser empregados em ambos os substratos, um outro, também com

proposta de retenção mecânica, porém utilizado apenas em superfícies cerâmicas, é o condicionamento com ácidos. O ácido fluorídrico é o mais utilizado e foi muito estudado por ser, até algum tempo atrás, o tratamento mais efetivo na superfície cerâmica. Sua eficácia está associada à sua concentração e ao tempo de condicionamento^{8,9,11,16,53,55,65}, promovendo a dissolução da matriz vítrea da cerâmica e formando porosidades na área tratada^{8,61}. A rugosidade superficial que este ácido promove é muito maior que a proporcionada por outros agentes condicionantes^{2,16,21,27,28,51,63} e a imbricação micromecânica do material reparador nessas irregularidades aumenta a resistência da interface de união⁵⁵. Apesar de sua efetividade, o ácido fluorídrico possui efeito danoso quando em contato com os tecidos humanos, podendo causar a necrose gengival^{9,42}.

Diante disso, outros agentes condicionantes que não apresentam risco à integridade dos tecidos, como o flúor fosfato acidulado e o ácido fosfórico, passaram a ser estudados. Com isso, observou-se que, apesar de promoverem menores irregularidades sobre a superfície cerâmica quando comparados ao ácido fluorídrico, a resistência de união entre o material reparador e o substrato condicionado também era satisfatória.^{16,34,36,37,51,63} Alguns ácidos, como o fosfórico, também podem ser empregados em superfícies metálicas. Entretanto, em tais substratos, possuem papel apenas de limpeza.

Constitue-se em tratamentos que promovem adesão química o emprego de silanos e de primers adesivos.^{11,49,50} O silano é uma substância bifuncional cuja função, em reparo de metalocerâmicas, é a de promover a união química entre a cerâmica fraturada e o material resinoso reparador. Sua porção sílico-funcional une-se aos componentes vítreos da porcelana, e sua porção organo-funcional une-se à matriz orgânica da resina fluida, empregada previamente à resina composta restauradora.^{1,2,6} A eficácia deste procedimento na cerâmica já foi comprovada por inúmeros estudos.^{2,33,39,47,49} Entretanto, o silano não apresenta união química com a superfície metálica e, neste substrato, este tratamento não tem se mostrado eficiente.²⁰

Já os primers adesivos, que possuem monômeros funcionais em sua composição, compensam esta limitação dos silanos, pois foram desenvolvidos com o objetivo de melhorar a resistência de união entre o metal e o material reparador. Estes monômeros, além de se unirem quimicamente aos óxidos metálicos das ligas não nobres, também podem atuar como iniciadores da reação de polimerização do material resinoso aplicado sobre eles.⁵⁸

Finalmente, o tratamento cuja proposta envolve tanto a retenção mecânica quanto a adesão química, é constituído por duas modalidades: eletrodeposição de estanho, apenas designada para ligas nobres, e deposição de sílica, desenvolvida para superfícies metálicas e cerâmicas. Nesta modalidade, as partículas de sílica impregnadas na

superfície irão atuar como retenções, promovendo a imbricação micromecânica entre a superfície tratada e o material reparador, além de viabilizarem a união química entre o substrato e o agente silano (aqui empregado tanto em superfície cerâmica quanto em metálica), o qual se unirá a essas partículas através de sua porção sílico-funcional.

Inicialmente a deposição de sílica era realizada apenas sobre a superfície metálica, a qual apresentava uma união fraca com os materiais resinosos. Este procedimento era realizado por meio de equipamentos especiais de uso exclusivamente laboratorial como os sistemas Silicoater MD (Heraeus-Kulzer), Kevloc AC (Heraeus-Kulzer), Siloc (Heraeus-Kulzer) e Rocatec (3M-ESPE)⁴⁵. O sucesso destes tratamentos levou ao surgimento do sistema Cojet Sand (3M-ESPE), o qual realiza a deposição de sílica por meio do jateamento, permitindo, assim, sua utilização em reparos intra-orais de restaurações metalocerâmicas. Neste sistema, o pó utilizado é composto por partículas de óxido de alumínio revestidas por sílica. Durante o jateamento, essas partículas são lançadas sob pressão contra um determinado substrato, promovendo retenções micromecânicas. Além disto, a sílica que reveste as partículas reage quimicamente com o silano^{13,30}. Concomitantemente ao surgimento deste sistema iniciaram-se inúmeros estudos sobre a eficácia do mesmo na resistência de união entre os materiais reparadores e o metal e/ou cerâmica e observou-se que os resultados eram muito promissores nos dois tipos de superfície^{10,23,26,50,57},

com um índice de sucesso superior a 3 anos em 89% dos reparos realizados⁴⁴.

Como já foi comentado no capítulo Introdução, os diferentes tratamentos podem ser ainda utilizados em associação, tendo por objetivo melhorar a resistência de união entre o material reparador e o substrato reparado.^{1,7,11,27,33,34,38,49,52,55,56,61}

6.1 Reparo em metal

Dentre os sistemas de reparo avaliados na superfície metálica, o melhor resultado foi obtido com a utilização do sistema Cojet Sand, o qual utiliza o jateamento com partículas de óxido de alumínio recobertas com sílica associado à silanização. A superioridade deste sistema também pôde ser observada na literatura. Haselton et al.²⁶, em 2001, avaliaram a resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo intra-oral Ceramic Repair e Cojet Sand aplicados em metal (liga de ouro-paládio) e em porcelana e observaram que este último sistema apresentou resultados superiores nos dois substratos. Cobb et al.¹³, em 2000, avaliaram a resistência de união entre metal (liga de ouro-paládio) e resina composta após a realização de um dos seguintes tratamentos sobre a superfície metálica: asperização com ponta diamantada, jateamento com óxido de alumínio, abrasão a ar com sistema de preparo cavitário KCP-2000 ou jateamento com partículas de

sílica do sistema Cojet Sand. Os autores concluíram que o sistema Cojet Sand apresentou resistência de união significativamente maior que os demais tratamentos. Sun et al.⁵⁷, em 2000, compararam as características da união de uma resina composta à liga de ouro e à porcelana feldspática, após o jateamento com sílica (Cojet Sand) ou o jateamento com óxido de alumínio e concluíram que o jateamento com sílica promoveu melhores resultados, tanto no metal, quanto na porcelana.

Não há na literatura trabalhos que relatem a resistência de união do sistema Cojet Sand em ligas não nobres, como é o caso da liga de níquel-cromo utilizada neste estudo, não existindo, portanto, parâmetros para comparação. A superioridade dos resultados obtidos por este sistema em relação aos demais materiais avaliados provavelmente ocorreu pela efetividade da união mecânica e química promovida pelo jateamento com partículas recobertas por sílica associado à aplicação do silano.

O sistema Clearfil SE Bond apresentou a segunda maior resistência, não sendo estatisticamente diferente do Grupo controle, no qual foi realizado jateamento com óxido de alumínio seguido da aplicação do Scotchbond Multi Uso Plus. Apesar desta igualdade estatística, ambos os sistemas não apresentam mecanismos idênticos de tratamento de superfície. No Grupo controle, existe apenas uma 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. Por outro lado, o sistema Clearfil SE Bond propõe, além da imbricação micromecânica, promovida pelo jateamento com óxido de alumínio, uma união química resultante da presença, tanto no Alloy Primer quanto no Cesead Opaco Primer, do monômero MDP que tem por objetivo unir-se aos óxidos metálicos da superfície da liga. Possivelmente a eficácia do mecanismo químico do sistema Clearfil SE Bond tenha resultado em fratura coesiva do opaco e não na interface entre substrato e material reparador. Portanto, a média de resistência deste sistema está relacionada à resistência mecânica do opaco.

A superioridade do sistema Clearfil SE Bond sobre aquele no qual foi realizado o jateamento com partículas recobertas por sílica seguido do Scotchbond Multi Uso Plus pode ser explicada pela maior resistência coesiva do opaco do primeiro sistema em relação à resistência adesiva do segundo. Neste último sistema, dois fatores, isoladamente ou em associação, podem ter influenciado nos resultados. Além da possível remoção da sílica da superfície pela aplicação do ácido fosfórico após o jateamento, o silano empregado pode apresentar composição diferente da do Espe-Sil, preconizado pelo Cojet Sand. Com isto, a ligação química do silano do sistema Scotchbond Multi Uso Plus à sílica depositada sobre o substrato pode não ter ocorrido e, diante disto, a resistência de união foi promovida apenas pelo tratamento mecânico da superfície, como acontece quando esta

é jateada com óxido de alumínio. Isto também justifica a igualdade estatística deste sistema em relação ao Grupo controle.

O sistema Bistite II DC obteve a menor média de resistência. Seu mecanismo de união baseia-se no tratamento micromecânico, por meio do jateamento com óxido de alumínio, associado à união química promovida pelo monômero funcional derivado do ácido carboxílico MAC10 presente na composição do cimento resinoso. Este monômero, quando em contato com as ligas não nobres, como é o caso da liga de níquel-cromo utilizada neste estudo, promove a união química entre o cimento e os óxidos presentes na superfície metálica. Entretanto, este mecanismo de união demonstrou ser menos efetivo que os tratamentos preconizados pelos demais sistemas, 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. Apesar de este sistema estar indicado para reparos em metalocerâmica, não há trabalhos que tenham avaliado sua eficácia.

Neste estudo, quando o reparo foi realizado em superfície metálica, houve predomínio da fratura adesiva nos sistemas Bistite II DC, Cojet Sand e Scotchbond Multi Uso Plus, quando este foi associado tanto ao jateamento com óxido de alumínio quanto ao jateamento com sílica. Este tipo de falha também foi observado na literatura quando o reparo foi realizado sobre ligas nobres^{10,20,26,41} e ligas não nobres⁴¹.

A ocorrência desse tipo de falha na maioria dos sistemas indica que nenhum dos tratamentos preconizados por estes, para serem realizados sobre superfícies metálicas, promoveu uma união ao substrato tão efetiva quanto a resistência coesiva do material reparador.

Já no sistema Clearfil SE Bond houve predominância da falha coesiva do opaco. Apesar de não terem sido encontrados estudos que avaliassem os tipos de fratura do sistema em questão, acredita-se que a falha coesiva tenha ocorrido porque a união entre o agente opacificador e a superfície metálica, promovida pelo Alloy Primer, pelo Cesead Opaco Primer e pelo jateamento com óxido de alumínio, foi mais efetiva que a resistência coesiva do opaco.

6.2 Reparo em cerâmica

No reparo realizado sobre a superfície cerâmica, os sistemas Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com óxido de alumínio (Grupo controle), Cojet Sand e Bistite II DC apresentaram resultados estatisticamente iguais. No entanto, apenas o sistema Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com óxido de alumínio (Grupo controle) foi significativamente melhor que os sistemas Clearfil SE Bond e Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com sílica, os quais foram iguais entre si.

Apesar da diferença estatística, não houve grande variação entre os valores de resistência dos sistemas avaliados (16,18 MPa a 21,05 MPa). Isto pode ser explicado pelo fato de todos os grupos terem apresentado fratura coesiva da porcelana, evidenciando, desta forma, que a resistência de união entre o material reparador e o substrato foi superior à resistência do próprio substrato, tendo sido este comportamento também observado na literatura^{2,3,6,11,17-20,22,23,26,31,34,36,41,48,56,59,61,63,64}. Diante disto, a eficácia das diferentes modalidades de tratamento não foi evidenciada.

Esta hipótese ainda pode ser reforçada pela proximidade entre os valores obtidos nos grupos avaliados e a média de resistência coesiva da porcelana utilizada, que foi de 21,34 MPa.

Na literatura, apenas os sistemas Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com óxido de alumínio (Grupo controle), Cojet Sand e Clearfil SE Bond puderam ser encontrados e, ainda assim, em nenhum dos estudos, foi realizada uma comparação entre os mesmos.

Em relação ao Grupo controle, Chung e Hwang¹², em 1997, também observaram que este sistema, juntamente com outros dois dos seis analisados, apresentaram os melhores resultados (16,2 MPa). Outros trabalhos^{3,9,17,18,19,48,62,64} que também empregaram o silano e o adesivo do Scotchbond Multi Uso Plus tiveram seus resultados variando entre 11,19 e

20,71 MPa. Esta variação muito provavelmente se deve às diferenças de metodologia entre trabalhos.

Na literatura, o sistema Cojet Sand, cujo mecanismo de ação já foi amplamente abordado no reparo em metal, também apresentou resultados favoráveis em porcelana^{26,57}. Haselton et al.²⁶ encontraram um valor de resistência ao cisalhamento de 22,4 MPa, também próximo ao do presente estudo.

Quanto ao sistema Bistite II DC, não há trabalhos que tenham avaliado sua eficácia, impossibilitando qualquer comparação de valores de resistência deste.

Finalmente, em relação ao Clearfil SE Bond, apenas um trabalho foi encontrado. Kelsey et al.²⁹, em 2000, observaram, para este sistema, médias de 16,6 e 20,0 MPa para diferentes condições experimentais, estando de acordo com a obtida na presente pesquisa.

Avaliando o comportamento dos sistemas utilizados na porcelana, pode-se concluir que, no caso de fratura apenas deste substrato, o reparo com o sistema Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento de óxido de alumínio é uma das melhores opções, considerando sua eficácia, comprovada em várias pesquisas,^{12,17,18,19,48,62,64} e, além disto, seu custo que é consideravelmente inferior ao dos demais sistemas.

6.3 Considerações finais

Conforme pode ser observado, existe uma diversidade muito grande de metodologia entre os trabalhos que avaliam os diferentes sistemas de reparo, dificultando a seleção do material mais apropriado para determinado tipo de substrato.

Este fato pode ser evidenciado na clínica odontológica pela dificuldade que os cirurgiões-dentistas possuem quando estão diante da necessidade de se realizar um reparo, principalmente em superfície metálica. Talvez isto ocorra pela falta de estudos em relação a este substrato e, quando existem, estão relacionados, em sua grande maioria, com ligas nobres, atualmente pouco utilizadas na confecção de metalocerâmicas pelo seu alto custo. De acordo com os resultados deste trabalho, o sistema Cojet Sand seria uma ótima opção para reparo de fraturas com envolvimento da superfície metálica.

Em caso de fratura mista, onde existe exposição tanto do metal quanto da porcelana, o sistema Cojet Sand também poderia ser utilizado, uma vez que apresentou as maiores médias de resistência nos dois substratos. Entretanto, este sistema não teve grande aceitação no Brasil, provavelmente pelo seu custo elevado.

Apesar da superioridade observada, neste estudo, para alguns sistemas de reparo em metalocerâmicas, novas pesquisas devem ser

realizadas, abordando outras propriedades destes materiais para a obtenção de parâmetros mais seguros, para que os mesmos possam ser indicados na clínica odontológica.

CONCLUSÃO

7 Conclusão

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

- mediante grande exposição de metal (liga de níquel-cromo) em uma prótese metalocerâmica fraturada, o sistema Cojet Sand seria o material mais indicado;
- em caso de fratura com exposição apenas da porcelana feldspática, os sistemas Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com óxido de alumínio (Grupo controle), Cojet Sand ou Bistite II DC poderiam ser utilizados;
- no metal, todos os grupos experimentais apresentaram falha do tipo adesiva, com exceção do sistema Clearfil SE Bond, cuja falha foi coesiva do opaco;
- na porcelana, todos os grupos experimentais apresentaram falha do tipo coesiva do substrato.

REFERÊNCIAS

8 Referências*

1. AGRA, C.M.; GARÓFALO, J.C.; VIEIRA, G.F. Silano – análise da importância deste material na união química entre porcelana e resina composta. **Âmbito Odontológico**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 326-331, Janeiro 1993.
2. AIDA, M.; HAYAKAWA, T.; MIZUKAWA, K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 73, n. 5, p. 464-470, May 1995.
3. APPELDOORN, R.E.; WILWERDING, T.M.; BARKMEIER, W.W. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair systems. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 70, n. 1, p. 6-11, July 1993.
4. BAILEY, J.H. Porcelain-to-composite bond strengths using four organosilane materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 61, n. 2, p. 174-177, Feb. 1989.
5. BELLO, J.A.; MYERS, M.L.; GRASER, G.N.; JARVIS, R.H. Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 54, n. 6, p. 788-794, Dec. 1985.
6. BERRY, T.; BARGHI, N.; CHUNG, K. Effect of water storage on the silanization in porcelain repair strength. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 26, n. 6, p. 459-463, June 1999.

7. CALAMIA, J.R.; SIMONSEN, R.J. Effect of coupling agents on bond strength of etched porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 63, sp. iss., p. 179, Mar. 1984. Abstract 79.
8. CALAMIA, J.R.; VAIDYNATHAN, J.; VAIDYNATHAN, T.K.; HIRSCH, S.M. Shear bond strength of etched porcelains. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 64, sp.iss., p. 296, Mar. 1985. Abstract 1096.
9. CANAY, S.; HERSEK, N.; ERTAN, A. Effect of different acid treatments on porcelain surface. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 95-101, Jan. 2001.
10. CHANG, J.C.; KOH, S.H.; POWERS, J.M.; DUONG, J.H. Tensile bond strengths of composites to a gold-palladium alloy after thermal cycling. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 87, n. 3, p. 271-276, Mar. 2002.
11. CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 23, n. 5, p. 250-257, Sept. 1998.
12. CHUNG, K.H.; HWANG, Y.C. Bond strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 78, n. 3, p. 267-274, Sept. 1997.

13. COBB, D.S.; VARGAS, M.A.; FRIDRICH, T.A.; BOUSCHLICHER, M.R.
Metal surface treatment: characterization and effect on composite-to-metal bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, n. 5, p. 437-433, Sept. 2000.
14. COCHRAN, M.A.; CARLSON, T.J.; MOORE, B.K.; RICHMOND, N.L.; BRACKETT, W.W. Tensile bond strengths of five porcelain repair systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 13, n. 4, p. 162-167, Apr. 1988.
15. CZERN, R.J.; WAKEFIELD, C.W.; ROBBINS, J.W., FULKERSON, M.S.
Shear bond strength of composite resin to microetched metal with five newer-generation bonding agents. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 20, n. 2, p. 58-62, Mar./Apr. 1995.
16. DELLA BONA, A.; VAN NOORT, R. Ceramic surface preparations for resin bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 6, p. 276-280, Dec. 1998.
17. DIAZ-ARNOLD, A.M.; AQUILINO, S.A. An evaluation of the bond strengths of four organosilane materials in response to thermal stress. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 62, n. 3, p. 257-260, Sept. 1989.
18. DIAZ-ARNOLD, A.M.; SCHINEIDER, R.L.; AQUILINO, S.A. Bond strengths of intraoral porcelain repair materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 61, n. 3, p. 305-309, Mar. 1989.
19. DIAZ-ARNOLD, A.M.; WISTROM, D.W.; AQUILINO, S.A.; SWIFT Jr, E.J.
Bond strengths of porcelain repair adhesive systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, n. 6, p. 291-294, Dec. 1993.

20. EAMES, W.B.; ROGERS, L.B.; FELLER, P.R.; PRICE, W.R. Bonding agents for repairing porcelain and gold: an evaluation. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 2, n. 3, p. 118-124, Summer 1977.
21. EDRIS, A.A.; JABR, A.A.; COOLEY, R.L.; BARGHI, N. SEM evaluation of etch patterns by three etchants on three porcelains. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 64, n. 6, p. 734-739, Dec. 1990.
22. FERRANDO, J.P.; GRASER, G.N.; TALLENTS, R.H.; JARVIS, R.H. Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 50, n. 1, p. 44-50, July 1983.
23. FRANKENBERGER, R.; KRÄMER, N.; SINDEL, J. Repair strength of etched vs silica-coated metal-ceramic and all-ceramic restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 25, n. 3, p. 209-215, May/June 2000.
24. GREGORY, W.A.; MOSS, S.M. Effect of heterogeneous layers of composite and time on composite repair of porcelain. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 15, n. 1, p. 18-22, Jan./Feb. 1990.
25. GREGORY, W.A.; HAGEN, C.A.; POWERS, J.M. Composite resin repair of porcelain using different bonding materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 13, n. 3, p. 114-114, Summer 1988.
26. HASELTON, D.R.; DIAZ-ARNOLD, A.M.; DUNNE Jr, J.T. Shear bond strengths of two intraoral porcelain repair systems to porcelain or metal substrates. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 86, n. 5, p. 526-531, Nov. 2001.

27. HAYAKAWA, T.; HORIE, 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.**, Tokyo, v. 8, n. 4, p. 238-240, July 1992.
28. JEDYNAKIEWICZ, N.M.; MARTIN, N. The effect of surface coating on the bond strength of machinable ceramics. **Biomaterials**, Guilford, v. 22, n. 7, p. 749-752, Apr. 2001.
29. KELSEY, W.P.; LATTA, M.A.; STANISLAV, C.M.; SHADDY, R.S. Comparison of composite resin-to-porcelain bond strength with three adhesives. **Dent. Mater.**, Tokyo, v. 48, n. 4, p. 418-421, July/Aug. 2000.
30. KERN, M.; THOMPSON, V.P. Sandblasting and silica-coating of dental alloys: volume loss, morphology and changes in the surface composition. **Dent. Mater.**, Tokyo, v. 9, n. 5, p. 155-161, May 1993.
31. KNIGHT, J.S.; HOLMES, J.R.; BRADFORD, H.; LAWSON, C. Shear bond strengths of composite bonded to porcelain using porcelain repair systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, n. 4, p. 250-254, Aug. 2003.
32. KUMBULOGLU, O.; USER, A.; TOKSAVUL, S.; VALLITTU, P.K. Intra-oral adhesive systems for ceramic repairs: a comparison. **Acta Odontol. Scand.**, Stockholm, v. 61, n. 5, p. 268-272, Oct. 2003.
33. KUPIEC, K.A.; WUERTZ, K.M.; BARKMEIER, W.W.; WILWERDING, T.M. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-

- porcelain repair. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 76, n. 2, p. 119-124, Aug. 1996.
34. LACY, A.M.; LALUZ, J.; WATANABE, L.G.; DELLINGES, M. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 89, n. 3, p. 288-291, Sept. 1988.
35. LATTA, A.M.; BARKMEIER, W.W. Approaches for intraoral repair of ceramic restorations. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jamesburg, v. 21, n. 8, p. 635-644, Aug. 2000.
36. 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.**, Oxford, v. 26, n. 2, p. 130-137, Feb. 1999.
37. LLOBELL, A.; NICHOLLS, J.I.; KOIS, J.C.; DALY, C.H. Fatigue life of porcelain repair systems. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 5, n. 3, p. 205-213, May/June 1992.
38. LÜTHY, H.; MARINELLO, C.P.; SCHÄRER, P. Factors influencing metal-resin tensile bond strength to filled composites. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 67, sp. iss., p. 223, Jan. 1988. Abstract 884.
39. NEWBURG, R.; PAMEIJER, C.H. Composite resins bonded to porcelain silane solution. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 96, n. 2, p. 288-291, Feb. 1978.

40. NAYYAR, A.; WENNER, K.; KINCAID, J. Bond strength of four porcelain repair system. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 64, sp. iss., p. 296, Mar. 1985. Abstract 1094.
41. O'KRAY, K.; SUCHAK, A.J.; STANFORD, J.W. Shear strength of porcelain repair materials. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 66, sp. iss., p. 207, Mar. 1987. Abstract 805.
42. ÖZCAN, M. Evaluation of alternative intra-oral techniques for fractured ceramic-fused-to-metal restorations. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 194-203, Feb. 2003.
43. ÖZCAN, M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal-restorations. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 30, n. 3, p. 265-269, Mar. 2003.
44. 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.**, Lombard, v. 15, n. 3, p. 299-302, May/June 2002.
45. ÖZCAN, M.; PFEIFFER, P.; NERGIZ, I. A brief history and current status of metal-and ceramic surface-conditioning concepts for resin bonding dentistry. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 29, n. 11, p. 713-724, Nov. 1998.
46. ÖZCAN, M.; PROANO, P.; SCHULZ, A.; NIEDERMEIER, W. Clinical outcomes on fractured ceramic-fused-to-metal restorations repaired with an intraoral silicacoating method. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 78, n. sp. iss., p. 302, Mar. 1999. Abstract 1573.

47. PAMEIJER, C.H.; LOUW, N.P.; FISCHER, D. Repairing fractured porcelain: how surface preparation affects shear force resistance. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 127, n. 2, p. 203-209, Feb. 1996.
48. PRATT, R.C.; BURGESS, J.O.; SCHWARTZ, R.S.; SMITH, J.H. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 62, n. 1, p. 11-13, July 1989.
49. REIS, A.L.R.; SÉRGIO, P.P.; GALAN Jr, J.; NAMEN, F.M.; SALGADO, L.P.S. Reparo em porcelana com resina composta. Tipos de tratamento. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 2, p. 92-96, Março/Abril 1997.
50. SCHMAGE, P.; NERGIZ, I.; HERRMANN, W.; ÖZCAN, M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 123, n. 5, p. 540-546, May 2003.
51. SENDA, A.; SUZUKY, M.; JORDAN, R.E. The effect of fluorides and hydrofluoric acids on porcelain surfaces. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 68, sp. iss., p. 236, Mar. 1989. Abstract 436.
52. SHAHVERDI, S.; CANAY, S.; SAHIN, E.; BILGE, A. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 25, n. 9, p. 699-705, Sept. 1998.

53. SIMONSEN, R.J.; CALAMIA, J.R. Tensile bond strength of etched porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 62, sp. iss., p. 297, Mar. 1983. Abstract 1154.
54. SORENSEN, J.A.; EGELMAN, M.J.; TORRES, T.J.; AVERA, S.P. Shear bond strength of composite resin to porcelain. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 4, n. 1, p. 17-23, Jan./Feb. 1991.
55. STANGEL, I.; NATHANSON, D. Shear strength of composite bond to etched porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 66, n. 9, p. 1460-1465, Sept. 1987.
56. SULIMAN, A.A.; SWIFT Jr, E.J.; PERDIGÃO, J. Effects of surface treatments and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 70, n. 2, p. 118-120, Aug. 1993.
57. SUN, R.; SUANSUWAN, N.; KILPATRICK, N.; SWAIN, M. Characterisation of tribochemically assisted bonding of composite resin to porcelain and metal. **J. Dent.**, Bristol, v. 28, n. 6, p. 441-445, Aug. 2000.
58. TAIRA, Y.; YOSHIDA, K.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Phosphate and thiophosphate primers for bonding prosthodontic luting materials to titanium. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 79, n. 4, p. 384-388, Apr. 1998.
59. THOMAS, C.A.; HARTSOCK, T.E.; DOSSET, J.; MITCHELL, R.J. Thermocycling, silanization and tensile bond strength of resin to porcelain. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 66, sp. iss., p. 207, Mar. 1987.

60. THOMAS, C.A.; HARTSOCK, T.E.; RICHARDS, N.D.; MITCHELL, R.J.
Effects of silanization treatments on resin-porcelain bond strength. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 67, sp. iss., p. 223, Mar. 1988. Abstract 882.
61. THURMOND, J.W.; BARKMEIER, W.W.; WILWERDING, T.M. Effect of
porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded
to porcelain. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 72, n. 4, p. 355-359, Oct.
1994.
62. TULUNOGLU, I.F.; BEYDEMIR, B. Resin shear strength to porcelain and
a base metal alloy using two polymerization schemes. **J. Prosthet. Dent.**,
St. Louis, v. 83, n. 2, p. 181-186, Feb. 2000.
63. TYLKA, D.F.; STEWART, G.P. Comparison of acidulated phosphate
fluoride gel and hydrofluoric acid etchants for porcelain-composite repair.
J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 72, n. 2, p. 121-127, Aug. 1994.
64. WOLF, D.M.; POWERS, J.M.; O'KEEFE, K.L. Bond strength of composite
to porcelain treated with new porcelain repair agents. **Dent. Mater.**,
Tokyo, v. 11, n. 1, p. 158-161, May 1992.
65. WOLF, D.M.; POWERS, J.M.; O'KEEFE, K.L. Bond strength of composite
to etched and sandblasted porcelain. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, n.
3, p. 155-158, June 1993.

APÊNDICE

Apêndice

Apêndice A – Valores originais, médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de resistência ao cisalhamento (MPa) dos sistemas de reparo em superfície metálica.

	Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Sistema Cojet Sand	Al ₂ O ₃ + SBMUP	Cojet Sand + SBMUP
	13,66	7,44	20,53	13,59	11,43
	14,85	7,46	20,68	13,74	11,88
	15,38	7,59	21,91	14,40	11,97
	17,70	7,88	24,50	14,59	12,60
	18,40	8,25	25,67	14,66	12,94
	20,19	8,52	26,12	15,38	13,04
	20,24	9,34	26,16	15,73	13,18
	21,09	9,59	26,49	16,86	14,20
	21,19	9,63	29,64	21,53	14,72
	21,32	10,03	30,74	22,12	15,12
Média	18,40	8,57	25,24	16,26	13,11
D.P.	2,88	1,00	3,46	3,09	1,24
C.V. %	15,66	11,64	13,69	18,99	9,44

Apêndice B – Valores originais, médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de resistência ao cisalhamento (MPa) dos sistemas de reparo em superfície cerâmica.

	Clearfil SE Bond	Bistite II DC	Sistema Cojet Sand	Al ₂ O ₃ + SBMUP	Cojet Sand + SBMUP
	13,11	12,97	15,17	15,72	13,58
	14,56	13,91	15,39	17,82	13,63
	15,41	16,32	16,25	18,10	15,18
	15,93	17,04	16,90	19,92	15,80
	16,60	17,79	18,12	21,16	15,86
	17,28	18,51	20,33	21,54	16,85
	18,07	18,62	21,19	21,90	16,92
	18,57	19,91	22,03	23,74	18,20
	19,73	22,23	23,98	24,94	17,29
	19,86	23,09	26,07	25,67	18,50
Média	16,91	18,04	19,54	21,05	16,18
D.P.	2,22	3,23	3,77	3,22	1,71
C.V. %	13,10	17,90	19,30	15,30	10,56

RESUMO

SANTOS, J. G. Avaliação da resistência ao cisalhamento de sistemas para reparo em metalocerâmicas. 2004. 164f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2004.

RESUMO

O reparo em próteses metalocerâmicas é um procedimento útil em determinadas situações clínicas. Recentemente surgiram no mercado alguns materiais designados para tal finalidade que, segundo seus fabricantes, são promissores. Neste trabalho foi avaliada a resistência ao cisalhamento de determinados sistemas de reparo para metalocerâmicas. Foram confeccionadas amostras cilíndricas em liga de NiCr (Vera Bond II) e em porcelana feldspática (Noritake). Após inclusão destas em anel de PVC, suas superfícies foram lixadas (320) e, com auxílio de matriz bi-partida (5 mm diâmetro e 2 mm altura), receberam um dos seguintes tratamentos (n=10): 1) sistema Clearfil SE Bond/Clearfil AP-X (Kuraray), 2) sistema Bistite II DC/Palfique (Tokuyama), 3) sistema Cojet Sand/Z100 (3M-ESPE), 4) jateamento com Al_2O_3 e sistema Scotchbond Multi Uso Plus/Z100 (3M-ESPE)

(grupo controle), e 5) jateamento com Cojet Sand e sistema Scotchbond Multi Uso Plus/Z100. Os corpos-de-prova foram armazenados por 24 horas em água destilada a 37°C, termociclados (1.000 ciclos – 5° a 55°C) e, então, deixados nas condições descritas acima por mais 8 dias. O ensaio foi realizado em máquina MTS 810 com velocidade de 0,5 mm/min. Os valores originais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. No metal, as médias de resistência dos grupos de 1 a 5 foram respectivamente de 18,40 MPa (B), 8,57 MPa (D), 25,24 MPa (A), 16,26 MPa (BC) e de 13,11 MPa (C) (valor crítico 3,2). Em porcelana, foram de 16,91 MPa (B), 18,04 MPa (AB), 19,54 MPa (AB), 21,05 MPa (A) e de 16,18 MPa (B) (valor crítico 3,7). A melhor opção mediante exposição em metal foi o sistema Cojet Sand. Em porcelana, os sistemas Scotchbond Multi Uso Plus associado ao jateamento com Al₂O₃, Cojet Sand e Bistite II DC apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Resistência ao cisalhamento, ligas metalo-cerâmicas, prótese dentária - reparo.

ABSTRACT

SANTOS, J. G. Shear bond strength of porcelain repair systems. 2004. 164f. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Oral) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2004.

ABSTRACT

Fracture of porcelain in metal-ceramic restorations is a common clinical problem and sometimes the repair is a useful solution. Recently some new repair materials with promising results according to their manufactures are available. The aim of this study was to evaluate the shear bond strengths of porcelain repair systems. Fifty disks in NiCr alloy (Vera Bond II) and in feldspatic porcelain (Noritake) were made. The specimens were included in acrylic resin and the surfaces were ground with 320-grit silicon carbide paper. Metal and porcelain specimens were divided into five groups of ten each and the bonding sites received one of the following treatments: 1) Clearfil SE Bond/Clearfil AP-X (Kuraray), 2) Bistite II DC/Palfique (Tokuyama), 3) Cojet Sand System/Z100 (3M-ESPE), 4) air-abrading with Al_2O_3 and Scotchbond Multi Purpose/Z100 (3M-ESPE) (control group) and 5) air-abrading with Cojet Sand and Scotchbond Multi Purpose/Z100. After storage for 24 hours in distilled water at 37°C, thermocycling (1.000 cycles - 5° and 55°C) and

storage for more 8 days at the same conditions above, the shear bond strength test was performed in a testing machine MTS 810 at a crosshead speed of 0.5mm/min until fracture. Statistical analysis of the data was accomplished by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test. In metal, the bond strengths of groups 1 to 5 were, respectively 18,40 MPa (B), 8,57 MPa (D), 25,24 MPa (A), 16,26 MPa (BC) and 13,11 MPa (C). In porcelain, the bond strengths of the five groups were 16,91 MPa (B), 18,04 MPa (AB), 19,54 MPa (AB), 21,05 MPa (A) and 16,18 MPa (B). The best option when occurs metal exposure is Cojet Sand System. In porcelain, air-abrading with Al_2O_3 and Scotchbond Multi Purpose, Cojet Sand System and Bistite II DC showed the best results.

Keywords: Shear strength, metal ceramic alloys, dental prosthesis - repair.