

ELSON BRAGA DE MELLO

INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA
INFILTRAÇÃO MARGINAL DE REPAROS EM PORCELANA



Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA, Área de Concentração em Odontologia Restauradora.

Orientadora: Prof^ª. D^{ra}. Regina Célia Santos Pinto Silva

São José dos Campos

2001

7 2 90
M489i
t 1465

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

BELLINI, A.B.; SILVA, E.A. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP, 2000. 81p.

MELLO, E. B. Influência do tratamento de superfície na infiltração marginal de reparos em porcelana. 2001. 113f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

DEDICATÓRIA

Sob as bênçãos do Criador,
renascemos tutelados por pais amorosos que
se desvelam em proporcionar-nos vitórias
sobre os embates do mundo.

Tive a ventura de tê-los ao meu lado,
e, muito saudosos por não poder presenteá-
los pessoalmente com o fruto deste esforço
para o qual tanto lutaram, dedico-lhes com a
gratidão eterna de quem muito os ama...

Obrigado, queridos pais, por terem
plantado em meu coração a certeza da
própria capacidade de superar dificuldades e
contribuir, malgrado nossa pequenez, para
tornar o mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que dando-me saúde e disposição, possibilitou-me vencer as dificuldades da caminhada.

Aos meus filhos, Rafaela e Hugo, pelo estímulo que representam em minha vida. À Glória, pelo auxílio em diversos momentos.

Aos irmãos Elier e Euler, incentivadores e colaboradores.

À Prof^a. D^{ra}. Regina Célia Santos Pinto Silva, carinhosa e dedicada orientadora, sempre presente nos momentos de alegria ou dificuldade, estimulando para a materialização deste ideal.

Aos Professores Titulares Henrique Duque de Miranda Chaves Filho e Maria Amélia Máximo de Araújo, que possibilitaram a criação do valoroso convênio entre a Universidade Federal de Juiz de Fora e a Universidade Estadual Paulista para a realização deste Curso.

À CD Fernanda Ribeiro Porto, dedicada cooperadora e incentivadora, presente ao longo de todo este trabalho.

Ao Prof. Dr. Josemar Parreira Guimarães, estimulador da primeira hora.

À CD Liliane Resende Ferraz, pelo auxílio nos textos e metodologia.

Aos CD Heligton de Sant'Anna Almeida, Gilmara Chaves Mageste Almeida e Simone Maria Ragone Guimarães, pela colaboração na obtenção de imagens.

Aos Professores Márcio José Martins Alves, responsável pela análise estatística, pela boa-vontade e dedicação e Ivan Balducci, também colaborador desta área, pela assistência carinhosa no momento requerido.

Ao TPD João Paulo Sudré, de imensa boa-vontade na confecção dos corpos de prova.

À Roberta Costa Gonçalves, pela assistência na metodologia e atenção sempre presente.

Aos colegas do Curso de Mestrado e Doutorado, Alexandre, Edson, Henrique Nogueira, Lúcia Andréa, Luzia, Neuza, Paulo, Ana Elisa, Antônio Márcio, Cristina, Flávio, Henrique Duque, Marília, Renato e Wildomar, pela amizade e companheirismo.

Às funcionárias Neide do Nascimento, da Biblioteca, Liliane Franchitto e Michele Fernandes, do Departamento de Odontologia Restauradora, pela atenção e carinho constantes.

A todos os que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	7
RESUMO	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1 Reparos e tratamentos em superfícies cerâmicas	12
2.2 Infiltração marginal	66
3 PROPOSIÇÃO	75
4 MATERIAL E MÉTODO	76
5 RESULTADOS	87
6 DISCUSSÃO	93
7 CONCLUSÃO	103
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS	111
ABSTRACT	113

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Confecção dos cilindros em porcelana	79
FIGURA 2 -	Confecção dos cilindros em porcelana	80
FIGURA 3 -	Condicionamento de superfície no cilindro em porcelana	81
FIGURA 4 -	Fotografia do <i>microetcher</i>	82
FIGURA 5 -	Matriz de aço revestindo parte da porcelana após tratamento de superfície	83
FIGURA 6 -	Vista superior da área tratada, após aplicação de adesivo <i>Single Bond, 3M</i>	83
FIGURA 7 -	Fotografia do corpo de prova concluído, após união da resina composta <i>Z250, 3M</i> à porcelana ...	83
FIGURA 8 -	Fotografia da máquina de ciclagem térmica <i>Ética</i> ...	84
FIGURA 9 -	Fotografia do equipamento para seccionamento dos corpos de prova <i>Labcut 1010 Extec</i>	85
FIGURA 10 -	Detalhe de seccionamento do corpo de prova	85
FIGURA 11 -	Seções de corpo de prova sobre lâmina de vidro para análise microscópica	86
FIGURA 12 -	Lupa estereoscópica <i>MC 80 DX Zeiss</i>	86
FIGURA 13 -	Infiltração marginal no grupo A	87
FIGURA 14 -	Infiltração marginal no grupo B	88
FIGURA 15 -	Infiltração marginal no grupo C	88
FIGURA 16 -	Infiltração marginal no grupo D	89
FIGURA 17 -	Infiltração marginal no grupo E	89
FIGURA 18 -	Valores médios, em mm, da máxima infiltração marginal verificada em cada grupo experimental ...	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLET = coeficiente linear de expansão térmica

AFL = ácido fluorídrico

FFA = flúor fosfato acidulado

AFO = ácido fosfórico

JOA = jato de óxido de alumínio

APD = asperização com ponta diamantada

MEV = microscopia eletrônica de varredura

PPF = prótese parcial fixa

MPa = mega-pascais

s = segundos

min = minutos

h = hora

μm = micrômetro

mm = milímetro

cm = centímetro

ml = mililitro

ml/min = milímetro por minuto

cm/min = centímetro por minuto

g = gramas

kg = quilogramas

kg/cm^2 = quilograma por centímetro quadrado

kgf = quilogramas-força

rpm = rotações por minuto

$^{\circ}\text{C}$ = graus Celsius

% = por cento

MELLO, E. B. Influência do tratamento de superfície na infiltração marginal de reparos em porcelana. 2001. 113f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

RESUMO

Fraturas em restaurações cerâmicas ocorrem com relativa freqüência na rotina clínica. Em que pese as vantagens inerentes ao seu reparo com resina composta, a infiltração marginal na interface destes materiais interfere na longevidade desta conduta. Buscou-se, então, avaliar a influência de diferentes agentes de tratamento de superfície da porcelana em seu selamento. Com esse objetivo, foram confeccionados cinquenta cilindros em porcelana, divididos em cinco grupos, sendo um controle, no qual realizou-se somente acabamento com ponta diamantada e quatro experimentais, nos quais acresceu-se agentes de condicionamento de superfície, quais sejam, ácido fluorídrico, ácido fosfórico, flúor fosfato acidulado e óxido de alumínio por jateamento. Posteriormente, foi feita aplicação seqüencial de agente silano, adesivo e resina composta. Os corpos de prova preparados foram, então, termociclados, mantidos em estufa a 37°C por 24h, corados com Rodamina B a 2% pelo mesmo período e, após lavados e secos, seccionados para observação em lupa estereoscópica com aumento de cinquenta vezes. A análise estatística por *ANOVA one-way* e *Games-Howell* evidenciou diferença entre o grupo controle e os demais, que equivaleram-se estatisticamente.

PALAVRAS-CHAVE: Porcelana; resina composta; tratamento de superfície, reparo; infiltração marginal.

1 INTRODUÇÃO

A cerâmica dentária, igualmente denominada de porcelana odontológica, é inerte ao remanescente dentário e aos tecidos adjacentes, possuindo biocompatibilidade superior a outros materiais restauradores, alta resistência compressiva e significativo desempenho estético, por apresentar cor, translucidez e luminosidade próximas do aspecto natural do dente (Anusavice², 1998). Acresça-se sua baixa condutividade térmica e elétrica e resistência à maior parte dos agentes químicos (Vieira & Agra⁶⁸, 2000). Apesar disso, como todo material restaurador, apresenta limitações. Seu coeficiente linear de expansão térmica (CLET) corresponde a 58% daquele apresentado pelo esmalte dentário (Anusavice², 1998).

O complexo padrão de tensões do meio bucal, somado à sua friabilidade, face à baixa resistência mecânica à tração e ao cisalhamento, culmina freqüentemente em fraturas, especialmente quando presentes desajustes oclusais, defeitos laboratoriais – como uma subestrutura metálica inadequada, contorno excessivo ou insuficiente de porcelana e, ainda, a ocorrência de macrotraumas (Burke & Grey¹³, 1994; Zhukovsky et al.⁷¹, 1996).

Conforme Shahverdi et al.⁵⁹ (1998), as fraturas são um sério e rotineiro problema na clínica odontológica e que, até a década anterior, somente poderia ser solucionado com a remoção e posterior substituição da restauração cerâmica. Segundo Noel & Mitchell⁴³ (1997), as causas da fratura precisam ser detidamente analisadas, definindo-se por substituí-la, quando haja deficiências de qualquer espécie, especialmente se relacionadas à fratura ocorrida, ou repará-la em caso

contrário. Esta última opção traria como aspecto positivo a redução de custos, tempo e trabalho, além de reduzir sobremaneira o desconforto ao paciente.

Existem situações, ainda, em que os reparos nas restaurações cerâmicas estão bem indicadas, como quando se faz necessário um acesso endodôntico através dessas ou se deseja ajustar pequenas particularidades como contorno ou cor (Burke & Grey¹³, 1994).

Os reparos intraorais apresentam bons resultados segundo a maioria das pesquisas. Suas etapas consistem em tratar a superfície cerâmica com uma ou mais das opções disponíveis - ácido fluorídrico (AFL) em concentrações de 5% a 10%; flúor fosfato acidulado (FFA) em concentrações de 1,23% a 4%; ácido fosfórico (AFO) em concentrações de 32% a 40%; jateamento com óxido de alumínio (JOA), dentre outras - seguindo-se a aplicação de silano, adesivo e resina composta. Nas situações de fraturas amplas, pode-se confeccionar nova peça de porcelana e cimentá-la ao remanescente (Robin et al.⁵⁵, 1996; Pameijer et al.⁴⁷, 1996; Kupiec et al.³⁶, 1996; Chung & Hwang¹⁸, 1997; Li et al.³⁹, 1998; Robbins⁵⁴, 1998; Chen et al.¹⁷, 1998).

A maioria dos estudos aponta o AFL a 10% como o tratamento de superfície que oferece maior força de união, em comparação com as demais alternativas avaliadas, apresentando, ainda, a vantagem de exigir menor tempo de aplicação sobre a cerâmica (Kupiec et al.³⁶, 1996; Pameijer et al.⁴⁷, 1996; Robbins⁵⁴, 1998). Entretanto, conforme Robbins⁵⁴ (1998), esse produto é potencialmente danoso tanto para tecidos duros quanto tecidos moles e somente deve ser usado quando seja possível a utilização de isolamento absoluto com dique de borracha. Não sendo possível, o autor cita o FFA a 1,23% como produto alternativo indicado. Tylka & Stewart⁶⁶ (1994) afirmam que o melhor nível de força de união fornecido pelo AFL não o torna melhor que o FFA, pelo perigo que aquele representa. Robin et al.⁵⁵ (1996) obtiveram melhor resultado de união com FFA em relação a outras alternativas, apesar de

este exigir maior tempo de aplicação – 10min, contra 2min do AFL. Também é viável o uso de JOA, que oferece rugosidade à superfície da cerâmica e um bom nível de força de união, apresentando a necessidade, entretanto, de isolamento absoluto, como o AFL (Pameijer et al.⁴⁷, 1996; Uctasli⁶⁷, 1996 e Robbins⁵⁴, 1998). O AFO é outra alternativa citada pela literatura (Lacy et al.³⁷, 1988; Chadwick et al.¹⁵, 1998 e Bourke & Rock¹¹, 1999) com bons níveis de união.

Segundo Baratieri et al.⁷ (1999), as resinas compostas, em que pesem os recentes avanços, ainda apresentam baixa estabilidade dimensional, com elevada contração de polimerização – entre 2,3% a 7,1% – o que acaba por favorecer a infiltração marginal. Desse modo, há a possibilidade de se ter, na interface reparada da cerâmica dentária com resina composta, uma infiltração marginal que pode comprometer a qualidade e a longevidade do reparo.

É provável que os diferentes materiais disponíveis para tratamento de superfície da cerâmica influenciem de modo variável no nível de união dos materiais restauradores, podendo ocorrer infiltração marginal entre os mesmos, e, nesse caso, influenciando a qualidade estética do reparo, em virtude de alterações de cor daí advindas, havendo, ainda, possível influência na longevidade da união obtida. A literatura é escassa, entretanto, em avaliar a capacidade de selamento das margens do reparo, relevando-se a conveniência de pesquisar a infiltração marginal na interface entre resina composta e porcelana dentária.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Objetivando melhor distribuição do embasamento teórico apresentado, a revisão da literatura foi subdividida em dois tópicos: reparos e tratamentos em superfícies cerâmicas e infiltração marginal.

2.1 Reparos e tratamentos em superfícies cerâmicas

Ferrando et al.²⁶ (1983) pesquisaram e discutiram a força de adesão e a microinfiltração de materiais para reparo de porcelana. Naquela época os recursos eram relativamente precários, levando os autores a considerar que a retenção das resinas restauradoras à porcelana dentária era pobre e difícil de se conseguir. Citam que a asperização da superfície da porcelana é um dos recursos disponíveis, bem como a utilização do silano, que aumenta a adesão entre esses materiais. Na pesquisa desenvolvida, os autores se propuseram a comparar cinco sistemas de reparos de porcelana – assim compreendidos os conjuntos de materiais oferecidos ao mercado por fabricantes, incluindo todos os itens necessários a essa conduta operatória – e a avaliar a resistência à tração, a microinfiltração na interface entre resina composta e porcelana e a possível relação existente entre força de tração e microinfiltração. As amostras para esse estudo *in vitro* foram confeccionadas com botões de porcelana, aos quais os materiais de reparo eram aderidos. Os produtos testados foram: *Adaptic* (Johnson & Johnson), utilizado como grupo controle, *Cyano-Veneer* (Ellman), *Den-*

Mat (Den-Mat), *Enamelite 500* (Lee) e *Fusion* (Fusion). Dez corpos de prova de cada grupo foram testados após armazenagem em água a 37°C por uma semana e outros dez por período de quatro semanas, totalizando cem amostras para cada teste realizado. Os botões de porcelana - *Will-Ceram* (Williams) - foram confeccionados com um molde metálico circular de diâmetro 9/16 de polegada (cerca de 1,5mm) e 1/8 de polegada de espessura (aproximadamente 0,3mm), no qual o material foi condensado e, após a remoção do excesso de água, deixado secar por 10min e por fim levado ao forno a vácuo com temperatura de 1760°F (cerca de 520°C). Posteriormente, as amostras receberam JOA 50µm por 1min. As instruções dos fabricantes dos sistemas de reparo foram seguidas e um cilindro de 2mm de resina composta foi aplicado sobre cada botão. Os testes de resistência à tração foram realizados em máquina *Instron* (*Instron*). Para o teste de microinfiltração, os corpos de prova foram mantidos em fucsina básica a 0,5% por 24h, posteriormente seccionados em espessuras de 0,88mm e observados em microscopia com aumento de sete vezes. Os resultados foram analisados pelo método ANOVA, evidenciando que não houve diferença estatística significativa nos dois períodos de armazenagem. No teste de resistência à tração, o sistema *Enamelite 500* obteve resultado significativamente maior que os demais, o mesmo ocorrendo com o sistema *Fusion* em relação aos outros produtos, os quais tiveram resultados similares entre si. Em relação ao teste de microinfiltração, o sistema *Cyano-Veneer* mostrou-se significativamente mais sujeito à infiltração que os demais, o que também ocorreu com *Adaptic* (controle) em relação aos outros produtos. Os demais foram semelhantes. A comparação estatística dos dois testes demonstrou não haver relação entre seus resultados. O sistema *Enamelite 500* apresentou os melhores resultados, com maior resistência à tração e menor microinfiltração.

Bello et al.⁹ (1985) afirmam que a fratura de restaurações metalo-cerâmicas representa um problema clínico difícil. As razões para falhas na porcelana podem incluir inadequado suporte metálico, espessura excessiva de porcelana, falhas técnicas e forças oclusais. Se a restauração se apresenta em condições aceitáveis, o reparo intra-oral é uma alternativa viável. Vários sistemas comercialmente disponíveis podem ser empregados, os quais incluem resinas e agentes de união. Estudos prévios demonstraram que o agente silano forma uma união química entre a resina utilizada e a porcelana. Neste estudo objetivou-se avaliar a força de adesão (teste de resistência à tração) e a microinfiltração dos novos sistemas de reparo, bem como a possível relação que haja entre as mesmas. Os sistemas empregados foram: *Enamelite 500* (Lee), *Enamelite 500 plus* (Lee), *Den-Mat* (Den-Mat) e *Silanit* (Vivadent). Foram obtidos 160 botões de porcelana (Williams), medindo 1,4cm de diâmetro e 0,32cm de espessura (sendo oitenta para cada teste), a partir de molde metálico adequadamente lubrificado com produto da mesma marca comercial da porcelana, posteriormente levados a forno para queima por 10min, em temperatura de 1760°F a vácuo e resfriados a 200°F por 5min. Em seguida, todos os botões de porcelana receberam JOA 50µm. O teste de resistência à tração foi desenvolvido em máquina *Instron*, utilizando força de 100 libras e velocidade de 1/3 de polegada por minuto. Para o teste de microinfiltração realizou-se asperização com ponta diamantada (APD) em uma das superfícies dos botões. Tubos plásticos de 6,35mm de diâmetro foram obtidos com os materiais de reparo e aderidos à porcelana. Quarenta corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por uma semana e os demais por quatro semanas. Ao final de cada intervalo, as amostras foram submersas em fucsina básica 0,5% por 24h e posteriormente inseridas em material bioplástico, para obtenção de cortes longitudinais de 1mm de espessura com fino disco de diamante em máquina de corte *Gillings-Hamco* (Hamco). Cada seção obtida foi observada em microscopia com aumento

de setenta vezes por dois examinadores. A infiltração ao longo da interface foi mensurada em milímetros em escala do microscópio e a média dos dois examinadores foi obtida. A análise do teste de resistência à tração demonstrou que o sistema *Enamelite 500* apresentou o melhor resultado ao final de quatro semanas, seguido pelos sistemas *Enamelite 500 plus*, *Silanit* e *Den-Mat*. A análise estatística (*Tukey*) demonstrou diferença significativa entre os três primeiros e o sistema *Den-Mat*. Quanto à avaliação de microinfiltração, após o mesmo período de armazenamento, observou-se que o sistema *Enamelite 500* ofereceu melhor selamento marginal em relação aos demais e a análise *Tukey* demonstrou diferença significativa entre o sistema *Silanit*, de pior desempenho que os três outros. Foi possível verificar, ainda, que o sistema da *Vivadent* apresentou um significativo aumento da infiltração marginal em maior período de armazenamento, bem como um decréscimo na resistência à tração nas mesmas condições. Essa relação, entretanto, não se deu com os demais sistemas.

Experiências com reparos intraorais de porcelana sugerem que rugosidades mecânicas da superfície e condicionamento ácido, além da aplicação de silano, aumentam a longevidade dos reparos. O AFL e o FFA 1,23% são considerados como bons agentes para condicionamento da superfície da porcelana em períodos de tempo relativamente curtos. Segundo Lacy et al.³⁷ (1988), sabendo-se do perigo de uso do AFL, questiona-se se o FFA deve servir como um substituto efetivo e seguro para o condicionamento de superfícies cerâmicas. Este estudo investigou o efeito de seis tratamentos superficiais diferentes sobre a porcelana feldspática na força de adesão à resina composta, por teste de resistência ao cisalhamento. Foram preparados seis grupos (A – F) de dez corpos de prova metalo-cerâmicos de formato plano retangular (1 x 2 cm). Uma fita adesiva de 5mm de diâmetro foi aplicada na superfície da porcelana para limitar e padronizar a área de contato da resina composta.

Posteriormente, foi aplicada uma fina camada do adesivo *Scotchbond* (3M), seguido da resina P-30 (3M), fotoativada por 40s. Os tratamentos superficiais constituíram-se de: a) somente APD; b) APD e aplicação de silano; c) APD e condicionamento com FFA 1,23% por 10min; d) APD, condicionamento com FFA 1,23% por 10min e aplicação de silano; e) asperização e condicionamento com AFL a 9,5% por 4min e f) asperização, condicionamento com AFL a 9,5% por 4min e aplicação de silano. Após o preparo, as amostras foram armazenadas em água a 37°C por 24h, antes de serem submetidas ao teste em máquina universal (*Instron*). A análise do teste *ANOVA one-way* revelou não existirem diferenças significativas entre os grupos A, C e E, o que indica que, sem a aplicação do silano, a força de adesão entre resina e porcelana é relativamente fraca, independentemente do tipo de tratamento de superfície. Todas as amostras desses grupos tiveram falha na interface resina/porcelana. Houve diferença estatística significante entre grupos B e A, indicando o efeito positivo da aplicação do silano na superfície asperizada. Entretanto, a falha nestes também ocorreu na interface. Não existiram diferenças significativas entre grupos D e F, mas a força de adesão por cisalhamento foi significativamente maior nestes do que nos outros quatro grupos. As amostras revelaram fratura coesiva da porcelana. Com base nisso, pôde-se concluir que o silano foi efetivo em estabelecer adesão entre resina e porcelana, que o condicionamento da superfície cerâmica, sem a aplicação do silano, não produz força de adesão maior do que a asperização e confirmou-se a efetividade do FFA 1,23% como agente condicionante.

Em resumo publicado em 1989, Senda et al.⁵⁸ apresentaram a avaliação do efeito do FFA e do AFL sobre a porcelana, sob exame ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). Foram confeccionados 85 discos de porcelana, divididos em três grupos: a) aplicação de FFA; b) aplicação de AFL em várias concentrações; c) sem

tratamento (controle). Os autores concluíram que o FFA afetou claramente a superfície da porcelana, mas pareceu ser insuficiente para adesão micromecânica entre resina e porcelana, em comparação com o tratamento por AFL. Já o gel de fluoreto neutro não exerceu efeito na superfície cerâmica. Apesar de a corrosão criada pelo AFL 3% ter sido menor em relação à provocada por ácidos de maiores concentrações, aquela é aparentemente suficiente para adesão porcelana-resina.

Em 1991, Fan²⁵ publicou artigo de revisão da literatura, incluindo artigos apresentados na década de oitenta, por solicitação do *Council on Dental Materials, Instruments and Equipment*, da *American Dental Association*, o qual advoga que o reparo de restaurações de porcelana fraturadas é uma situação clínica desafiadora, com poucas informações acerca de seu desempenho clínico. Muitos dos reparos são considerados temporários, mas preferíveis à remoção e substituição de uma restauração fixa extensa durante até mesmo alguns anos. A conduta clínica sugerida inclui a preparação da superfície da porcelana e da superfície metálica, se exposta, e o uso de materiais de reparo de porcelana, os quais são baseados, principalmente, em um agente de união organo-silano que é bifuncional, capaz de reagir com uma superfície inorgânica como a porcelana e com uma superfície orgânica como a resina. Segundo o autor, a força de adesão clinicamente necessária para o reparo da porcelana não está bem determinada. Entretanto, os materiais de reparo se baseiam em testes de força de união *in vitro*, sendo usados testes de força de cisalhamento, tração e compressão. O efeito do tempo de armazenamento, termociclagem e tratamento de superfície, bem como asperização mecânica e condicionamento ácido são avaliados. São apresentados, ainda, resultados de pesquisas, segundo as quais determinados sistemas de reparos de porcelana apresentam decréscimo na força de união após imersão em água por trinta dias, como ocorre com o sistema *Cerinate*

Prime (fabricante não informado). O sistema *Scotchprime* (3M) mostrou ser efetivo na atuação sobre porcelanas com *glaze*, o que não ocorre com todos os sistemas pesquisados. Acerca do efeito da termociclagem sobre os sistemas de reparo de porcelana, o autor relata que a maioria destes sofre um significativo decréscimo na força de união, quando as amostras são termocicladas, exceção apresentada pelo *Scotchprime*. Outro dado relevante apresentado pelo autor foi que o reparo é significativamente afetado pelo envelhecimento de todos os materiais utilizados, após período de três meses, concluindo que esse é um procedimento clínico temporário. A mesma revisão confirma que a força de união à porcelana é acentuada com a aplicação de silano, após condicionamento de superfície com AFL ou FFA, apesar do último exigir um tempo de aplicação superior ao primeiro em três a dez vezes, segundo os autores revisados. Além dessas duas alternativas, são citadas ainda a APD e o JOA. O autor conclui esta revisão sugerindo condutas clínicas adequadas ao procedimento de reparo de porcelana, como isolamento absoluto do campo operatório, visando inibir contaminação que reduziria a força de união, e proporcionamento de área de condicionamento suficiente, o que pode ser facilitado por APD.

Rada⁵², em 1991, expôs sumariamente a técnica de reparo de restaurações cerâmicas, sugerindo que se inicie através de APD, visando remover o *glaze* de cobertura da área adjacente à fratura; posteriormente, aplicando-se AFL por período de 5min sob isolamento absoluto, após o que a superfície deve ser lavada abundantemente, obtendo-se aparência similar à do esmalte condicionado. A superfície deve, então, receber aplicação de silano e, sucessivamente, resina fluida, fotoativação, opaco – quando haja exposição da subestrutura metálica – e resina composta.

O efeito da silanização na força de adesão da resina composta à porcelana foi investigado por Vieira et al.⁶⁹ em pesquisa de 1991, na qual foram avaliados dois produtos à base de silano, associados a quatro sistemas de agente de união à resina composta, por meio de teste de cisalhamento. Foram confeccionados 240 cilindros de porcelana (*Excelco, International Inc.*) com diâmetro de 5mm e comprimento de 7mm. Os corpos de prova foram divididos em quatro grupos de sessenta cilindros e depois em seis subgrupos de dez cada. A superfície dos cilindros foi desgastada com ponta diamantada em forma de chama 3205 (*KG Sorensen*). O primeiro grupo (A) foi reparado com o sistema *ARM/Adaptic*, tendo-se utilizado nos subgrupos 1 e 2 condicionamento ácido (agente não informado) por 60s, lavagem, secagem, aplicação do agente de união e aplicação da resina composta. Dez corpos foram submetidos ao teste de cisalhamento em máquina universal (velocidade de 0,5 mm/min) após uma hora. Os outros dez espécimes foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente por sete dias, para então serem submetidos ao teste. Nos subgrupos 3 e 4 foi realizado o mesmo condicionamento ácido descrito, aplicação de três camadas de silano *Scotchprimer* (3M), fotoativação, aplicação de agente de união/resina composta *ARM/Adaptic* e demais procedimentos iguais aos subgrupos anteriores. Nos subgrupos 5 e 6 os procedimentos foram iguais aos dos subgrupos 3 e 4, com exceção do agente silano empregado, que foi o *Porcelain Repair Bonding System* (*Sybron Kerr*). No grupo B o agente de união utilizado foi *Bonding agent/Herculite* (*Kerr*); no grupo C, *Durafill Bond/Durafill* (*Kulzer*) e no grupo D o agente *Scotchbond/Silux* (3M). Os autores concluíram que o uso da solução de silano melhora significativamente a resistência de união resina composta-porcelana, sendo maior que a resistência coesiva desta última, bem como que as soluções de silano podem ser empregadas em quaisquer dos sistemas sem que haja perda efetiva de sua ação de união.

Lu et al.⁴⁰ realizaram pesquisa em 1992 na qual investigou-se o efeito de diferentes condicionamentos da cerâmica na força de adesão entre superfícies de porcelana, unidas por cimento resinoso, além de analisar a morfologia da superfície após teste de cisalhamento. A amostra foi constituída de 56 botões e 56 discos de porcelana *Vitadur N (Vita)*, que foram divididos em quatro grupos, segundo tratamento de superfície oferecido, sendo o primeiro de controle, submetido somente à limpeza com etanol; o segundo grupo recebeu AFL 2% por 150s, ao terceiro aplicou-se silano, tendo sido composto de dois subgrupos com agentes diferentes, o *Porcelain Repair Primer* (condicionamento com AFO 37% por 60s, aplicação de *primer* pelo mesmo tempo e adesivo *Bondline* polimerizado por 20s) ou o *Scotchprimer Ceramic Primer* (limpeza com AFO 37% por 60s, lavagem e secagem, aplicação de três camadas de *primer* por 5s cada e aplicação do adesivo polimerizado por 20s). Finalmente, o quarto grupo recebeu tratamento com AFL e com o silano da mesma maneira já descrita. O cimento resinoso foi aplicado aos botões, os quais foram colocados no centro dos discos de porcelana, com pressão por 10s com uma força de 100g. Cada corpo de prova foi fotoativado por 5min e armazenado em água destilada a 37°C durante sete dias e submetido a teste de resistência ao cisalhamento utilizando velocidade igual a 1mm/min. Os resultados foram analisados pelos métodos *ANOVA* e *Student*. Os dados obtidos mostraram que o grupo controle possuía força de adesão muito inferior e os grupos condicionados com ácido e silano apresentaram-na significativamente maior em relação aos grupos que receberam apenas condicionamento ácido, o que foi justificado pela união química possibilitada por este agente, segundo os autores. O *Scotchprimer Ceramic Primer* promoveu forças maiores comparado com o *Porcelain Repair Primer*, provavelmente por desenvolver mais reação de hidrólise. Parte dos corpos de prova foi observada ao MEV após ter sido submetida aos testes. A partir da análise microscópica dos pontos de fratura, pode-

se dizer que o potencial de retenção da porcelana tratada com ácido é bem maior do que a não tratada, uma vez que havia porosidade de morfologia intrincada e complexa. Os autores enfatizaram que o grupo controle apresentou fraturas na interface porcelana/cimento resinoso, ao contrário dos grupos de superfície tratada, que apresentaram fraturas coesivas, evidenciando a importância do condicionamento da superfície da porcelana no que diz respeito à força de adesão.

Em 1992, Hayakawa et al.³⁰ propuseram-se a investigar a influência do tratamento de superfície e da aplicação de silano na adesão entre resina composta e porcelana. As variáveis experimentais incluíram o polimento da superfície da porcelana com lixa de carbureto de silício com granulação mil, o condicionamento com AFO por 60s, após o mesmo polimento superficial e, num terceiro grupo, condicionamento com AFL por 60s, também após polimento superficial. Um grupo controle sem tratamento de superfície também foi testado. Cada um dos grupos subdividiu-se em três, nos quais aplicou-se diferentes marcas comerciais de silanos (*Cosmotech*, *GC*; *Laminabond*, *Shofu* e *Optec*, *Jeneric-Pentron*) por 30s, com secagem subsequente por 10s. Para o desenvolvimento da pesquisa, os autores utilizaram discos de porcelana (*LMA 3*, *Shofu*) inseridos em base de resina acrílica, os quais foram envolvidos com anel de silicone na área condicionada e seu interior preenchido com resina composta (*Laminabond*, *Shofu*), fotoativada por 90s (*Daylight*, *Shofu*), sem colocação de agentes de união. Após a polimerização, o anel de silicone foi removido e as amostras submersas em água a 37°C por um dia e posteriormente foram observadas sob MEV (*S-550*, *Hitachi*). A força de união foi, então, avaliada através do uso de máquina universal, com testes de cisalhamento utilizando velocidade de 2mm/min e os resultados submetidos a tratamento estatístico através do teste de *Scheffé*. A análise desses resultados permitiu verificar que as amostras tratadas com AFL e silanizadas obtiveram desempenho

significativamente melhor em relação às demais e, dentre os subgrupos, os tratados com *Optec* obtiveram melhor resultado. O tratamento de superfície não influenciou a força de adesão quando os silanos *Laminabond* e *Optec* foram utilizados. A observação sob MEV demonstrou que o efeito do condicionamento com AFO foi muito próximo daquele encontrado somente com o polimento superficial. Já o condicionamento com AFL criou uma maior aspereza na superfície da porcelana, o que se constitui num importante fator para a adesão; entretanto, esse tratamento somente promoveu um maior entrelaçamento entre a resina composta e a porcelana quando o silano utilizado foi o *Cosmotech*. Já quando as demais marcas de silano foram utilizadas, não houve diferença estatística significativa entre os diversos tratamentos superficiais realizados. Tal resultado, segundo os autores, deve-se ao fato de obter-se adesão mecânica quando se utiliza *Cosmotech* e adesão química quando se usam os demais. Neste caso, ocorre a formação de siloxanos pela reação com os grupamentos hidroxila da superfície da porcelana, o que os torna com a mesma eficácia, independentemente do tratamento de superfície utilizado, levando os autores a concluir que o condicionamento com AFL não é necessário para se obter uma adesão significativa entre resina composta e porcelana se forem utilizados agentes silanos que reajam com grupamentos hidroxila da cerâmica.

O estudo de Appeldoorn³ et al. (1993) objetivou avaliar a força de adesão por cisalhamento de novos sistemas de reparo de porcelana e comparar suas habilidades na adesão de uma resina composta à superfície da porcelana. Foram confeccionados 160 corpos de prova em porcelana, nos quais utilizaram-se oito sistemas de reparo de porcelana disponíveis comercialmente, seguindo-se os procedimentos orientados por cada fabricante. As amostras foram divididas em oito grupos, sendo dez de cada grupo mantidas em água destilada a 37°C por 24h e as outras dez armazenadas em água destilada a 37°C por três

meses e depois submetidas à termociclagem (2500 ciclos, 5 - 55°C). Em seguida, foi aplicado o teste em máquina universal com velocidade de 5mm/min. Os valores médios de adesão obtidos com 24h de armazenamento variaram de 12,0 a 23,5MPa e, após três meses, de 4,2 a 20,7MPa. Os sistemas de reparo de porcelana que proporcionaram as maiores forças de adesão produziram, em geral, maior número de falhas coesivas da porcelana, entretanto, houve redução estatística significativa no número de falhas coesivas obtidas nos dois subgrupos, à exceção dos sistemas *Clearfil Porcelain Bond* (Kuraray), *Scotchprime* (3M) e *Porcelite* (Kerr/Sybron), não tendo ocorrido falha adesiva nos dois primeiros sistemas em ambos subgrupos. Observou-se, ainda, que o sistema *Clearfil Porcelain Bond* foi significativamente superior aos demais após três meses de armazenamento.

Conforme Suliman et al.⁶¹ (1993), fraturas de restaurações cerâmicas ou metalo-cerâmicas, apesar de frustrantes, representam um problema comum na odontologia restauradora e, desta forma, vários métodos têm sido introduzidos para reparar porcelanas fraturadas utilizando-se resinas compostas. Em face disso, os autores desenvolveram pesquisa com o propósito de avaliar os reflexos do tratamento de superfície e da aplicação de diferentes agentes adesivos na força de adesão de reparos de porcelana com resina composta. Foram comparadas quatro alternativas de tratamento de superfície, combinadas com três diferentes adesivos. A força de adesão foi determinada através de teste de cisalhamento em máquina universal, utilizando-se velocidade de 0,5mm/min. Foram utilizados sessenta botões em porcelana *Vita VMK 68542* (*Vident*) separados em quatro grupos, de acordo com o tratamento recebido: APD, seguida de lavagem e secagem; condicionamento com AFL 9,6% (*Pulpdent*) por 2min, lavagem por 1min e secagem; JOA 50µm (*Microetcher, Danville*) por 15s, lavagem e secagem; o último grupo recebeu APD e condicionamento com AFL. Isto feito, todos os botões

receberam aplicação de silano (*Pulpdent*) e foram divididos em três subgrupos para a aplicação de diferentes adesivos, a saber: *Amalgambond* (*Parkell*); *All-Bond-2* (*Bisco*) e *Clearfil Porcelain Bond* (*J Morita*), sempre seguindo as instruções de cada fabricante. Prosseguiu-se à aplicação de resina composta híbrida (*Prisma AP.H*, *Caulk/Dentsply*) fotoativada por 40s em cinco direções. Os corpos de prova ficaram em repouso durante 30min antes de serem imersos em água destilada por uma semana, quando, então, foram submetidos à termociclagem (500 ciclos entre banhos de 30s a 5° e 55°C). Os dados foram tratados estatisticamente (*Duncan*). De acordo com os resultados apresentados, a combinação entre APD e condicionamento com AFL promove maior força de adesão, mas a diferença não se mostrou significativa. O adesivo *Clearfil Porcelain Bond* mostrou promover maior força de adesão em relação aos outros dois, mas a diferença foi significativa apenas em relação ao *Amalgambond*. Segundo os autores, a maior força de adesão conferida pelo *Clearfil Porcelain Bond* é parcialmente justificada pela presença de silano em sua composição.

Segundo Zavanelli et al.⁷⁰ (1994), podem-se listar dentre os fatores predisponentes à fratura de restaurações metalo-cerâmicas, a indicação incorreta, o desgaste dental insuficiente ou irregular, a composição da porcelana e o desajuste oclusal. A ocorrência, que incide em cerca de 7% das restaurações, pode na atualidade ser sanada, no mínimo provisoriamente, através da utilização de resina composta, após adequado tratamento da superfície cerâmica. Os autores sugerem a utilização de AFL por 60 a 90s, sob isolamento absoluto, com a finalidade de acidificar a superfície e facilitar a união química entre a resina e a porcelana; citam outros autores que apresentam alternativas ao AFL como a APD e o AFO, sem discutir os resultados que estes apresentariam. A publicação é concluída com apresentação de casos clínicos.

Os cimentos resinosos são usualmente utilizados na fixação de restaurações cerâmicas face às suas inerentes características. Considerando a diversidade da natureza química da porcelana e dos cimentos resinosos, é fundamental, para uma adequada força de adesão, o condicionamento da superfície da porcelana. Özden et al.⁴⁴, em pesquisa de 1994, objetivaram avaliar o mais adequado meio de condicionamento da superfície cerâmica, através de teste de cisalhamento nos quais se utilizou a APD, o condicionamento com AFL e a aplicação de agente silano em diferentes combinações, com e sem ciclagem térmica. Foram desenvolvidos 77 corpos de prova divididos em sete grupos: a) aplicação de agente silano; b) AFL; c) APD; d) APD, AFL e silano; e) APD e silano; f) AFL e silano; g) APD e AFL e subdivididos quanto à termociclagem (100 ciclos de 6°C e 60°C). Os resultados demonstraram melhor força de adesão no grupo E. Ainda, o uso de AFL contribuiu para aumentar a força de adesão, mas sua utilização junto à APD não representou melhora que justificasse o aumento no tempo de conduta clínica. Os autores concluíram, ainda, que a ciclagem térmica afetou negativamente todos os corpos de prova do subgrupo.

Tylka & Stewart⁶⁶, em 1994, afirmaram que a longevidade dos reparos intraorais era um problema para a Odontologia pela inabilidade de os materiais para reparo de porcelana comportarem-se de forma adequada por longo tempo; entretanto, avanços recentes, como o advento dos agentes silanos com capacidade de promover união química entre resina composta e porcelana oferecem resultados promissores para a solução desse problema. Outros fatores igualmente importantes são destacados, como os agentes de tratamento de superfície, o tempo de aplicação e a concentração desses agentes, a termociclagem, entre outros. Com o intuito de avaliar a eficácia do FFA em comparação ao AFL como agente de tratamento de superfície da porcelana candidata a

receber reparo de resina composta, os autores utilizaram testes de resistência ao cisalhamento para comparar a força de adesão obtida quando ambos foram aplicados. O estudo dispôs de 136 cilindros de porcelana, sendo 68 da marca *Will-Ceram* (*Williams*) e a mesma quantidade de *Biobond* (*Dentsply*), confeccionados segundo instruções dos respectivos fabricantes. Cada grupo apresentou duas subdivisões de acordo com o tratamento de superfície: aplicação de FFA a 1,23% (*Sultan*) durante 10min, seguida de lavagem em água e secagem; aplicação de AFL 9,5% (*Ceram-etch*, *Cresco*) por 5min, igualmente seguida de lavagem em água e secagem. A metade dos cilindros de cada subgrupo (17) foi submetida à observação ao MEV (*JMS 35F*, *JEOL*) com mil e três mil vezes de aumento, objetivando-se comparar a profundidade e configuração de cada condicionamento. Ao restante dos corpos de prova foi aplicado silano (*Prilane*, *Cresco*), adesivo (*Command bonding resin*, *Kerr/Sybron*) e a resina composta (*Command Ultrafine*, *Kerr/Sybron*). Os cilindros ficaram armazenados em água destilada por uma semana em temperatura de 37°C e só então foram submetidos ao teste. Os valores obtidos foram analisados pelo programa estatístico *Package*. O formato da fratura (espiral ou reto) determinou se a mesma ocorreu por falha na coesividade do material ou por falha na adesividade na interface porcelana-resina. Todos os cilindros fraturaram-se em espiral, o que conota que a força de adesão foi superior à coesão do material, não sendo possível avaliar qual tratamento de superfície promoveu maior força de adesão. A porosidade causada na superfície da porcelana tratada pelos métodos propostos, comparada através de MEV, foi diferenciada. Foi possível visualizar que o AFL propiciou formação de mais canais e em três dimensões, embora o poder de micro-retenção de ambos os condicionamentos tenha sido o mesmo, já que apresentaram a mesma penetração. Os autores sugeriram o uso do FFA em detrimento do AFL, pelo grande potencial deste último em causar danos aos tecidos bucais.

Thurmond et al.⁶⁴ (1994) avaliaram o efeito de vários métodos de tratamento da superfície da porcelana, combinados ao sistema *All-Bond 2* (Bisco), na força de adesão a resinas compostas, utilizando-se de duzentos discos de porcelana (*Ceramic II*, *Ceramco*). Os discos, divididos em dez grupos, receberam os seguintes tratamentos: a) aplicação de adesivo (controle); b) JOA 50µm (*Microetcher*, *Danville*), condicionamento com AFO 32% (*Uni-Etch*) e aplicação de silano e adesivo; c) aplicação de *Primer A & B* e adesivo; d) aplicação de silano, *Primer A & B* e adesivo; e) APD, condicionamento com AFO 32% (*Uni-Etch*), aplicação de silano e adesivo; f) condicionamento com AFL 8% e aplicação de adesivo; g) condicionamento com AFL 8%, aplicação de silano e adesivo; h) JOA 50 µm, condicionamento com AFL 8%, aplicação de silano e de adesivo; i) JOA 50 µm e aplicação de adesivo; j) JOA 50 µm, condicionamento com AFL 8%, aplicação de *Primer A & B* e adesivo. A todos os corpos seguiu-se a aplicação de resina composta *Bis-Fil* (Bisco), fotoativada através de luz visível com duas seqüências de 30s em direções opostas. Cada grupo foi subdividido em dois, tendo sido um imerso em água destilada a 37°C por 24h e o outro mantido em água destilada a 37°C por um período de três meses e posterior submissão à termociclagem com 2.500 ciclos entre banhos de $5^{\circ} \pm 2^{\circ}$ e $55^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C, com intervalo de 1min. A partir daí, foram realizados os testes para comparar a resistência ao cisalhamento de cada corpo de prova, utilizando máquina de testes universal. Os dados foram analisados pelos testes ANOVA e *Duncan* e os resultados mostraram que nove dos dez métodos de tratamento de superfície apresentaram diminuição significativa na força de adesão quando submetidos a três meses de imersão em água (37°C) e termociclagem. Os resultados de força de adesão após longo período de armazenamento do grupo H, que combinou JOA com AFL, foram significativamente maiores em relação às demais combinações de tratamento. Verificou-se, ainda, que o grupo I, que utilizou JOA

apresentou maior adesão que o grupo F, que foi submetido a tratamento com AFL. Os grupos que utilizaram somente tratamento químico (C e D) promoveram as menores forças de adesão, comprovando que alterações mecânicas promovidas na superfície da porcelana são mais importantes do que adesão química promovida pelos agentes de união, com durabilidade do reparo marcadamente inferior nestes últimos.

Burke & Grey¹³, em publicação de 1994, sugerem alternativas de reparo para porcelanas fraturadas, apresentando dois casos clínicos; advertem, entretanto, que além de se fazer o reparo, deve-se corrigir a causa da fratura, para que o trabalho tenha durabilidade satisfatória. No primeiro caso relatado, em que ocorreu fratura na face da porcelana, expondo-se a subestrutura metálica, optou-se pela confecção de nova face de porcelana fixada com *Superbond* (Sun Medical). O segundo caso fez referência a uma pequena porção de porcelana fraturada na face vestibular, igualmente com exposição da subestrutura metálica, tendo sido o reparo realizado com resina composta, utilizando-se o sistema *Mirage ABC* (Chameleon). A porcelana foi preparada por 10s com *Microetcher*, seguindo-se a aplicação de FFA por 2min, enquanto a superfície do metal recebeu *metal primer*. A área de fratura recebeu adesivo e resina composta *Z100* com bom resultado. No entendimento dos autores, melhoramentos no método de promover micro-retenções mecânicas na superfície da porcelana é algo que se busca na tentativa de não recorrer a substâncias lesivas como o AFL. Diante da pouca eficiência da APD e da aplicação de FFA, o uso de JOA de 50µm de granulação é preferido, uma vez que promove as micro-retenções desejadas.

Teoricamente, a associação de retenção mecânica, uso de silano, tratamento da porcelana e tratamento de superfície do metal devem promover um reparo estável da porcelana fraturada, sem

microinfiltração. Badawi & Sherif⁶, em 1994, avaliaram a microinfiltração bacteriana na interface da porcelana com o material de reparo sob condições diversas, e a sua possível relação com a força de adesão. A microinfiltração bacteriana pode levar à diminuição da força de adesão, infecção, descoloração do material estético, formação de placa e falha da restauração. O presente estudo utilizou trinta corpos de prova metalocerâmicos (*Vita VMK 68*), divididos em dois grupos, segundo o sistema de reparo de porcelana a ser utilizado (*DenMat*, *Cervicent*). Cada grupo foi dividido em três subgrupos, submetidos a asperização e confecção de bisel, acrescentando-se em um segundo grupo o condicionamento ácido da superfície e no terceiro, além do condicionamento, aplicação de agente adesivo. Após esterilização em formolaldeído por 24h, foram inoculadas espécies bacterianas anaeróbias e aeróbias, coletadas do sulco gengival e de saliva humana, e mantidas em cultura por vinte dias. A microflora oral desenvolvida, presente na superfície da porcelana e dos sistemas de reparo, bem como a existente na interface, foi avaliada, demonstrando que esta afetou altamente ambos os materiais, sem o uso de agente adesivo. Ainda foi possível observar que a superfície da porcelana mostrou mínima adesão bacteriana, em comparação com os materiais de reparo, que tiveram crescimento bacteriano elevado e moderado. Nas amostras testadas com o uso de agente adesivo, a microinfiltração bacteriana foi mínima ou ausente. No que se refere à adesão mecânica entre porcelana e sistema de reparo (asperização, confecção de bisel e condicionamento ácido), houve maior microinfiltração bacteriana em relação à adesão química (uso de agente adesivo). Observou-se, ainda, que os dois sistemas de reparo testados mostraram aproximadamente os mesmos resultados de microinfiltração bacteriana. Esta microinfiltração bacteriana, que ocorre na junção do reparo da porcelana, pode levar a uma falha estética ou adesiva da restauração. O uso do agente adesivo pode inibir esta infiltração da microflora devido à união química entre a porcelana e o sistema de reparo. A diferença da força de adesão entre

sistemas de reparo pode ser atribuída ao grau de atividade e estabilidade do componente silano. Em relação ao agente adesivo, há uma tendência de diminuição da força de adesão à medida em que ocorre diminuição da concentração, por evaporação, dos monômeros que o compõem. Foi encontrada uma relação direta entre aumento da microinfiltração e decréscimo da força de adesão.

A adesão de bráquetes ortodônticos à superfície cerâmica tem ensejado o desenvolvimento de numerosos estudos que visam determinar a conduta mais indicada a essa finalidade, como o descrito por Barbosa et al.⁸ (1995). Neste estudo, 180 faces de 45 cubos de porcelana foram divididas em três grupos, segundo o preparo de superfície a ser utilizado e, posteriormente, em subgrupos, segundo o agente de união e a resina composta escolhida. Assim, no grupo I o *glaze* foi removido e a área submetida à ação de FFA por cinco minutos; no grupo II, o procedimento foi o mesmo, porém, mantendo-se o *glaze* de superfície e, finalmente, no grupo III, a área recebeu APD. Após teste de cisalhamento, os resultados demonstraram inabilidade do FFA em promover maior retenção, especialmente no grupo II, com médias de adesão variando de 0,28 a 1,3kg/cm², ao passo que, quando a remoção do *glaze* ocorreu, alcançou-se valores de 0,99 a 5,18kg/cm². No grupo III, porém, com APD, o menor valor de adesão foi de 10,86kg/cm², alcançando-se, no subgrupo de melhor desempenho, 47,10kg/cm². A análise sob MEV demonstrou, ainda, que nos grupos I e II todas as falhas foram adesivas, enquanto no grupo III 77% foram coesivas.

Della Bona & Van Noort²² realizaram pesquisa em 1995, objetivando questionar a validade dos testes de cisalhamento, usados freqüentemente pelos pesquisadores para avaliar força de adesão entre porcelana fraturada e reparo de resina composta. Os autores foram estimulados pelo fato de a maioria dos estudos relatar que a fratura

normalmente ocorre por falha de coesividade da porcelana ou da resina, em detrimento de falha na interface porcelana-resina. Desse modo, um teste de resistência à tração foi projetado e usado para avaliar dois sistemas de reparos de cerâmica, um usando AFL e o outro FFA, bem como um teste de resistência ao cisalhamento, no qual os pesquisadores se preocuparam em determinar qualitativamente a distribuição da tensão, utilizando outro aparato, *FEA (finite element stress analysis)*, que promoveu 10N de força paralela à base das amostras. Foram desenvolvidas três configurações distintas de corpos de prova, constituídos de cilindro sobre disco. A configuração convencional tratava-se de base de porcelana (*Vita VMK68, Vita*) com cilindro de resina (*Prisma APH, Dentsply*); a configuração reversa apresentou base de resina com cilindro de porcelana sobreposto e, por fim, a terceira configuração apresentou um corpo todo de resina composta. Todas as configurações foram, depois de prontas, embebidas em resina epóxi, armazenadas por 24h e imersas em água destilada a 37°C por três dias. Os corpos de prova (das três configurações) foram separados em dois grupos, de acordo com o tratamento de superfície recebido. Um grupo foi submetido a condicionamento com AFL 9,6% por 2min, lavagem e secagem, seguido de aplicação de silano (*Mirage, Chameleon*), adesivo (*Prisma Universal Bond 3*) e resina (*Prisma APH*). O segundo grupo recebeu FFA 4% durante 2min e o mesmo sistema adesivo. Os dados obtidos foram analisados pelo método ANOVA. A análise do teste de resistência ao cisalhamento mostrou que o mesmo apresenta falhas, como havia sido sugerido, uma vez que mede a força da base do material e não da interface de adesão. Em relação ao teste de tração, a falha ocorreu invariavelmente na interface, sendo que, tanto a aplicação de AFL quanto de FFA mostrou a mesma qualidade de adesão, evidenciando que ambos os condicionamentos são efetivos. Segundo os autores, a pesquisa confirmou que o teste que avalia força de adesão entre porcelana e reparo de resina composta através de resistência à tração é

mais apropriado, em detrimento dos testes de resistência ao cisalhamento tão difundidos.

Pacheco et al.⁴⁵ (1995) objetivaram avaliar a influência da aplicação de silano em diferentes tratamentos superficiais de porcelana. Desse modo, confeccionaram sessenta corpos de prova em porcelana (*Duceram N*), separados em três grupos nos quais se variou o agente adesivo (*Multi-bond alpha*, *DFL*; *Scotchbond multi-purpose*, *3M*; *Optibond*, *Kerr*); cada grupo foi subdividido em dois, nos quais aplicou-se ou não agente silano. As amostras foram mantidas em água a 37°C por 24h após a união de cilindro de resina composta sobre a porcelana previamente fabricada e, posteriormente, submetidas a teste de resistência ao cisalhamento em máquina universal (*Otto*). Os resultados confirmaram a importância do agente silano na força de adesão, quando aplicados testes estatísticos (*ANOVA e Tukey*), ressaltando que para os agentes adesivos fabricados pela *3M* e *Kerr* a força de adesão obtida foi significativamente maior.

O objetivo da pesquisa de Roulet et al.⁵⁷ (1995) foi testar a hipótese de que combinações de tratamentos superficiais afetam a força de adesão por cisalhamento da interface entre cerâmica e resina composta de *inlays* cerâmicos diferentemente, e identificar as variáveis que têm o maior impacto na força de adesão. O estudo utilizou uma combinação de três tipos de materiais cerâmicos, três tipos de tratamentos superficiais: a) lixa de carbureto de silício de granulação 600; b) JOA por 3s; c) condicionamento por 90s com gel de AFL a 10% ou de bifluoreto de amônio a 10%; três tipos de agentes silanos, dois tratamentos térmicos e duas condições de armazenamento. Cada grupo constou de cinco amostras, totalizando-se 540 espécimes, as quais foram submetidas a teste de força de adesão por cisalhamento na interface cerâmica – resina composta. O condicionamento ácido foi o procedimento

mais efetivo no aumento e manutenção da integridade adesiva. Amostras condicionadas mantiveram sua força de adesão após armazenamento em água, o que não se deu quando as amostras foram abrasonadas com lixa ou jateadas. O efeito da textura superficial na resistência à fratura sugere que a retenção mecânica devida à hibridização é um fator chave na adesividade à cerâmica.

Goldstein & White²⁹ destacam em revisão de 1995 a frequência com que reparos de restaurações estéticas são indicados e buscam sugerir protocolos clínicos para as diversas situações que se apresentem. Destacam a importância do isolamento absoluto como medida inicial e apresentam alternativas de tratamento de superfície que podem ser utilizadas no condicionamento da porcelana, como APD, JOA, abrasão de alta energia e condicionamento ácido. Em relação à aplicação de ácidos, os autores citam que o AFL em concentração de 8% a 10% por 2 a 4min é bem efetivo, dissolvendo componentes da porcelana e criando retenções micromecânicas, porém, é extremamente perigoso e só deve ser usado sob isolamento cuidadoso e grande atenção. O FFA 1,2% por um período longo pode ser indicado para condicionamento da cerâmica, porém, o AFO seria inábil nesta finalidade. Um oportuno alerta é apresentado em relação a novas alternativas cerâmicas como os sistemas *In-Ceram* (Vita), *Empress* (Ivoclar-Vivadent) e *Dicor* (Dentsply) nos quais o condicionamento ácido é muito menos efetivo, indicando-se JOA ou abrasão de alta energia, sendo mais prudente, porém, a substituição das restaurações. Na conclusão, os autores lembram que o reparo de restaurações de cerâmica feldspática representa um potencial de conservação da estrutura dentária, redução do desconforto do paciente e de custos, destacando, porém, que a falta de pesquisas clínicas dificulta prever seu desempenho a longo termo.



Em 1995, Aida et al.¹ propuseram-se a comparar a força de adesão entre resina composta e discos de porcelana (*Jelenko, Model HT, Jelenko*), utilizando-se de cinco métodos de tratamento de superfície e da aplicação de três silanos diferentes - duas marcas comerciais disponíveis e uma experimental. Inicialmente, os discos de porcelana foram separados em cinco grupos, de acordo com o tratamento de superfície ao qual foram submetidos: a) polimento com lixa de carbureto de silício de granulação 1000; b) o mesmo polimento acrescido de condicionamento com AFO (*K etchant, Kuraray*) por 60s e lavagem por 10s; c) após o mesmo polimento e condicionamento ácido, limpeza com ultra-som por 20min; d) mesmo polimento e condicionamento com AFL (GC) por 60s e lavagem por 10s; e) polimento, condicionamento com AFL da mesma forma e limpeza com ultra-som por 20min. Procedeu-se, então, uma segunda divisão, segundo o agente silano aplicado: *Porcelain Liner M, Tokuso Ceramic Primer* ou o silano experimental, composto por uma solução de etanol a 2%, contendo γ -metacriloxipropil trimetoxisilano. O silano foi aplicado na superfície dos corpos durante 60s e seco com ar por 10s. Colocaram-se anéis de silicone contendo a resina composta (*Laminabond Composite Paste Universal*) sobre os discos, seguindo-se de fotoativação por 60s (*Daylight Lamp II, Shofu*). Os corpos foram imersos em água a 37°C por um dia antes de serem submetidos a testes de cisalhamento em máquina universal (*Shinkoh*) para avaliação da força de adesão. Os resultados foram examinados por teste ANOVA e de Scheffé. Segundo dados obtidos, o grupo que recebeu apenas polimento e o silano experimental não obteve adesão e, portanto, ficou excluído da análise estatística. Considerando-se o subgrupo que recebeu o silano experimental, o condicionamento com AFL promoveu maiores forças de adesão em relação ao AFO. Com o uso dos agentes silanos comerciais, não houve diferenças significativas, levando os autores a concluir que o condicionamento de superfície não afetou a força de adesão. Além deste aspecto, pode-se observar que a fratura de todos os corpos de prova

desses grupos ocorreu na porcelana, permitindo concluir que a formação de siloxano que ocorre com a utilização dos silanos *Porcelain Liner M* ou *Tokuso Ceramic Primer* é a responsável pela maior força de adesão, quaisquer que sejam os tratamentos dados à superfície da porcelana. Por outro lado, a força de adesão com o silano experimental pode ser bastante aumentada utilizando-se AFL, que favorece a formação de siloxano, importante fator para adesão entre resina composta e porcelana.

Pameijer et al.⁴⁷, em 1996, desenvolveram uma pesquisa em que se propôs comparar a força de adesão, por teste de resistência ao cisalhamento, de reparo de resina composta à porcelana, usando diferentes sistemas de adesão e tratamentos de superfície. O estudo avaliou, ainda, o benefício da aplicação de silanos e o efeito da ciclagem térmica sobre a força de adesão. Para o desenvolvimento da pesquisa foram confeccionados 140 discos de porcelana (*Vita VMK*), divididos em 14 grupos de dez elementos, segundo o condicionamento de superfície, sistema adesivo utilizado e termociclagem. Dos 140 corpos de prova, cinquenta (cinco grupos) foram submetidos a ciclagem térmica (800 ciclos com temperatura de 5°C e 50°C com intervalos de 15s), depois de armazenados por 24h. Os testes foram realizados com máquina universal (*Instron*) com velocidade de 0,5mm/min e os dados resultantes passaram por análise estatística (*Kruskal-Wallis*). Numa primeira fase os autores submeteram cinco grupos a diferentes tratamentos de superfície, utilizando o mesmo sistema adesivo (*Ultradbond*) e efetuando todos os procedimentos respeitando-se as recomendações do fabricante: o grupo A não recebeu tratamento, mantendo-se, inclusive, a camada de *glaze* sobre a porcelana; o grupo B, recebeu JOA; o grupo C foi tratado com JOA e AFL; o grupo D recebeu APD e o grupo E apenas condicionamento com AFL. Os resultados desta primeira fase mostraram que, para se realizar reparo de porcelana com resina composta, o *glaze* da porcelana deve ser retirado e que a combinação de JOA e AFL constitui-se no

melhor tratamento de superfície. Entretanto, segundo os autores, sob o ponto de vista clínico é mais prática a utilização do ácido somente. Na segunda fase da investigação, quatro grupos foram tratados com JOA e AFL e tiveram como variáveis as marcas de silanos, *primer*, adesivos e resinas compostas, podendo também estar ausente algum desses agentes. Os testes evidenciaram o sistema *Ultradent* como o de melhor eficácia, seguido pelo sistema *Bisco* e *3M*. Enfatizou-se a importância da aplicação do silano no aumento da força de adesão. Na terceira e última fase da pesquisa, buscou-se avaliar os reflexos da ciclagem térmica sobre os sistemas adesivos em questão. Os testes mostraram que todos os sistemas foram afetados negativamente pela termociclagem, sendo o *Ultradent* o sistema que obteve melhor resultado. Os autores ressaltaram a diminuição na força de adesão após tal procedimento, expressando reservas quanto à longevidade da adesão sob condições clínicas.

Em 1996, Kato et al.³⁴ desenvolveram um trabalho no qual se propuseram a avaliar a força de adesão de discos de porcelana feldspática (GC), de 8mm e 10mm de diâmetro, unidos por seis diferentes sistemas adesivos antes e após ciclagem térmica. Os discos foram condicionados com JOA (50µm) por 10s, limpos por ultra-som usando acetona e posteriormente tratados com AFO 37% (*Kuraray*) por 5s, lavados e secados. As superfícies tratadas foram observadas ao MEV (*S-520, Hitachi*). Os sistemas adesivos utilizados foram *Clearfil Porcelain Bond/Panavia 21*; *Clearfil Porcelain Bond/Panavia EX*; *G-Cera Cosmotech II Primer/Imperva Dual*; *Porcelain Liner M/Super-Bond C&B*; *Tokuso Ceramics Primer/Bistite Resin Cement*. Trinta minutos após a preparação, metade da amostra foi imersa em água a 37°C por 24h, sem termociclagem; o restante passou por ciclagem térmica de 20.000 ciclos em 4°C e 60°C com 1min entre cada banho. A força de adesão foi submetida a teste de cisalhamento em máquina universal com velocidade de 0,5mm/min. As falhas observados sob microscopia foram classificadas

como coesivas, de interface ou ambas. Os dados passaram por avaliação estatística pelo método de *Duncan*. De acordo com os resultados, os corpos antes da termociclagem exibiram fraturas coesivas ou coesivas/adesivas, além de maiores valores de adesão até chegarem à fratura, evidenciando o efeito da ciclagem térmica sobre a força de adesão.

As fraturas de restaurações cerâmicas podem ocorrer como resultado de um desenho pobre, erro de técnica ou forças oclusais (Uctasli⁶⁷, 1996). Conforme o autor, o reparo de restaurações de porcelana fraturadas, apesar de considerado um procedimento temporário, é preferível à remoção da restauração. Recentemente, uma nova técnica foi desenvolvida pela *Ivoclar*, denominada *IPS Empress*, que permite a obtenção de restaurações cerâmicas pelo princípio da cera perdida e representa uma alternativa de reparo indireto de restaurações cerâmicas fraturadas. Nesta pesquisa, o autor busca determinar a força de adesão entre porções fraturadas de porcelana *IPS Empress*, unidas por cimentos resinosos de micropartículas ou de partículas híbridas. Utilizando-se de uma máquina de testes universal promovendo tração (0,1mm/min), os corpos de prova foram fraturados e tiveram suas superfícies preparadas com JOA 50µm, seguido de condicionamento com AFL a 4,9% (*IPS Empress Ceramic Etch Gel*) durante 1min e lavagem. Isto feito, aplicou-se silano (*Monobond-S, Ivoclar*) e promoveu-se a cimentação das duas porções através de diferentes procedimentos, seja usando-se apenas *Heliobond* - grupo 1; aplicando-se *Heliobond* e *Heliolink Dual Cure Cement* (micropartículas) - grupo 2; ou aplicando-se *Heliobond* e *Variobond Dual Cure Cement* (partículas híbridas) - grupo 3. Após a fotoativação de 40s (*Luxor Light Unit*), cada grupo ficou armazenado em água a 37°C durante 24h. Novamente os corpos de prova foram submetidos à tração, na mesma máquina, até a fratura. Os resultados, analisados estatisticamente pelo método de *Duncan*,

demonstraram que o grupo controle (constituído apenas de porcelana não fraturada) necessitou de maior força de tração para fraturar-se em relação aos grupos que foram cimentados. O grupo 1 apresentou menor força de adesão comparado com os grupos 2 e 3, que tiveram aplicação do cimento resinoso, sendo este visto como o responsável pela melhora da adesão. Não foi notada diferença estatisticamente significativa na força de adesão entre os grupos 2 e 3. O autor considera que o reparo não pode ser tido como um procedimento definitivo ou duradouro, uma vez que tem menor resistência à tração quando comparado com a peça original (porcelana sem reparo), de acordo com os resultados da sua pesquisa.

A porcelana, apesar de sua adequada capacidade restauradora, apresenta um potencial de fratura como resultado de fatores como fadiga, forças oclusais, diferença de CLET entre a porcelana e o metal, o uso de metais com baixo módulo de elasticidade, desenho inadequado, micro-defeitos do material e traumas. Entre as alternativas para solucionar esse freqüente problema, Zhukovsky et al.⁷¹ apresentam a de reparo com resina composta e, em artigo de 1996, descrevem casos clínicos nos quais foram utilizados diferentes materiais e técnicas com esse fim. Os autores utilizaram nas experiências clínicas quatro sistemas de reparos de porcelana, nas quais a subestrutura metálica foi exposta. Os sistemas utilizados foram: *Clearfil* (AFO 40%), *Echt-Free* (sem tratamento ácido), *Cerinate* (AFL 2,5%) e *All-Bond 2* (AFO 32%), junto aos quais se utilizaram recursos de retenção mecânica como JOA e asperização com broca diamantada, segundo orientação dos fabricantes. Os autores advogam que a micro-retenção é mais importante do que a adesão química, no que se refere à força de união entre porcelana/metal-resina, concluindo que técnicas que utilizam preparações que resultam em superfícies mecanicamente retentivas e aplicam silano ao metal exposto têm maior possibilidade de sucesso e melhor durabilidade.

Conforme Kupiec et al.³⁶ (1996), os agentes adesivos foram inicialmente introduzidos visando obter a união de resinas compostas à estrutura dentária mineralizada. Recentemente, a nova geração de sistemas adesivos multiuso tem permitido a união a vários substratos. Um desses sistemas adesivos é o *ProBond* (Caulk/Dentsply), que apresenta como uma de suas indicações o reparo intraoral, com resina composta, de restaurações de porcelana fraturadas. Na presente pesquisa, os autores objetivaram avaliar diferentes tratamentos à superfície da porcelana e variações dos componentes do mencionado sistema adesivo, desenvolvendo uma amostra de 480 corpos de porcelana (*Ceramco II Porcelain*, Ceramco) divididos em oito grupos: a) silano, *primer* e adesivo; b) silano e adesivo; c) somente silano; d) *primer* e adesivo; e) somente *primer*; f) somente adesivo; g) silano e *primer*; h) sem agente de união, bem como subdividindo-os segundo o tratamento de superfície oferecido: a) JOA 50µm (*Microetcher*, Danville); b) condicionamento com AFL 8% (*Bisco*) durante 4min; c) combinação dos dois tratamentos citados. Isto feito, cilindros em resina composta *Prisma TPH* (Caulk/Dentsply), fotoativados por 1min, foram unidos aos corpos de prova. Dez corpos de cada subgrupo foram submetidos a armazenamento em água destilada a 37°C por 24h; a outra metade submeteu-se a armazenamento em água destilada 37° C por três meses, seguido de 2.500 ciclos de termociclagem com banhos de 5°C e 55°C, variações de 2°C e intervalo de 1min entre eles. A avaliação foi feita através de testes de resistência ao cisalhamento, com máquina universal e velocidade de 5mm/min. Os dados obtidos foram analisados pelo teste *Tukey*. Os resultados demonstraram que a combinação de JOA 50µm e condicionamento com AFL como tratamento de superfície para a porcelana promoveu ótimas condições para adesão da resina composta, utilizando-se o sistema *ProBond*. A partir dos testes com os grupos nos quais foram feitas combinações dos componentes do sistema adesivo utilizado, concluiu-se que o silano tem grande importância na força de

adesão, interferindo na vida útil do reparo, tanto nos corpos submetidos à ciclagem térmica quanto nos demais. A força de adesão nos corpos termociclados foi significativamente menor do que nos corpos que receberam os mesmos componentes do sistema de adesão e não foram termociclados, confirmando sua influência na diminuição da força de união sob as condições da pesquisa.

A eficácia dos materiais para reparo de porcelana depende da habilidade destes na adesão à superfície da porcelana. Em face dessa premissa, Robin et al.⁵⁵ (1996) buscaram avaliar qual o mais eficaz método de condicionamento da superfície da cerâmica através de teste de resistência à tração. O material restaurador utilizado foi a resina composta *Prisma TPH (Caulk/Dentsply)* fotoativada por 4min sobre cilindros de porcelana *Vita VMK 68 (Vita)*, fundidos sobre metal, após as seguintes formas de tratamento: a) somente silanização – grupo controle; b) FFA 1,23% por 10min e silano; c) JOA 50µm por 5s e silano; d) AFL 9,6% por 2min e silano. Os corpos de prova foram mantidos em água a 37°C por 2h previamente ao teste em máquina *Instron* com velocidade de 1mm/min. Após análise estatística *Weibull*, os autores obtiveram melhores resultados, em ordem decrescente, com os grupos D, B, C e A, sendo os valores médios respectivamente de 9,5 MPa, 8,3 MPa, 7,5 MPa e 6,5 MPa. A análise estatística não evidenciou diferença significativa entre os grupos condicionados e o controle, entretanto, o uso de FFA evidenciou um comportamento mais homogêneo que os demais, acrescendo-se que, segundo os autores, o AFL não deve ser indicado para reparos intra-orais face à sua periculosidade.

Em revisão da literatura publicada em 1996, Kelly et al.³⁵ analisaram as raízes históricas e as perspectivas da cerâmica na odontologia e, dentre os tópicos revisados, inseriu-se o de reparos intra-orais de porcelana. Segundo os autores, o pleno sucesso dessa conduta

é dependente da qualidade da adesão, bem como da resistência da resina composta e dos agentes de união à perda por fadiga durante os ciclos de mastigação. Um dos trabalhos inseridos na publicação avaliou oito sistemas de reparo de porcelana, cada um possuindo seu próprio agente de união e de tratamento da superfície cerâmica, testados com uma ou mais de um total de seis resinas compostas, criando 11 condições em testes, as quais foram submetidas à avaliação de fadiga por compressão em meio úmido. Os resultados apontaram dois sistemas que suportaram mais de dois milhões de ciclos – agente *All Bond* (Bisco) com resina composta *Bisfil* (Bisco) e o agente *Clearfil porcelain bond* (J. Morita) com resina composta *Herculite XR* (Kerr). Acrescem os autores que a água é bem conhecida por sua capacidade de decrescer a resistência das resinas compostas, o que se dá por sua plasticidade e pela degradação dos agentes silanos, exacerbados pela alteração térmica. Referenciando outras pesquisas, apontam o *Clearfil porcelain bond* (J. Morita) e *Scotchprime* (3M) como os de melhor desempenho após ciclagem térmica.

Segundo Reis et al.⁵³ (1997), mesmo com os avanços dos atuais sistemas adesivos, os reparos de cerâmica são considerados como procedimentos temporários, pois sob condições de armazenamento ou tensão térmica haverá uma fadiga da restauração, ocorrendo falhas nos reparos, adesivas ou coesivas. Acrescentam, ainda, que com base na literatura, a utilização de AFL e silano constituem-se como o mais eficaz meio de condicionamento da superfície cerâmica. Na presente pesquisa, os autores confeccionaram vinte cilindros de cerâmica (7,0mm de diâmetro e 5,5mm de altura) e vinte cilindros de resina composta (diâmetro de 7,0mm e altura correspondente a 6,0mm), os quais foram divididos em quatro grupos de cinco amostras, de acordo com o tipo de tratamento na superfície da porcelana: a) condicionamento com AFO por 1min, acrescido de silano e adesivo; b) AFO e adesivo; c) silano e

adesivo; d) nenhum condicionamento, realizando-se somente aplicação do adesivo (grupo controle). Após a adesão, os corpos de prova foram armazenados em recipientes contendo água destilada devidamente separados, de acordo com os grupos, durante sete dias. Foram, então, submetidos a teste de cisalhamento em máquina universal *Kratos*. Os resultados levaram os autores a concluir que: a) o tratamento da superfície da cerâmica a ser reparada é essencial para promover uma adesão segura com a resina composta; b) não houve diferença significativa entre os grupos A, B e C, com isso, o clínico pode optar por usar o AFO ou substituí-lo pela aplicação do silano; (3) nos grupos A, B e C as fraturas foram basicamente coesivas (entre resina e adesivo), apresentando também fraturas adesivas em menor quantidade. No grupo controle, as fraturas foram tipicamente adesivas (entre cerâmica e adesivo); d) o grupo que apresentou melhores resultados no teste de cisalhamento foi o grupo 1.

Diferentes autores indicam o uso de diversos meios de tratamento da superfície de porcelana para obtenção da união adesiva com a resina composta. São utilizados com frequência o AFL, o FFA, JOA, APD, além do condicionamento com o AFO. Visando determinar a resistência adesiva por ensaios de cisalhamento, Pereira & Ishikiriyama⁴⁹ (1997) confeccionaram 50 cilindros de porcelana (5,0 x 7,0 mm), divididos em cinco grupos, de acordo com o tratamento de superfície recebido: a) AFL 9,5% por 1min; b) AFO 37% por 1 min; c) JOA por 10s; d) APD em baixa rotação; e) FFA 1,23% por 4min. Após imersão em água destilada por 24h, os corpos de prova foram submetidos a termociclagem (500 ciclos de 5° a 55°C, por 10s) e ao teste de cisalhamento em máquina universal (0,5mm/min). Observou-se, durante os testes, que à exceção do grupo A, em que as falhas coesivas predominaram, os demais grupos avaliados apresentaram falhas mistas, com predominância das adesivas. De modo geral, a análise dos resultados demonstrou que a adesão entre

porcelana e resina composta ocorre mais por uma associação de retenções micromecânicas e químicas do que por fenômenos de natureza química isoladamente. O tratamento da superfície da porcelana com AFL apresentou resistência adesiva estatisticamente superior aos demais tratamentos empregados neste estudo. Os tratamentos da superfície da porcelana com AFO, JOA, APD e FFA não foram estatisticamente diferentes entre si.

Em publicação de 1997, Terra⁶³ propôs-se a avaliar a resistência ao cisalhamento de dois sistemas de reparo em porcelana presentes no mercado: *Scotchprime (3M)* e *Porcelain Repair Bonding System (Kerr)*. Foram confeccionados vinte blocos de porcelana (15 x 15 x 15mm), os quais foram inclusos em resina acrílica autopolimerizável, formando blocos de 25 x 35 x 10mm. As superfícies cerâmicas foram condicionadas segundo as especificações dos fabricantes dos dois sistemas de reparo, sendo dez corpos de prova para cada. Em seguida, foram aplicadas resinas compostas específicas de cada fabricante. Após uma semana de imersão em água ($36 \pm 1^\circ\text{C}$), os corpos de prova foram levados para o teste em máquina *Instron*, com velocidade de 0,5mm/min e carga máxima de 20kgf. Observou-se que não houve diferença significativa entre os dois sistemas testados. Segundo o autor, apesar do valor clínico obtido com os sistemas de reparo à base de silano e compósito nas fraturas em porcelana, este tipo de reparo deve ser considerado como um procedimento temporário.

Boyer et al.¹² (1997) buscaram comparar métodos de pré-tratamento da porcelana para reparo intra-oral com resina composta. Noventa cilindros de porcelana feldspática (*Vita VMK 68, Vita*) foram divididos em nove grupos de testes para avaliação da força de adesão. Foram realizados quatro diferentes tratamentos superficiais na porcelana: a) APD, b) JOA 50 μm com *Microetcher (Danville)*, c) JOA 27 μm de alta

pressão (KCP 2000), d) JOA 30 μ m de baixa pressão (CoJet-Sand, ESPE). Após abrasão, quarenta amostras foram condicionadas com AFO 32% por 10s e a mesma quantidade com AFL 4% por 3min; os demais, pertencentes ao grupo D, não receberam tratamento ácido, conforme instruções do fabricante. Todas as amostras foram tratadas com silano, primer e adesivo (*All-Bond 2*, Bisco) e foram aderidas à resina composta (*Pertac Hybrid*, ESPE). Após uma semana de armazenagem em água a 37°C e 300 ciclos de termociclagem (5°C - 50°C), a força de adesão foi mensurada. A análise estatística por ANOVA e Tukey demonstrou que não houve diferença significativa entre as amostras tratadas com AFO, incluindo as pertencentes ao grupo D não condicionadas; a utilização de AFL aumentou significativamente a força de adesão dos três primeiros grupos e promoveu decréscimo no grupo D.

Cochran et al.¹⁹ (1997), em publicação direcionada a profissionais da ortodontia, comentam que o número de pacientes que buscam tratamento ortodôntico tem se ampliado significativamente, alcançando a população adulta, inclusive pacientes que receberam tratamento restaurador prévio com utilização de porcelana. Em face desse aspecto, os autores propuseram-se a avaliar qual o mais adequado meio de tratamento dessas restaurações, quando presentes em áreas que receberão bráquetes ortodônticos, visando permitir que uma adequada retenção mecânica se desenvolva ao longo do tratamento, sem entretanto, alcançar forças de adesão muito grandes que dificultem a remoção do aparato ortodôntico após a conclusão da terapêutica. Com este objetivo, foram confeccionados noventa discos de porcelana com 5mm de altura e 8mm de diâmetro (*Ceramco II*, Ceramco) divididos em cinco grupos de 18 componentes nos quais buscou-se determinar, *in vitro*, a resistência à tração e a localização de fratura entre resina composta usada para fixação ortodôntica (*Concise Direct Bonding Cement*, 3M) e a porcelana. Os grupos foram divididos segundo o tratamento de superfície

oferecido: o primeiro grupo foi polido com lixa de silicone granulação 600, seguido da aplicação do silano (*Scotchprime*, 3M); o segundo grupo recebeu JOA 50µm (*Microetcher*, Danville) durante 3s, lavagem por 15s e secagem, limpeza com AFO 40% (3M), lavagem e secagem. O terceiro recebeu o mesmo tratamento do grupo precedente, porém, acrescentando a aplicação do agente silano; o grupo seguinte foi condicionado com AFL 9,6% (*Ceram-Etch*, Gresco) por 150s, lavado por 15s e secado. Finalmente, o último grupo recebeu o mesmo condicionamento ácido do grupo quatro, com a adição do agente silano. Procedeu-se, então, uma divisão em três subgrupos, segundo o agente de adesão: um deles não recebeu adesivo, para constituir-se em grupo-controle e os outros receberam *Optibond* (Kerr) ou *Scotchbond MP* (3M), aplicados seguindo as indicações de cada fabricante. Prosseguiu-se a aplicação da resina *Concise* em formato de cone. Os corpos foram, então, armazenados em água a 37°C por 24h e depois testados em máquina universal com 0,05cm/min de velocidade. Os valores obtidos foram tratados por ANOVA e *Tukey-Kramer*. Analisou-se, por inspeção visual, o local de fratura, classificando-o como fratura coesiva na resina, coesiva na porcelana ou na interface. O tratamento que conferiu maior força de adesão foi o JOA combinado com uso de agente silano. Os grupos nos quais foram feitos JOA e/ou condicionamento com AFL sem aplicação de silano apresentaram fratura na interface. Por outro lado, quando da aplicação deste agente, os mesmos tratamentos de superfície mostraram fraturas coesivas, o que prova o efeito positivo do silano no que refere à força de adesão. Comparando-se os adesivos, os resultados mostraram que o *Optibond* foi mais eficiente que o *Scotchbond*, apesar de ter mostrado valores muito diferentes aos do grupo em que não se utilizou adesivo. Os autores advogam que o tratamento de superfície é mais relevante do que o agente adesivo, na tentativa de se promover boa força de adesão. Justificaram a má performance do *Scotchbond*, pelo fato do silano usado não ser específico para este agente adesivo. Na conclusão, confirmam

que a força de adesão alcançada com a presente experiência laboratorial demonstrou ser superior à necessária para a rotina ortodôntica, sugerindo tão-somente, com esse fim, a asperização da superfície com instrumento rotatório.

Matsumura et al.⁴¹ realizaram pesquisa em 1997 que investigou a força de adesão entre discos de porcelana unidos por diferentes agentes cimentantes e a durabilidade de três agentes silanos, através de teste de cisalhamento, avaliando também os efeitos da ausência do silano, antes e após termociclagem. Todos os oitenta pares de discos de porcelana confeccionados (*Vita VMK*) receberam o mesmo tratamento de superfície (JOA 50µm durante 10s, AFO 40% por 5s, lavados e secos). A divisão em oito grupos ocorreu variando-se os agentes cimentantes (*Panavia 21* e *Clapearl DC*) e a presença ou não de agente silano, com variações de marcas comerciais dos mesmos. Trinta minutos após a preparação, os corpos foram imersos em água a 37°C por 24h e metade dos corpos de prova de cada grupo (cinco pares) submeteu-se a ciclagem térmica (20.000 ciclos com banhos entre 4° e 60°C com 1min de intervalo entre eles). Utilizou-se máquina de testes universal com velocidade de 0,5mm/min. Os resultados foram analisados pelo teste estatístico *Kruskal-Wallis*. Os dados demonstraram que os grupos-controle, que correspondem aos dois grupos que não tiveram aplicação de silano, tiveram menores forças de adesão comparados aos grupos que receberam silano e, após a termociclagem, a força sofreu grande decréscimo. Este fato, segundo os autores, veio confirmar o grande impacto negativo da falta de silano na adesão de porcelana dentária. Quanto aos agentes cimentantes, *Clapearl DC* obteve desempenho substancialmente melhor em relação ao *Panavia 21*, com ou sem termociclagem. Na observação das superfícies fraturadas após os testes, feita ao microscópio óptico (SM2100), verificou-se que os grupos-controle apresentaram fraturas na interface porcelana/agente de união por

ter pequena força de adesão. Na utilização do *Panavia 21* ocorreram mais fraturas de interface do que coesivas. Já com o adesivo *Clapearl DC*, a maioria das fraturas foram coesivas da porcelana, reforçando a afirmativa de que promove boa adesão e, portanto, confere boa durabilidade.

Chung & Hwang¹⁸ (1997) alertam que, em situações clínicas de fraturas de restaurações metalo-cerâmicas, pode haver exposição total ou parcial da subestrutura metálica ou ocorrer fratura somente na porcelana. Desse modo, objetivaram avaliar a força de adesão, através de teste laboratorial de resistência ao cisalhamento, entre reparo de resina composta e diferentes substratos, quais sejam porcelana feldspática, liga metálica (níquel-cromo-berílio) ou metalo-cerâmica. Foram utilizados três condicionamentos de superfície e seis sistemas adesivos. A amostra foi constituída de 60 discos de porcelana (*Biobond*, *Dentsply*) limpos com banhos de água destilada ao ultra-som por 15min, polidos com lixa de silicone nas granulações 180 e 240 e novamente banhados com solução de metanol a 99,8% e água destilada ao ultra-som por 15min. Os corpos de prova formados de substrato de porcelana foram submetidos a diferentes tratamentos de superfície: a) grupo controle; b) JOA 50µm (*Microetcher*), seguido de banho com água destilada por 15min ao ultra-som e c) AFL 9,5% (*Ultradent*) por 4min, lavagem por 30s e secagem. Os discos dividiram-se em seis subgrupos de acordo com o sistema adesivo usado: *Silaniit/Heliomolar*; *Liner-M/Superbond*; *Silistor/Charisma*; *Optec Universal Bond/Conquest*; *Scotchprimer/Z-100* e finalmente *Prime & Bond/TPH*. As recomendações dos fabricantes foram seguidas. Prosseguiu-se a aplicação da resina composta, fotoativada por 160s, formando um cilindro aderido à superfície condicionada. Os corpos foram armazenados em água destilada a 37° C por sete dias, antes de serem testados em máquina universal com 5mm/min de velocidade. Os valores achados foram testados estatisticamente pelo teste de *Scheffé*. Os sistemas *Prime & Bond/TPH* e *Scotchprimer/Z-100* obtiveram maiores

forças de adesão. O grupo controle apresentou a menor força, o que já era esperado pelos autores já que na observação da sua superfície ao MEV verificou-se uma relativa lisura com poucas depressões. Na superfície condicionada com ácido, pode ser observada grande porosidade contendo canais profundos, o que não ocorreu no tratamento com JOA. Em contrapartida os dois tratamentos demonstraram mesma força de adesão, com exceção do grupo que utilizou o sistema *Optec Universal Bond/Conquest*. Os autores enfatizaram ser desnecessário lançar mão de produtos agressivos aos tecidos orais, como o AFL por exemplo, para se chegar a um reparo com resistência e durabilidade satisfatórias.

Fraturas em coberturas cerâmicas levam a falhas prematuras em próteses parciais fixas. O reparo intra-oral através de resinas compostas aderidas à porcelana pode ser uma alternativa de custo razoável para a reconstrução protética. Degenhart et al.²⁰ (1997) objetivaram avaliar a força de adesão e o efeito da ciclagem térmica e mecânica de sete diferentes sistemas de reparos intra-orais: Silistor (*Kulzer*), Command Ultrafine (*Kerr*), Z-100 Kit (*3M*), Monobond S - Tetric (*Vivadent*), Porcelain etch (*Ultradent*), All-Bond 2 com AFO e All-Bond 2 com AFL (*Bisco*). Os 140 corpos de prova fabricados com porcelana Vita VMK 68 (Vita) fundida sobre base metálica Dentitan (*Krupp*) foram divididos em sete grupos, segundo as marcas comerciais dos sistemas de reparos sob análise e sobre eles aderidos cilindros de resina composta com 6mm de diâmetro. Os vinte corpos de prova de cada grupo se subdividiram, sendo o primeiro mantido armazenado em água destilada a 35°C por 24h e o segundo submetido a ciclagem térmica (1.200 ciclos de 5°C e 55°C) e mecânica (480.000 ciclos de 50N), simulando dois anos de uso clínico. A análise estatística dos resultados deu-se através do teste de *Mann-Whitney* e demonstrou que os sistemas Silistor, All-Bond 2 com AFO e All-Bond 2 com AFL tiveram um decréscimo significativo após

ciclagem térmica e mecânica, bem como que os sistemas Z-100, Monobond S - Tetric e Porcelain Etch apresentaram os mais altos valores de adesão e resistência à ciclagem, levando os autores a concluir que o reparo intra-oral pode ser recomendado como alternativa à reconstrução de nova prótese com um dos sistemas de melhores resultados.

Associado a métodos de preparo e condicionamento da superfície cerâmica, o uso de sistemas adesivos pode atuar satisfatoriamente no reparo direto de restaurações cerâmicas com resina composta. A partir desta possibilidade, a pesquisa de Assunção et al.⁵ (1997) teve como propósito verificar a resistência dessa associação, bem como analisar os sítios de fratura após ensaios mecânicos de cisalhamento. Quarenta cilindros de cerâmica foram divididos em dois grupos de acordo com o tipo de tratamento de superfície a ser realizado: I – APD + AFL 10% por 4min; II – JOA + AFL 10% por 4min. Cada grupo principal (I e II) foi dividido em dois subgrupos para tratamento com diferentes sistemas adesivos – *Optibond (Kerr)* e *Scotchbond Multi-Use Plus (3M)*, formando quatro subgrupos (IA, IB, IIA e IIB). Os corpos de prova obtidos foram submetidos a ensaio mecânico de cisalhamento em máquina universal *Instron*. De acordo com os resultados obtidos, os diferentes tipos de tratamentos superficiais e sistemas adesivos utilizados não apresentaram diferenças significativas em relação à força de adesão de cisalhamento. Todos os quatro grupos apresentaram médias de resistência ao cisalhamento da união resina composta/cerâmica consideravelmente elevadas, entre 37,9 MPa e 41,8 MPa. Provavelmente os valores de resistência adesiva obtidos nesse trabalho seriam suficientes para suportar os esforços mastigatórios, pois sistemas adesivos que atingem valores próximos de 30 MPa são considerados satisfatórios. Trabalhos *in vitro* têm demonstrado ser o AFL o responsável pelo aumento da resistência adesiva entre cerâmica/resina composta. Entretanto, as retenções micromecânicas na superfície da cerâmica

parecem importantes para a manutenção do reparo e por vezes é considerada mais importante do que os agentes de união química. A associação da microabrasão com o condicionamento com AFL tem sido considerada como o melhor tratamento da superfície da cerâmica para reparo com resina composta. Para o condicionamento da superfície cerâmica, o AFL poderia ser substituído pelo gel de FFA a 1,23%, porém com tempo de aplicação bem maior. Entretanto, os autores concluíram que o FFA não afeta suficientemente a superfície da cerâmica para promover união satisfatória com a resina composta. O tipo de fratura observado nas amostras após ensaio mecânico revelou que as falhas coesivas superaram as adesivas, comprovando que os tratamentos na superfície da cerâmica foram satisfatórios e os sistemas adesivos efetivos, mesmo após armazenagem em água e termociclagem. A associação do tratamento da superfície da cerâmica através do JOA ou APD, condicionamento com AFL e aplicação dos diferentes sistemas adesivos proporcionou valores de resistência ao cisalhamento da união cerâmica/resina sem diferenças estatísticas significativas entre os quatro grupos estudados.

Em publicação voltada à prática clínica, Miller⁴² (1997) destaca que a fratura de restaurações cerâmicas é ocorrência freqüente e que o reparo por resina composta ou nova camada de porcelana apresenta, na atualidade, um grau de sucesso relativamente alto. Considerando o bom resultado estético, a possibilidade de solução em uma única consulta, sem envolvimento laboratorial, e um menor custo envolvido, a utilização de resina composta deve ser prioritariamente considerada. O autor apresenta a seqüência de condutas clínicas em dez passos e, relativamente ao tratamento de superfície sugere a utilização de JOA preferencialmente ou, na impossibilidade, a APD, seguindo-se como etapa opcional o condicionamento com AFL, desde que se possa proteger adequadamente as áreas próximas.

Segundo Noel & Mitchell⁴³ (1997), quando há fratura e perda parcial da porcelana de uma PPF metalo-cerâmica, as opções de tratamento incluem, entre outras, a cimentação de fragmento de porcelana e o reparo com resina composta. Ao se considerar o reparo ou a confecção de nova prótese, primeiramente é preciso avaliar a presença de outras deficiências, como linhas de fratura na porcelana, contorno excessivo, coloração pobre ou margens expostas. Se estas condições estiverem presentes, não se deve preservar a prótese. Se possível, deve-se também determinar a causa da fratura, destacando-se que, caso esta resida na subestrutura metálica, o reparo é contra-indicado. Fatores como custo, tempo, trabalho, desconforto e risco à estrutura dental devem justificar o reparo da restauração. O reparo de fraturas de porcelana com resina composta tem várias vantagens, tais como rápida aplicação, custo mínimo e simplicidade. Entretanto, os reparos costumam apresentar desvantagens, como alteração de cor, baixa resistência ao desgaste, pobre aparência estética e fraca força de adesão em áreas de esforços mastigatórios. Além disto, um decréscimo na força de adesão com o tempo é observado em muitos sistemas. Reparos com resinas compostas não são comprovadamente duráveis, necessitando repetidos reparos e aumento dos custos.

Li et al.³⁹ (1998) propuseram-se a estudar os efeitos de diferentes tratamentos superficiais na força de adesão de sistemas de reparo de porcelana utilizando corpos de prova cerâmicos (*Synspar*) planificados com lixa de carbureto de silício de granulação 600. Foram realizados dois tratamentos superficiais – JOA 50 μm (*MicroPrep*) e APD de 40 μm , variando-se os condicionamentos – somente silano, somente adesivo e silano acrescido de adesivo, utilizando-se de três sistemas de reparo cerâmico – *One-Step/Porcelain Primer*, *P&B 2.1/Silane Coupling Agent*, *Solobond M/Cimara Coupling Silane*. Os compósitos – *Bisfil-P*,

TPH Spectrum e *Arabesk* – foram aplicados em dois incrementos à superfície cerâmica condicionada, totalizando 3mm de diâmetro. Os corpos de prova foram armazenados por 24h em água a 37°C e posteriormente submetidos a teste de tração em velocidade de 0,05 cm/min. Os dados foram analisados por ANOVA e *Tukey-Kramer*. Os maiores valores de adesão foram obtidos com o uso de APD seguida do uso de silano e agente adesivo P&B 2.1, levando os autores a concluir que o condicionamento da superfície cerâmica combinando-se o uso de agentes silano e adesivo resultam em elevada força adesiva.

Em revisão da literatura de 1998, Robbins⁵⁴ apresentou alternativas para reparos intra-orais de restaurações metalo-cerâmicas que apresentem fraturas após a cimentação, dividindo-as segundo a extensão da fratura. O autor sugere que, para as fraturas ocorridas totalmente em porcelana, sem exposição da subestrutura metálica, utilize-se a própria porção fraturada, que seria unida ao remanescente ou a fabricação de uma nova porção de porcelana para esse fim. Para alcançar uma adequada adesão, o primeiro passo consistiria em tratar a porcelana remanescente utilizando-se uma de quatro opções: APD, JOA 50µm, AFL 9,5% ou FFA 1,23%. O autor, embasado em várias pesquisas, apresenta o JOA como alternativa mais eficiente que a APD e a utilização de AFL ou FFA como igualmente eficientes, apesar da primeira alternativa exigir menor tempo clínico (2 a 4min contra 10min indicados para o FFA), sendo ambas superiores às outras alternativas. Ressalta, ainda, que deve-se levar em consideração, entretanto, que o AFL é potencialmente danoso aos tecidos duros e moles e deve ser usado sob isolamento com dique de borracha; nas situações em que isso não é possível, a escolha deve recair sobre o FFA. Após o tratamento de superfície, deve-se seguir aplicação de silano, adesivo e cimento resinoso à porcelana. Segundo o autor, o único sistema de reparos de porcelana que dispensa tratamento de superfície é o *Clearfil Porcelain Bond* (J Morita) que, além de demandar

menor tempo, tem demonstrado ótima adesão, segundo pesquisas laboratoriais. Quando a fratura envolve a subestrutura metálica, o reparo é mais complexo e pode haver a necessidade de refazer a prótese. O autor conclui alertando quanto à importância de se informar ao paciente dos riscos da conduta reparadora, bem como que o advento de novas gerações de agentes adesivos e a melhor compreensão de suas técnicas tendem a tornar o reparo intraoral de restaurações de porcelana fraturadas um tratamento viável e de baixo custo.

Chadwick et al.¹⁵ (1998) investigaram, *in vitro*, a força de adesão, por teste de cisalhamento, da resina composta Prisma TPH (Dentsply) à porcelana (Matchmaker) com três diferentes sistemas de reparo de porcelana: *Scotchbond Multi-purpose Plus* (3M); *One-Step* (Bisco) e *DentASTIC* (Pulpdent). A amostra constou de sessenta discos de porcelana que, após polidos com lixa de silicone granulação 800, foram limpos com acetona e água. Seguiu-se JOA 150µm por 5s e a divisão em três grupos para utilização dos diferentes sistemas de reparo, segundo orientação de cada fabricante. Desse modo, nos grupos dos sistemas *Scotchbond* e *DentASTIC* foi utilizado AFO, com concentrações de 35% e 32%, em tempos de 15s e 2min, respectivamente e, no grupo do *One-Step*, AFL 8% por 4min, seguindo-se a aplicação do agente adesivo. Após a fixação da resina composta, fotoativada por 60s, os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C por uma semana, para posteriormente serem submetidos aos testes propostos em máquina universal utilizando velocidade de 0,5mm/min. A análise estatística deu-se pelo método *Weibull*. Os resultados demonstraram menor força de adesão com o sistema *Scotchbond multi-purpose Plus* em relação aos demais, apesar de ter-se observado que a expressiva maioria das fraturas foram coesivas, independente do sistema adesivo utilizado, sugerindo aos autores que os testes refletem mais a qualidade da porcelana que a força de união desta à resina, questionando assim a validade de muitos

estudos já realizados. Concluem ainda que, embora os testes de resistência à tração ofereçam melhor indicação da capacidade do agente adesivo de reparo da porcelana, estes não reproduzem as condições encontradas clinicamente, levando-os a propor o desenvolvimento de um novo teste que possa ser significativo para os sistemas de reparo de porcelana e aplicável clinicamente.

Gillis & Redlich²⁸ (1998), objetivando avaliar a adequada combinação de tratamento de superfície e agente de união para colagem de bráquetes ortodônticos sobre superfícies de porcelana, desenvolveram noventa facetas cerâmicas, divididas em nove grupos de testes, variando-se três tipos de condicionamentos de superfície (APD, AFL e JOA 60µm) e três adesivos dentais (silano – *Right-On*, *TP Orthodontics*; silano – *Concise*, *3M*; *High-Q-Bond*, sem silano). Após a união de bráquetes ortodônticos às superfícies tratadas com as diferentes combinações possíveis, foi realizado teste de resistência ao cisalhamento, verificando-se que houve influência das duas variáveis, obtendo-se resultado superior para o grupo *Concise* em relação aos demais, independente do tipo de condicionamento realizado. A avaliação dos tipos de tratamento de superfície foi dependente do tipo de adesivo utilizado. Desse modo, no grupo *Right-On* os três tiveram desempenho similar; no grupo *Concise*, AFL e JOA tiveram desempenho significativamente superior e, no grupo *High-Q-Bond*, o AFL ofereceu resistência significativamente maior que os outros dois. Os autores concluíram que a força de adesão de bráquetes à porcelana é dependente do tratamento de superfície e do agente adesivo, bem como que algumas associações podem gerar dano à cerâmica.

Desejando avaliar a força de adesão de reparos e a influência de diferentes tratamentos superficiais à porcelana, de agentes silanos e da termociclagem, Shahverdi et al.⁵⁹ (1998) realizaram testes de resistência ao cisalhamento em 110 corpos de prova, divididos em cinco

grupos. O primeiro grupo foi formado por corpos de prova que receberam JOA 50µm (*Microetcher*) por 60s, seguindo-se condicionamento com AFL 5% (*IPS Ceramic Etching Gel, Ivoclar*) por 60s, lavagem e secagem; o segundo recebeu APD e silanização (*Silicer, Kulzer*); o grupo três foi tratado com JOA e AFL e, posteriormente, outro tipo de silano (*Silistor, Kulzer*); ao quarto grupo aplicou-se AFL e silano (*Monobond-S, Vivadent*); e, por fim, no grupo cinco, JOA e silanização (*Monobond-S, Vivadent*). Após o preparo das superfícies, deu-se a aplicação do agente adesivo (*Adhesive Bond II, Kulzer*) e resina composta híbrida (*Charisma, Kulzer*), fotoativada por 40s em cada direção. Metade da amostra (11 corpos de prova de cada grupo) foi armazenada em água destilada por 24h e o restante mantido em temperatura ambiente por trinta dias e termociclado (200 ciclos de 30s, com temperaturas de 5°C e 55°C). Para os testes foi utilizada máquina universal com velocidade de 0,5mm/min e os dados obtidos passaram por avaliação estatística de *Duncan*. Independentemente da armazenagem, os botões preparados com JOA, AFL e silano mostraram maiores forças de adesão. O grupo tratado por APD e silano foi o que mais sofreu os efeitos da armazenagem por trinta dias e ciclagem térmica, fato justificado, segundo os autores, pela retenção mecânica insuficiente. Os resultados indicaram, ainda, que o JOA promoveu retenção mecânica tão satisfatória quanto o condicionamento com AFL e que a retenção química promovida pelo silano foi importante, mas também sofreu efeitos negativos da ciclagem térmica. Os autores concluíram que a combinação entre retenção mecânica e química resultou em uniões de maior durabilidade.

Chen et al.¹⁶ (1998) investigaram a influência da variação do tempo de condicionamento com AFL 5% sobre superfícies de porcelana, com análise sob MEV. Foram utilizados 54 retângulos (10mm por 8mm) e 48 quadrados (8mm) de porcelana, divididos em seis grupos referentes à duração do condicionamento ácido (0, 5, 30, 60, 120 e 180

segundos). Um retângulo de cada grupo foi retirado para observação microscópica; os demais (oito de cada tipo), foram fixados uns aos outros com pressão de 5N, o excesso de agente cimentante (*Claparl DC, Kuraray*) retirado e fotoativação realizada por 40s em cada direção. A amostra foi armazenada em água 37°C por 24h antes dos testes de resistência ao cisalhamento realizados em máquina universal com velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram analisados pelos testes ANOVA e de *Duncan*. O local de fratura de toda a amostra passou por observação ao MEV (*SMZ 100, Nikon*). Os resultados mostraram que o tempo de condicionamento exerce significativa influência na adesão. Todos os corpos que não receberam o condicionamento, separaram-se após terem sido armazenados em água 37°C por 24h. O grupo que recebeu o ácido por 5s demonstrou força de adesão muito pequena e o grupo de 120s obteve melhor desempenho. Os grupos de 120s e 180s apresentaram ao MEV retenções bem mais profundas em relação aos demais. O condicionamento por 180s provocou pequeno decréscimo na força de adesão. É de fácil compreensão o fato de que os corpos que tinham menor força de adesão tenham se separado; por outro lado, as diversas formas de fraturas coesivas não foram relacionadas com a resistência ao cisalhamento. Os autores consideram 30 MPa um valor adequado para força de adesão e afirmam que este pode ser alcançado sob as condições da pesquisa quando o condicionamento se der por 30s ou mais.

O sistema Cerec 2, desenvolvido pela Siemens (*Germany*), proporcionou nova e importante opção de confecção automatizada de restaurações cerâmicas, utilizando tecnologia CAD (*computer-aided design*) e CAM (*computer-aided manufacturing*). Objetivando avaliar os efeitos de quatro diferentes tratamentos superficiais sobre a força de adesão entre restaurações de Cerec 2 e resina composta, Kamada et al.³² (1998) desenvolveram pesquisa na qual

variou-se, ainda, os agentes de união. Os grupos de tratamento de superfície foram: a) abrasão com lixa de silicone com granulação 600; b) AFO; c) aplicação de agente adesivo (*Kuraray*) contendo silano por 30s e lavagem por 5s; d) aplicação de agente adesivo contendo silano após condicionamento com AFO. Um dos subgrupos teve os corpos de prova armazenados em água a 37°C por 24h e outro que foi submetido a 20.000 ciclos de ciclagem térmica (4°C e 60°C com intervalo de 1min), após terem sido armazenados por 24h em água a 37°C. Foram realizados testes de resistência ao cisalhamento (*Shimadzu*) e os resultados, que receberam análises estatísticas *ANOVA* e *Tukey-Kramer*, demonstraram que qualquer tratamento de superfície mostrou-se mais efetivo do que o simples polimento nos dois subgrupos mencionados, sendo que os grupos que utilizaram silano apresentaram forças de adesão bastante superiores, não se constatando valores significativamente diferentes em relação a qualquer adesivo ou à ciclagem térmica. A observação ao microscópio óptico (*Nikon*) mostrou que no grupo silanizado e condicionado com AFO ocorreram fraturas coesivas da porcelana na maioria dos corpos. Os autores alegam que a toxicidade do AFL é justificativa suficiente para não indicá-lo para uso em ambiente bucal, além de que o AFO promove força de adesão satisfatória. Afirmam, ainda, que a aplicação de silano é procedimento fundamental para se alcançar adequada força de adesão entre a cerâmica do sistema Cerec 2 e resina composta.

Chen et al.¹⁷ (1998) expuseram que a técnica de adesão da resina composta à porcelana tem tornado possível o reparo intraoral de restaurações de porcelana fraturadas, fato que ocasionalmente ocorre na rotina prática. Os autores citam que, embora outros ácidos possam ser utilizados com esse fim, melhores resultados com pequeno tempo de trabalho são obtidos com a utilização do AFL. Apesar de várias pesquisas relatarem o uso desse condicionador, existem informações limitadas

sobre o tempo de utilização ideal para o adequado tratamento da superfície da porcelana. Em face disso, propuseram-se a avaliar o efeito do condicionamento com AFL em diferentes concentrações e tempos de aplicação e o efeito do uso de silano na força de união entre porcelana feldspática (*Vita*) e resina composta (*Clearfil APX, J Morita*). A amostra constituiu-se de 208 discos de porcelana com 10mm de diâmetro por 2,5mm de altura, os quais foram polidos com lixa de silicone de granulação 600 e, posteriormente, divididos em três grupos, sendo o primeiro de controle e os demais com AFL a 2,5% e 5% (GC). Os dois grupos condicionados foram subdivididos de acordo com o tempo de aplicação: 30; 60; 90; 120; 150 ou 180s. Metade da amostra (incluindo todos os grupos e subgrupos) foi tratada com agente adesivo que não contém silano (*Clearfil New Bond, J Morita*) e o restante foi tratado com adesivo contendo silano (*Clearfil Porcelain Bond, J Morita*), fotoativado por 40s. Trinta minutos após a preparação, os corpos foram armazenados em água 37°C por 24h e, posteriormente, submetidos a teste de resistência ao cisalhamento, sob velocidade de 0,5mm/min em máquina de testes universal. O teste de *Duncan* analisou os valores obtidos, que demonstraram aumento da força de adesão com uso de silano, bem como com AFL 2,5% em relação ao de maior concentração. Em relação ao período de condicionamento, observou-se melhores resultados com 30s ou mais.

Em artigo de casos clínicos publicado em 1998, Denehy et al.²⁴ descreveram materiais e procedimentos para reparo intraoral de porcelanas fraturadas utilizando resinas compostas e alcançando ótimos resultados estéticos e expectativa de boa longevidade. Na visão dos autores, o sucesso da adesão está diretamente relacionado ao tratamento apropriado da superfície e aplicação de um sistema adesivo de qualidade. Sugerem, para esse fim, a utilização de AFO em concentrações de 30% a 40%, AFL em baixa concentração face a seu efeito cáustico (6% a 10%)

ou, ainda, o JOA 50µm. Os autores afirmam que o uso de agente silano é essencial para a maximização da força de adesão. São descritos três casos, sendo o primeiro relativo a reparo em pequena área de fratura, no qual utilizou-se AFO 35% por 15s e JOA 50µm (*Microetcher*), seguindo-se a aplicação de silano (*Ultradent*), adesivo (*All Bond 2, Bisco*) e resina composta (*Bisco*). No segundo caso relatado houve proteção dos tecidos adjacentes com gel de bicarbonato de cálcio (*Ultradent*), face ao condicionamento com AFL (*Ultradent*) por 1min, utilizando-se, posteriormente, agente silano *Porcelain Primer Silane (Ultradent)* por 60s, *primer*, adesivo e resina composta. No último caso foi mostrado um reparo para fratura que expôs o opaco e a subestrutura metálica, realizando-se APD e JOA 50µm no metal e na porcelana remanescente; posteriormente, aplicou-se AFL por 60s, com a devida proteção aos tecidos adjacentes, seguindo-se silano, *primer* e adesivo de acordo com as instruções do fabricante (*Ultradent*). Na conclusão, os autores ressaltam a importância do tratamento de superfície e do sistema de adesão de boa qualidade para o desejado resultado estético e adequada durabilidade do procedimento de reparo.

Dentre os agentes de tratamento da superfície cerâmica com o propósito de procedimento de reparo inserem-se o AFL e FFA. Della Bona & Van Noort²³ (1998) examinaram a interação desses agentes com a superfície da porcelana feldspática reforçada com leucita, buscando determinar como o processo de condicionamento afeta a estrutura da mesma com cada deles. Utilizaram-se discos de porcelana (*Vita VMK68*), que foram polidos com lixa de granulação 600 e asperizados com ponta diamantada, e posteriormente observados ao MEV (*JMS 6400*). Dezesesseis discos foram preparados da forma descrita e divididos em oito grupos de acordo com o tratamento: a) AFL 9,6% por 10s; b) AFL 9,6% por 2min; c) FFA 4% por 1min; d) FFA 4% por 2min; e) JOA (*Microetcher*) e AFL por 2min; f) JOA e FFA por 2min; g) APD e AFL

por 2min; h) APD e FFA por 2min. Todos os discos foram limpos ao ultrassom com água destilada e examinados ao MEV. Utilizando-se difração de raios X analisou-se a microestrutura e a composição dos corpos. Os resultados mostraram que o FFA e o AFL reagem de maneira bem diferenciada quando em contato com a porcelana feldspática reforçada por leucita. O AFL promove maiores micro-retenções mecânicas devido à dissolução diferenciada da porção cristalina da superfície, o que independe de qualquer tratamento prévio da superfície, invalidando-o quando ele existe. Por outro lado, o FFA resulta em aumento da rugosidade da superfície, superpondo-se a um tratamento de asperização anterior.

A atualidade e a importância do reparo com resina composta de uma área fraturada de porcelana fundamentaram estudo *in vitro* de Carneiro Júnior et al.¹⁴ (1999) acerca do comportamento da união da porcelana com a resina composta. Foram confeccionados noventa corpos de prova (pastilhas de porcelana unidas a uma porção de resina composta), divididos em nove grupos, de acordo com o tipo de tratamento: a) sem tratamento; b) APD; c) APD + AFO 35% por 15s; d) APD + AFL 10% por 1min; e) APD + AFL 10% por 4min; f) JOA; g) JOA + AFO 35% por 15s; h) JOA + AFO 10% por 1min; i) JOA + AFL 10% por 4min. Em seguida, os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C por sete dias, submetidos a ciclagem térmica (600 ciclos de 1min, entre 5°C e 55°C) e ao teste de tração em máquina *Instron*. Os resultados deste estudo permitiram concluir que todos os tipos de tratamento de superfície empregados promoveram melhora na resistência à tração. Observou-se que, com o uso do JOA, foi possível obter maior resistência de união, em comparação à APD, sendo estatisticamente significativa. Constatou-se, ainda, ausência de diferença estatística entre o uso de AFO e o AFL. Com relação a este, não houve diferença estatística entre os tempos estudados (1 e 4 min).

Pacheco et al.⁴⁶ (1999) objetivaram avaliar a influência exercida por agentes silanos e de condicionamento de superfície na resistência ao cisalhamento de resina composta à porcelana. Foram utilizados diferentes agentes de silanização, comercialmente disponíveis, permitindo observar que, à exceção do silano do sistema *Multi Bond Alpha*, todos os demais quatro grupos de testes apresentaram aumento significativo na força de união, levando os autores a concluir que, face à similaridade das formulações dos agentes silanos, sua efetividade possa estar eventualmente comprometida pela forma de armazenamento em decorrência da instabilidade química do produto. Em relação aos produtos de condicionamento de superfície, foram testados o ácido maléico e o AFL, constantes dos conjuntos de sistemas de reparo selecionados. Entre ambos, foi possível verificar a efetividade do segundo em detrimento do primeiro, oferecendo fraturas coesivas na maioria dos corpos de prova e um aspecto superficial bastante irregular com extensas e profundas porosidades, independente do tempo de condicionamento sugerido pelos fabricantes (dois ou quatro minutos).

Conforme advogaram Leibrock et al.³⁸ (1999), as próteses fixas metalo-cerâmicas apresentam significativas vantagens sobre aquelas produzidas com resinas sobre bases metálicas, como, por exemplo, a estabilidade de cor, translucidez e biocompatibilidade, com bons resultados na restauração de dentes posteriores e anteriores. O incorreto desenho da subestrutura metálica, defeitos na interface metal-cerâmica ou sobrecarga local podem causar fraturas na porcelana, o que ocorre com cerca de 2 a 4% dos casos, geralmente após poucos meses da fixação. Como uma alternativa razoável, apresenta-se a de reparo com resina composta, a qual será submetida a esforços como o da oclusão e da variação de temperatura intra-bucal. Assim, os autores buscaram avaliar, *in vitro*, a força de adesão dos sistemas de reparo de porcelana

mais usados frente às ciclagens térmica e mecânica, comparando-os àquela da porcelana fixada ao metal, como ocorre nas restaurações. A amostra constituiu-se de 160 bases metálicas (10mm por 20mm) fundidas a 140 corpos de porcelana (*Vita, Germany*), de acordo com as instruções do fabricante e as vinte bases restantes foram utilizadas no grupo controle. Os corpos de prova dividiram-se em sete grupos, conforme o sistema de reparo utilizado, que incluía um tratamento mecânico (APD, asperização com ponta de carborundo ou JOA) e químico (AFO ou AFL), conforme orientação de cada sistema, seguindo-se a utilização de silano, *primer*, adesivo e resina composta. Os sistemas utilizados foram: *Z 100 Kit (3M)*, *Monobond S Tetric (Vivadent)*, *Silistor (Kulzer)*, *Command Ultrafine (Kerr)*, *All Bond 2 com AFL (Bisco)*, *All Bond 2 com AFO (Bisco)*, *Porcelain Etch (Ultradent)*. Após terem sido preparados, os corpos de prova foram avaliados e fotografados em MEV com aumento de 500 e 2000 vezes. O molde utilizado para inserção da resina composta permitiu obter corpos de prova que simulassem a face palatina de dentes anteriores, ou seja, com inclinação aproximada de 45°C em relação à base metálica, o que permitia que forças verticais aplicadas no teste tivessem uma resultante horizontal. As bases metálicas do grupo controle receberam JOA 110µm (*Rocatec, Espe*) por 10s, silano (*Espe*) e resina composta (*Visio-Gem, Espe*). Dez corpos de todos os grupos, incluindo o controle, foram mantidos em água deionizada a 20°C por 24h e os outros dez submetidos a ciclagem térmica, com 24.000 ciclos de 5°C a 55°C e mecânica, com 480.000 ciclos de 50N e frequência de 1,66 Hz. Para os testes de resistência ao cisalhamento aplicou-se velocidade de 1mm/min em máquina universal. Os resultados foram analisados pelo teste *Mann-Whitney*. Baseados nos dados obtidos, os autores concluíram que a APD e posterior condicionamento ácido da porcelana promove micro-retenções efetivas, com ótima retenção mecânica. Com relação ao uso do AFL, verificou-se que o mesmo apresentou força de adesão estatisticamente igual à do AFO, em dois grupos experimentais de cada um dos agentes.

Ressaltou-se, porém, que o AFL tem o inconveniente de ser quimicamente agressivo, devendo, portanto, ser evitado para aplicação intra-oral. Os autores concluíram, ainda, que o reparo em situações de fraturas de porcelana pode ser uma eficiente alternativa em detrimento da troca da restauração. Três dos sistemas testados (*Z100 Kit*, *MonobondS/Tetric* e *Porcelain Etch*) promoveram forças de adesão que clinicamente se traduziriam em estabilidade por mais de dois anos.

Com o crescimento do interesse no uso de restaurações cerâmicas, novos materiais e métodos vêm sendo introduzidos com o intuito de se obter adesão da porcelana a materiais resinosos. O uso de agentes silanos maximiza a adesão do compósito à cerâmica, entretanto, existem poucas informações disponíveis na literatura quanto à sua eficiência, especialmente em relação ao efeito do armazenamento em água. Com esse objetivo, Berry et al.¹⁰ (1999) avaliaram o efeito do armazenamento prolongado da silanização na resistência ao cisalhamento na interface resina composta/porcelana. Corpos de prova cerâmicos (*VMK68, Vita*) com dimensões de 12 x 12 x 2mm foram planificados e limpos com ultra-som contendo solução de metanol a 99,8% e água destilada por 15min, para remoção de resíduos. Foram produzidos 160 corpos de prova, divididos em quatro grupos e em seguida subdivididos aleatoriamente em 16 subgrupos contendo dez espécies cada. Quatro agentes silanos comercialmente disponíveis foram testados (*Cerinate Prime, Den-Mat; Mirage one-mix, Chameleon; Mirage two-mix, Chameleon* e *Fusion, George Taub*). Cilindros de resina composta (2mm de altura e 2,97mm de diâmetro) foram colocados no centro da superfície cerâmica silanizada e então fotoativados por um total de 120s para assegurar polimerização máxima. Amostras de cada subgrupo foram armazenadas em água à temperatura ambiente por períodos de 24h, uma semana, um mês e três meses. Os testes foram realizados em máquina universal (*Instron*) com velocidade de 0,5 mm/min.

A superfície de fratura foi analisada em microscópio ótico (10x). A análise estatística baseou-se nos testes *ANOVA* e teste *Scheffé F*, que demonstraram diferenças entre os sistemas silanos e períodos de imersão. Foi possível observar que o padrão de fratura predominante foi coesivo e que todos os grupos demonstraram um aumento resistência ao cisalhamento após uma semana em comparação com os valores obtidos após 24h, levando-se a confirmar a estabilidade da adesão dos novos agentes silanos durante armazenagem em água.

O objetivo da pesquisa conduzida por Bourke & Rock¹¹ (1999) foi estabelecer um protocolo de condutas na fixação de bráquetes ortodônticos à superfície cerâmica, especialmente face ao expressivo aumento da demanda por tratamentos ortodônticos por pacientes adultos. As variáveis analisadas englobaram a preservação ou remoção do *glaze* de superfície, o condicionamento ácido com AFL ou AFO e a influência do agente silano. Os testes se deram em máquina *Instron* evidenciando a adesão por cisalhamento, após termociclagem. Os melhores resultados foram encontrados com remoção do *glaze* superficial, seguindo-se o condicionamento ácido com AFO e utilizando-se agente silano. Entre as conclusões apresentadas pelos autores pode-se destacar que a utilização do AFO por 60s é preferível ao uso do AFL considerando seu aspecto corrosivo e altamente tóxico, acrescendo-se que a análise do Índice de Fratura de Porcelana utilizado pelos pesquisadores evidenciou uma alta incidência de dano severo à superfície cerâmica quando da aplicação do AFL, enquanto os mais baixos valores deste índice foram encontrados com o AFO.

Peumans et al.⁵⁰ (1999) investigaram, por MEV, as interfaces porcelana/cimento resinoso e estrutura dentária/cimento resinoso em estudo *in vitro* com facetas de porcelana para pré-molares superiores. A superfície cerâmica foi condicionada através de

procedimentos sucessivos: APD, AFL, limpeza ultrassônica e silano. A análise microscópica da interface cimento resinoso/porcelana demonstrou que as microporosidades criadas na cerâmica pelo AFL aumentaram substancialmente a área superficial e resultaram em uma interdigitação micro-mecânica com o cimento resinoso em relação a análise da superfície da porcelana pré-tratada.

Kato et al.³³ (2000) buscaram determinar a força de adesão entre discos de porcelana (*VMK 68, Vita*), unidos por agente cimentante resinoso. Para tanto, definiram os seguintes grupos experimentais, segundo o tratamento de superfície aplicado aos discos: a) lixa de carbureto de silício nº 1000; b) JOA por 5s; c) bifluoreto de amônio 10% por 60s; d) FFA 0,9% por 60s; e) AFL 5% por 60s; f) AFO 40% por 60s; g) ácido sulfúrico fluorídrico 6,25% por 60s; h) FFA 0,9% por 10min. Foram realizados testes de resistência ao cisalhamento, antes e após termociclagem. Antes da termociclagem os melhores valores de adesão foram alcançados com os grupos G e E (23,7 e 21,3 MPa, respectivamente). Após a ciclagem, todos os grupos foram significativamente afetados, embora se tenha obtido valores superiores a 15 MPa nos mesmos grupos G e E. O estudo confirmou, ainda, a insuficiente retenção produzida pelo condicionamento com AFO por 60s, limitando sua indicação ao esmalte dentário e à limpeza da porcelana. De modo distinto, o FFA exibiu um leve condicionamento da superfície cerâmica, após ação por dez minutos. Considerando que este agente de condicionamento apresenta pequeno efeito danoso sobre a mucosa, menor que o produzido por qualquer outro ácido, o mesmo é especialmente indicado para uso intra-oral, em que pese apresentar a desvantagem de um excessivo tempo de aplicação clínica, e, em face disso, uma indicação limitada.

2.2 Infiltração marginal

Pashley⁴⁸ (1990) afirma que a maioria dos materiais restauradores permite infiltração de corantes e bactérias na interface dente/restauração, bem como que há uma fraca correlação da extensão da microinfiltração em resultados de estudos *in vitro* com o sucesso clínico do material. Apesar disto, baixos níveis de microinfiltração em estudos laboratoriais são indicadores de maior êxito *in vivo*.

Segundo Tjan & Dunn⁶⁵ (1990), a microinfiltração, além de propiciar a formação de recidivas cariosas e sensibilidade pós-operatória, contribui para a ocorrência de alteração de cor. Salientam, ainda, que estudos de microinfiltração são comumente usados para prever o comportamento clínico das restaurações na manutenção da integridade marginal.

Sorensen et al.⁶⁰ (1991) afirmam que microinfiltração pode ser entendida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede cavitária e o material restaurador aplicado, e que a perda da integridade marginal é responsável pela ocorrência de cáries secundárias. A percolação marginal ocorre devido à diferença do coeficiente de expansão térmica entre a estrutura dentária e o material restaurador. Visando avaliar o efeito dos vários tipos de tratamento de superfície na microinfiltração na interface porcelana/resina composta, os autores realizaram pesquisa com discos de porcelana de quatro diferentes marcas comerciais (*Vitadur N*, *Ceramco II*, *G-Cera* e *Cerinate*), os quais receberam JOA 25 μ m e 2,8 kg/cm² de pressão por toda a superfície e posterior polimento com lixas de granulações 180, 220 e 300 sob água corrente, a fim de obterem espessuras de 1,0mm. As amostras foram analisadas com dispositivo de aumento de vinte vezes e descartadas aquelas que apresentassem qualquer tipo de fratura. Para cada marca

comercial foram confeccionadas quarenta amostras, divididas em quatro grupos de dez, os quais receberam os seguintes tratamentos: a) controle; b) silano; c) condicionamento com AFL 20% durante 3min; d) condicionamento com AFL e aplicação de silano. Uma camada de 0,2mm de espessura de resina composta foi aplicada em cada amostra sobre a área condicionada e posteriormente fotoativada. As margens receberam acabamento com brocas diamantadas (*Esthetic Trimming, Savannah*) e discos *Sof-lex* (3M). Em seguida, as amostras foram mantidas em água a 37°C por sete dias e termocicladas em 1000 ciclos de 5°C e 50°C de 30s cada; posteriormente, foram colocadas em solução de nitrato de prata a 50% por 45min e lavadas com água destilada. Finalmente, foram fixadas em resina epóxica e seccionadas em ângulos de 90° com disco de diamante (*Isomet*) em quatro partes, permitindo a observação de oito faces em cada amostra. O grau de microinfiltração na interface porcelana/resina composta foi determinado pela penetração de nitrato de prata da porção externa para o centro de cilindro, observado em MEV com aumento de 250 vezes (*Olympus Metallurgical Microscope*). Os dados foram analisados através de teste ANOVA e *Kruskal-Wallis*. Os resultados permitiram verificar a ocorrência de fraturas em alguns grupos, especialmente da marca *Ceramco II*. Várias amostras exibiram a remoção parcial ou total da camada de resina composta após a termociclagem, com diferenças significativas entre os grupos de tratamentos superficiais distintos. A análise desse aspecto permitiu verificar que as amostras condicionadas com AFL apresentaram microinfiltração significativamente menor que aquelas somente silanizadas, enquanto em três das quatro marcas testadas, as amostras que, além de condicionamento receberam silanização, exibiram diferença significativa em relação às somente condicionadas, obtendo-se reduzida microinfiltração.

Em revisão da literatura de 1992, Taylor & Linch⁶² definem microinfiltração como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons

entre as paredes da cavidade e o material restaurador. As investigações podem ser conduzidas tanto *in vivo* quanto *in vitro*, entretanto, as laboratoriais são mais comumente utilizadas. Os autores relatam que, dentre as técnicas disponíveis para avaliação da infiltração marginal, a que utiliza agentes corantes ainda é a mais aceita. Este método permite a produção de seções infiltradas, contrastando-se tanto a cor do dente quanto da restauração. A maior desvantagem desta técnica recai sobre a subjetividade da avaliação, mesmo se realizada por mais de um examinador. Os corantes mais frequentemente utilizados em pesquisas odontológicas possuem diferenças na concentração e tamanho das partículas. Os autores ressaltam, ainda, que os corantes devem apresentar estabilidade de coloração sob quaisquer das condições encontradas durante a investigação.

Araújo et al.⁴, em 1993, propuseram-se a realizar teste de infiltração marginal sob diferentes materiais restauradores. Foram utilizados dentes humanos íntegros que receberam preparos classe V para a análise pretendida, com selamento do ápice com resina composta. Foi delimitada uma área de 1mm além da interface dente/restauração, com pintura de toda a superfície restante com esmalte para unha em três camadas, com intervalos de aplicação até a secagem completa. Após termociclagem e submersão em corante, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual e fixados em lâmina de vidro identificada para leitura em lupa estereoscópica. Pôde-se concluir que o cimento de ionômero de vidro restaurador apresentou infiltração marginal estatisticamente significativa.

Um adesivo dental “ideal” deveria promover alta força de adesão e eliminar a microinfiltração. Intuitivamente, alta força de adesão deve resultar em menor microinfiltração. Entretanto, a relação entre força de adesão e microinfiltração não é bem compreendida. A força de adesão

estaria mais relacionada ao potencial de retenção do material do que à sua habilidade de selamento. O objetivo do estudo de Fortin et al.²⁷ (1994) foi avaliar, *in vitro*, as forças de adesão de vários sistemas adesivos e examinar a relação entre estas forças de adesão e o grau de microinfiltração em restaurações de classe V. A intenção foi testar a hipótese de que a microinfiltração de um determinado sistema adesivo é relacionada com a força de adesão de cisalhamento. Os testes de força de adesão e microinfiltração foram realizados no mesmo dente para reduzir a variação comumente encontrada em investigações de adesão à dentina. Os autores afirmam que a relação entre força de adesão e microinfiltração é complexa e pouco compreendida. Entretanto, neste estudo, a força de adesão de cisalhamento e a microinfiltração foram, de certa forma, relacionadas, apesar de não ter sido observada correlação estatística significativa entre estas variáveis. Entre os sistemas adesivos avaliados neste estudo, o *Clearfil Liner Bond* (Kuraray) e o *OptiBond* (Kerr) tiveram as maiores forças de adesão e menores microinfiltrações. Já os sistemas *Imperva Bond* (Shofu), *Gluma 2000* (Miles) e *Scotchbond Dual-Cure* (3M) obtiveram as menores forças de adesão e maiores infiltrações. Pode-se concluir que os resultados deste estudo *in vitro* não podem prever o desempenho clínico dos sistemas adesivos avaliados ou de outros, mas existe uma forte indicação de que um material com alta força de adesão vai apresentar também menor microinfiltração.

Em publicação de 1994, Roulet⁵⁶ buscou discutir o significado clínico da integridade marginal das restaurações, com base nas usuais pesquisas *in vitro*. Conforme o autor, para avaliações *in vitro* da integridade marginal, restaurações são usualmente adaptadas em dentes extraídos sob condições clínicas simuladas, ou sob condições próprias especialmente adaptadas para o teste intencionado. As restaurações são geralmente submetidas à tensão térmica ou mecânica, ou ao ataque ácido. Neste último caso, áreas descalcificadas, similares

àquelas vistas em cáries secundárias, são formadas ao longo das margens da restauração. Os dados obtidos de tais avaliações devem ser estatisticamente analisados. A avaliação da integridade marginal pode ser baseada na função da restauração ou em sua morfologia. Testes funcionais são baseados na penetração de corantes, íons ou isótopos radioativos na interface dente/restauração. Desde que estes métodos requerem a destruição da amostra por seccionamento, estudos longitudinais não podem ser conduzidos. Avaliações morfológicas são melhores quando a análise da integridade marginal é realizada em *MEV*. Uma vez que esta metodologia é baseada em réplicas, os estudos longitudinais são possíveis. A avaliação é baseada em critérios pré-estabelecidos, que devem ser adaptados ao método restaurador usado. O percentual de distribuição dos padrões de comparação pode ser calculado, uma vez que o sistema inclui mensurações do comprimento das seções da margem. O sistema tem provado ter precisão e boa reprodutibilidade. O valor preditivo de tais testes pode ser aperfeiçoado pelo uso de correlações diretas entre testes funcionais e morfológicos. Um método desenvolvido por Kostka possibilitou a realização de avaliação morfológica na réplica, na localização precisa onde a amostra é seccionada. Avaliando-se múltiplos locais numa restauração simples, é possível correlacionar os resultados dos dois métodos. Tem sido mostrado que, onde é detectada uma abertura marginal, é encontrada a penetração do corante. Os pesquisadores encontram problemas quando chegam na interpretação dos dados para avaliação marginal. É sabido que a penetração marginal é dependente de fatores como: tamanho molecular, polaridade da molécula, interação superficial entre o corante e o material restaurador, capilaridade e tempo. A seleção do método vai influenciar significativamente os resultados. Em outras palavras, os resultados não podem ser estritamente ligados à qualidade do material restaurador ou procedimento. Adicionalmente, um nível de aceitação é difícil de ser definido. Deve-se avaliar apenas a profundidade da

penetração? Ou é mais importante a espessura da zona penetrada? Talvez a quantidade de agente penetrado seja de maior importância. E quanto ao tempo? Os efeitos da infiltração devem ser dependentes do material. Similarmente, as mesmas questões são levantadas quando a morfologia é considerada. O que é importante: margens excelentes, quantidade de aberturas marginais, a largura de fraturas? Após um acordo ter sido estabelecido quanto a estas difíceis questões, o próximo problema é: onde determinar um nível de aceitação. Desde que não há perfeição, desvios da normalidade devem ser encontrados. Infelizmente, para a integridade marginal existem apenas poucas situações com soluções simples. Devido aos muitos problemas associados com estudos *in vitro*, seria melhor a condução de investigações clínicas, entretanto, existe um dilema diagnóstico, já que muitos estudos têm mostrado que os clínicos possuem limitadas habilidades diagnósticas. Dentre as conclusões a que estes aspectos conduzem, destaca-se a impossibilidade de correlacionar diretamente os resultados de testes simulados com os achados clínicos, porém, é importante reconhecer que é melhor deter dados incertos que não tê-los.

Considerando as virtudes das restaurações em porcelana, como estabilidade de cor e maior selamento marginal, entre outras, Qualtrough & Wilson⁵¹ (1996) as indicam inclusive para dentes posteriores, apesar de apresentarem algumas limitações mecânicas como o potencial de desgaste do dente antagonista e a possibilidade de fratura. Em uma avaliação clínica de três anos, os autores acompanharam cinquenta restaurações oclusais e ocluso-proximais fixadas em pré-molares e molares de 27 pacientes, verificando o desempenho clínico e microscópico das mesmas, incluindo o potencial de fratura. As superfícies das restaurações foram condicionadas com AFL por 60s. Foi verificada a ocorrência de oito fraturas (16%), destacando-se que cinco destas se deram no primeiro mês após a fixação. Acerca do preparo de superfície e

a relação desse com o desempenho das restaurações, os autores destacam que o tratamento com silano sem o condicionamento da porcelana não é suficiente para reduzir a microinfiltração e produzir uma adesão durável da restauração cerâmica.

Em publicação de 1996, Déjou et al.²¹ buscaram avaliar a influência do critério estatístico utilizado na avaliação de testes de microinfiltração *in vitro*. Segundo os autores, não há possibilidade de correlação dos achados clínicos com os resultados de testes de microinfiltração *in vitro*. Isto se relaciona à carência de critérios confiáveis de avaliação *in vitro*, carência de características de diagnóstico *in vivo* e carência de validade de procedimentos simulatórios *in vivo*. Os resultados dos estudos *in vivo* são geralmente menos negativos do que os dos estudos *in vitro*. Todavia, testes *in vitro* são essenciais para propósitos de desenvolvimento, o que deve ser visto como um cenário teórico da quantidade máxima de microinfiltração que pode ou não ocorrer *in vivo*. Asseveram que uma grande variedade de métodos tem sido descrita para avaliação da eficiência seladora. Testes de penetração de corante são freqüentemente utilizados, por constituírem métodos geralmente simples e rápidos. A avaliação envolve geralmente a mensuração da profundidade de penetração em uma ou várias seções dos corpos de prova – normalmente dentes restaurados, embutidos em resina epóxica. A profundidade da penetração avaliada em somente uma seção de um dente restaurado deve ser um critério. Este método não permite levar em consideração a variação da penetração do corante de uma zona para outra da interface dente/restauração. Para considerar esta variação, devem ser examinadas várias seções de cada dente e, logicamente, devem ser feitas várias medidas. Cada mensuração deve ser considerada como um critério estatístico (dado dependente) ou um critério resumindo todos os dados calculados de cada dente. Seqüências estatísticas de dados são geralmente representadas pelos “valores médios”, isto é,

média, mediana, moda. A média descreve uma distribuição estatística dos dados, porém sob duas condições: a) normalidade de distribuição dos dados medidos em cada dente; b) nenhum dado aberrante. No caso oposto, a mediana, situada no centro da série de dados e não influenciada pela forma de distribuição dos dados ou por aberrações, é preferível. A moda é a classe da abscissa correspondendo à frequência máxima. Ainda, é o mais numeroso valor ou classe entre os dados medidos em cada dente. Levando-se em conta o objetivo do experimento, este critério deve prover informação utilizável sobre os padrões comportamentais dos sistemas adesivos. No entanto, a determinação da moda algumas vezes é difícil, ou mesmo impossível, quando não há moda ou várias modas. Estas dificuldades conduzem à exclusão de matérias experimentais e, conseqüentemente, à menor força e problemas para a validade dos testes. O critério de resumo deve ser a profundidade da máxima penetração do corante em cada dente, ou a porcentagem de dente em cada grupo sem nenhuma penetração de corante, o que conta para a integridade marginal total de restaurações com diferentes materiais.

Huh & Cho³¹ (1996) propuseram-se a avaliar a força de adesão e a microinfiltração de quatro resinas compostas utilizadas em reparos de porcelana (*Z-100*, *Photo Clearfil*, *Bisfil* e *Ultradond*). A força de adesão foi avaliada em oitenta corpos de prova, subdivididos segundo a realização ou não de ciclagem térmica, totalizando dez corpos em cada grupo. Para avaliar a microinfiltração, quarenta corpos de prova em porcelana foram fabricados e, após adesão das diferentes resinas compostas, foram mantidos em meio de fucsina básica 0,5%. Posteriormente, foram seccionados em máquina de corte de baixa velocidade e observados em microscópio com aumento de setenta vezes. Os resultados encontrados foram: a) sem termociclagem, as resinas compostas *Bisfill* e *Z-100* obtiveram os melhores valores de adesão; b) a

termociclagem não afetou a força de adesão dos espécimes; as resinas compostas *Z-100*, *Bisfil* e *Ultradond* revelaram selamento marginal superior, com baixa microinfiltração.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a efetividade do tratamento de superfície, nos reparos de cerâmica, através da infiltração marginal na interface porcelana/resina composta.

4 MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa foi fundamentada na comparação de diferentes tratamentos superficiais em cilindros de porcelana (*IPS Classic; Ivoclar*) obtidos em laboratório de prótese, sobre os quais foi unida resina composta, obtendo-se cinquenta corpos de prova.

Os materiais utilizados no desenvolvimento da pesquisa estão agrupados no Quadro 1.

Quadro 1 – Materiais utilizados na metodologia de ensaio de infiltração marginal

Produto	Especificação	Fabricante
Porcelana	<i>Dentin body A 3,5</i>	<i>Ivoclar</i>
Ácido fluorídrico	Concentração de 10%	<i>Dentsply</i>
Ácido fosfórico	Concentração de 35%	<i>3M</i>
Flúor fosfato acidulado <i>Top Gel</i>	Concentração de 1,23%	<i>Vigodent</i>
Partículas de óxido de alumínio	50µm de granulação	<i>Bio-Art</i>
Silano	<i>Primer e ativador</i>	<i>3M</i>
Adesivo dental <i>Single Bond</i>	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, copolímeros dos ácidos poliacrílico e poli-itacônico, sistema fotoiniciador, água e etanol	<i>3M</i>
Resina composta <i>Filtek Z 250</i>	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA e parte inorgânica de Zircônia/Sílica com 82% em peso. O tamanho médio das partículas é de 0,6µm	<i>3M</i>

Os corpos de prova foram obtidos conforme metodologia a seguir descrita.

4.1 Confeção dos cilindros de porcelana

Para a obtenção dos cilindros de porcelana, medindo 6mm de diâmetro e 12mm de altura, foi utilizada porcelana feldspática em pó *IPS Classic V Dentin Body* e líquido de modelar *IPS Classic N*, fabricados pela *Ivoclar*, na proporção de 3g do pó para 1ml do líquido. A mistura foi realizada sobre placa de ágata umidificada, com espátula de vidro, por 1min.

Foi utilizado como matriz um tubete padrão de anestésico, com 1,8ml de capacidade, secionado ao meio, mantendo-se o êmbolo de borracha em sua base e, posteriormente, lubrificado com isolante *Ivoclar Ceramic Separating*. Após a manipulação da porcelana, esta foi inserida no interior do tubete, com o cuidado de inibir a formação de bolhas de ar, mantendo-se o conjunto sobre um vibrador ligado em mínima potência por 10s. Com um guardanapo de papel absorvente foi retirado o excesso de líquido da superfície. O êmbolo do tubete foi empurrado com um cabo de pincel, visando remover a porcelana pré-formada de seu interior, depositando-a sobre um manto de lã de vidro, o qual foi posicionado à porta do forno *EDG FV1 Vacuum Clay*, pré aquecido a 450°C, por 4min. Foi acionado, então, o controle automático do forno no programa 1, que eleva em 4min a porta da base até o fechamento. A temperatura interior do forno elevou-se 65°C por minuto até atingir a temperatura de 920°C, mantendo-o fechado por 1min. Em seguida, o elevador desceu em estágios, em período total de 4min, até a abertura completa da porta. Após o resfriamento do cilindro até a temperatura ambiente, houve uma contração aproximada de 11% em relação ao padrão inicial. Para ajuste

de suas dimensões, foi utilizado um novo tubete para reembasamento do cilindro obtido na primeira cocção, repetindo-se as etapas descritas. Finalizada a segunda queima, restaram pequenas imperfeições minimizadas com broca diamantada *PM 85* da *KG Sorensen*, nas paredes externas do cilindro, utilizando micro-motor elétrico à velocidade de 12000rpm, umedecendo-o com água destilada, visando inibir superaquecimento localizado e minimizar a vibração ultrassônica, o que poderia provocar fraturas. As paredes superior e inferior do cilindro receberam acabamento com a parte achatada da broca diamantada *PM 45* da *KG Sorensen*.

Concluída esta etapa, as dimensões foram conferidas com um paquímetro e as imperfeições ainda presentes foram corrigidas com nova cocção, seguindo-se as mesmas etapas já descritas.

O acabamento final foi realizado com broca diamantada *PM 19* da *KG Sorensen* nas paredes superior e inferior e *PM 82* da *KG Sorensen* nas circundantes (Figuras 1 e 2).

É oportuno destacar que não se aplicou *glaze* sobre os cilindros, considerando-se que nas situações de fratura o mesmo não estará presente.

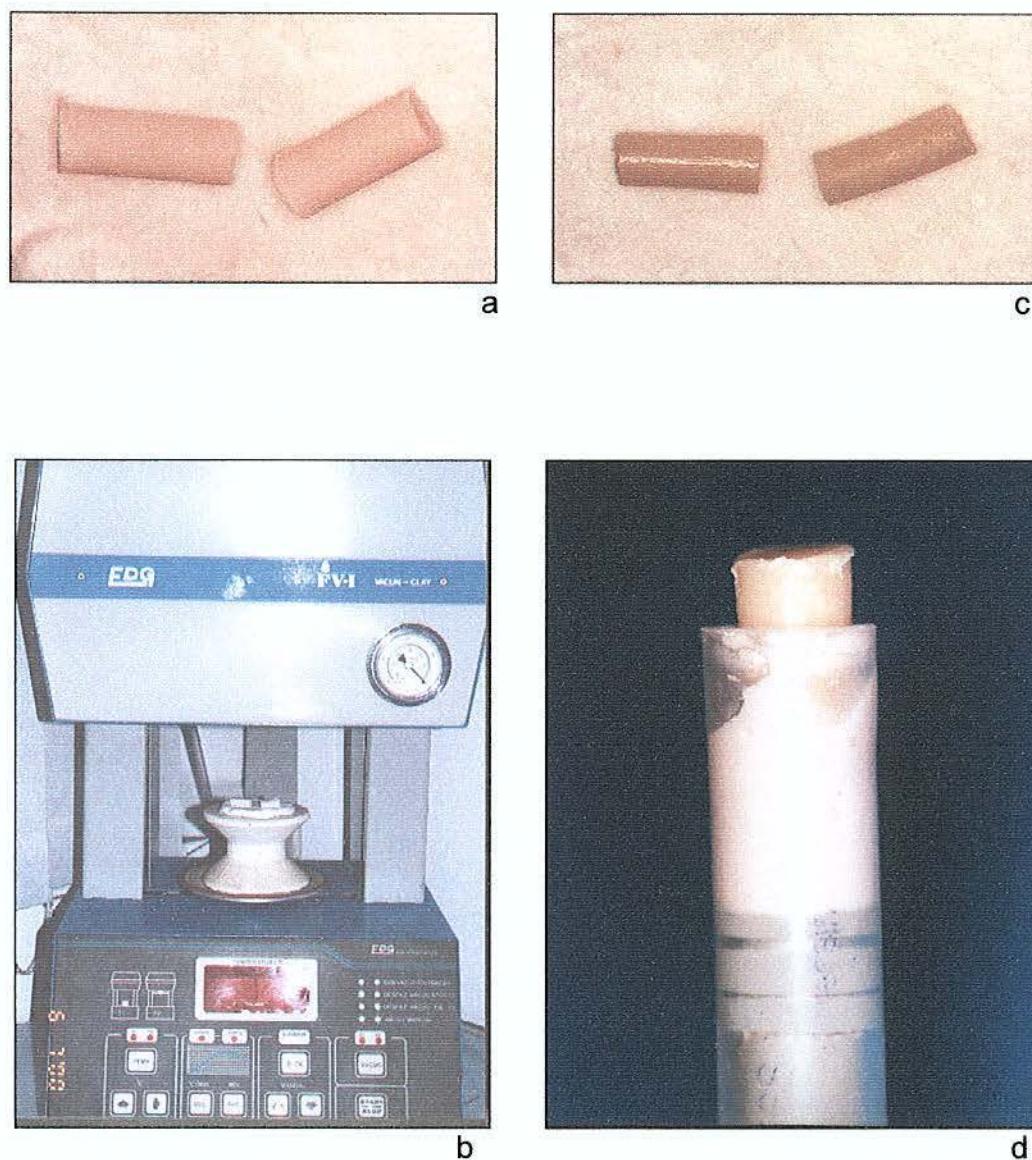


FIGURA 1 – Confeção dos cilindros de porcelana: a) imediatamente após remoção do tubete anestésico, previamente à primeira queima; b) junto ao forno para primeira queima; c) imediatamente após primeira queima; d) reembasamento para correção da forma e dimensões

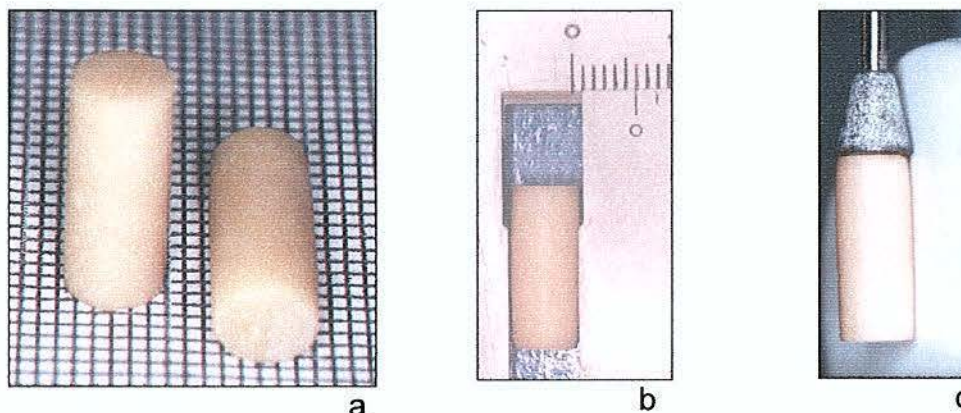


FIGURA 2 – Confeção dos cilindros de porcelana: a) após última queima; b) conferência da medida; c) acabamento da superfície a ser condicionada

4.2 Tratamento de superfície da porcelana

Os cinquenta cilindros foram divididos em cinco grupos, contendo dez amostras em cada, tendo recebido os seguintes tratamentos, após APD:

- a) Grupo A – controle: nenhum condicionamento adicional foi aplicado;
- b) Grupo B – AFL: aplicação de gel de ácido fluorídrico a 10% de concentração (*Dentsply*) por período de 2min;
- c) Grupo C – AFO: aplicação de gel de ácido fosfórico com 35% de concentração (*3M*) por período de 1min;
- d) Grupo D – FFA: aplicação de gel de flúor fosfato acidulado com concentração de 1,23% (*Top-Gel*, *Vigodent*), por período de 10min;
- e) Grupo E – JOA: jato de óxido de alumínio 50 μ m (*Bio-Art*) por período de 20s, a uma distância de 5 a 10mm, com pressão de 5,5MPa, utilizando equipamento específico (*Microetcher*).

Após a aplicação dos agentes de tratamento de superfície, as amostras dos grupos B, C e D foram lavadas por 20s sob água corrente e secas com ar comprimido por 10s. Às amostras do grupo E aplicou-se somente secagem com ar comprimido por 10s.

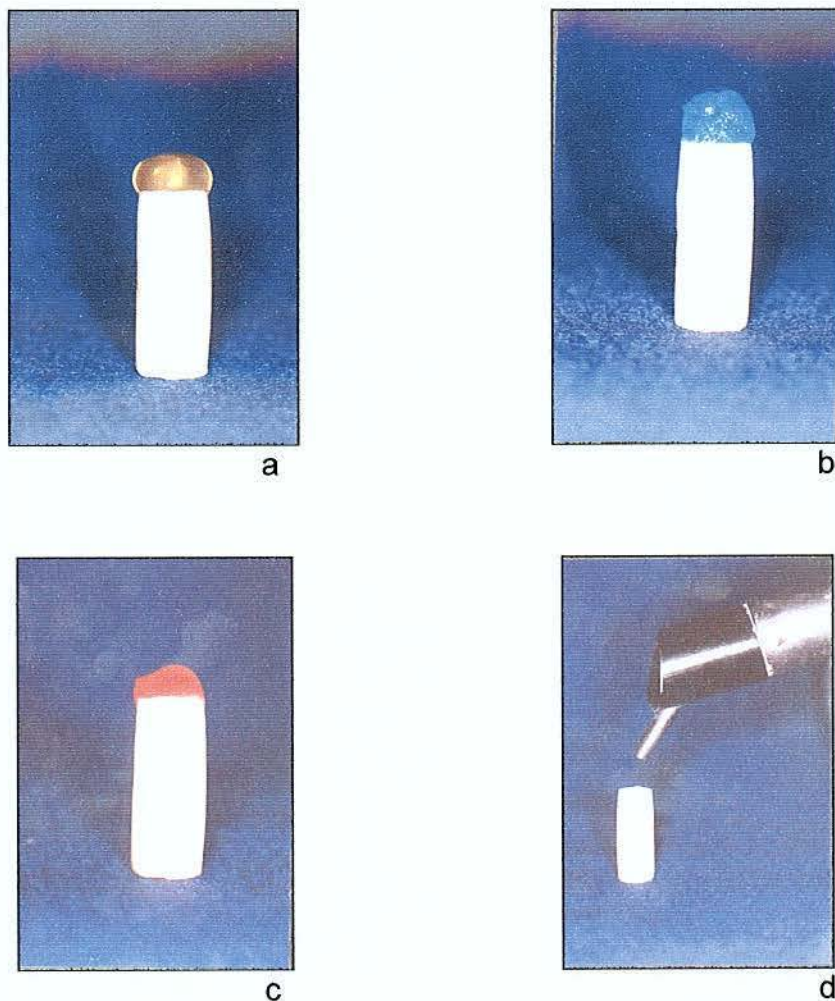


FIGURA 3 – Condicionamento de superfície no cilindro de porcelana: a) AFL; b) AFO; c) FFA; d) JOA.



FIGURA 4 – Fotografia do *Microetcher*

4.3 Aplicação de silano, adesivo e resina composta

Após a secagem, os corpos de prova foram parcialmente revestidos com tira de matriz de aço de 7mm de altura e 0,05mm de espessura – adequadamente soldada, simulando bandas ortodônticas, com mesmo diâmetro dos cilindros obtidos – mantendo-se 3mm sobre os cilindros e ficando os demais 4mm como matriz para receber a resina composta (Figura 5).

Após esta etapa, em todos os cilindros aplicou-se camada de agente silano (3M) – misturando-se uma gota de *primer* e uma de catalisador em pote dappen – que foi levado à área condicionada através de pincel (*Microbrush*), secando-se por período de 30s e reaplicando-se nova camada, com mesmo tempo de espera.

Seguiu-se aplicação de adesivo dental (*Single Bond*, 3M), através de pincel (*Microbrush*) com secagem por 2s e fotoativação por 10s, utilizando aparelho fotoativador *Helio Magic GT-600*, Vigodent, com 600 mW/cm² de intensidade (Figura 6).



FIGURA 5 – Matriz de aço revestindo parte da porcelana após tratamento de superfície



FIGURA 6 – Vista superior da área tratada, após aplicação de adesivo *Single Bond*, 3M

Em etapa final de preparação das amostras, foram inseridas quatro camadas de resina composta (*Filtek Z250*, 3M), de cerca de 1mm cada, fotoativadas individualmente (*Helio Magic*) por 40s, removendo-se, em seguida, a matriz de aço utilizada (Figura 7).



FIGURA 7 – Fotografia do corpo de prova concluído, após união da resina composta Z250, 3M, à porcelana.

4.4 Obtenção das lâminas

Todos os corpos de prova foram identificados na base com a letra do grupo e o número do corpo de prova, e, em conjunto, foram submetidos a trezentos ciclos de ciclagem térmica (Máquina de Ciclagem Térmica *Ética*, Figura 8) em banhos de 30s, com temperaturas de 5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) e, a seguir, foram mantidos sob armazenagem em água destilada em estufa (Estufa Bacteriológica *MA 032 Marconi*) a 37°C por 24h. Posteriormente, foram aplicadas três camadas de esmalte de unha sobre as áreas de resina composta e porcelana, mantendo-se intacta a interface do reparo em um total de 1mm. Os corpos de prova foram, então, mergulhados em corante Rodamina B a 2% por 24h, após o que foram lavados em água corrente por 20min e deixados secar ao ar livre.

A etapa seguinte consistiu de embutimento dos corpos de prova em base de resina acrílica, visando seccioná-los em máquina de corte (*Labcut 1010 Exttec*) na qual se obtiveram, aleatoriamente, três seções de cada corpo (Figuras 9 e 10). Após serem removidas da base, as seções foram sobrepostas em lâmina de vidro para análise.

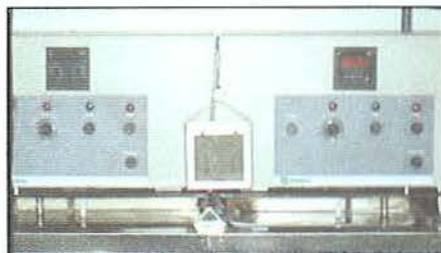


FIGURA 8 – Fotografia da máquina de ciclagem térmica *Ética*



FIGURA 9 – Fotografia do equipamento para seccionamento dos corpos de prova *Labcut 1010 Extex*



FIGURA 10 – Detalhe de seccionamento do corpo de prova

4.5 Avaliação da infiltração

As três seções de cada corpo de prova permitiram a observação de infiltração em seis áreas – à direita e à esquerda de cada seção – através de lupa estereoscópica (*MC 80 DX Zeiss*) com aumento de 50 vezes, visando detectar a infiltração marginal. As leituras foram realizadas somente nas faces de corte voltadas para a lupa após a sobreposição na lâmina de vidro. A avaliação seguiu o critério de atribuir, a cada corpo de prova, o valor máximo de profundidade do corante, com precisão de 0,1mm (Figuras 11 e 12).



FIGURA 11 – Seções de corpo de prova sobre lâmina de vidro para análise microscópica



FIGURA 12 – Lupa estereoscópica MC 80 DX Zeiss

4.6 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística por comparação das médias de infiltração marginal em cada grupo de teste, usando análise de variância unifatorial (*ANOVA one-way*) e, posteriormente, teste de *Games-Howell*, com significâncias avaliadas ao nível de 5%.

5 RESULTADOS

Foram realizadas seis leituras em cada corpo de prova (Anexo A), das quais tomou-se como resultado o grau máximo de penetração do corante.

As Figuras 13 a 17, obtidas com aumento de cinco vezes, ilustram os resultados obtidos nas leituras sob lupa estereoscópica.

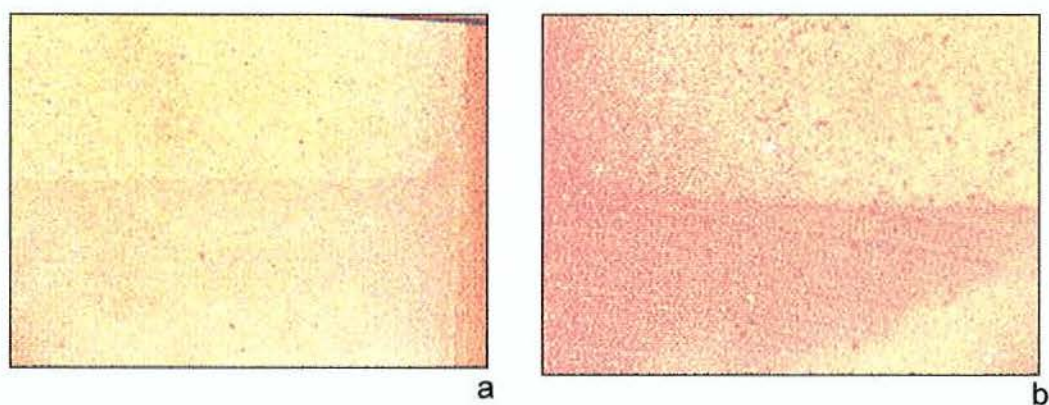


FIGURA 13 – Infiltração marginal no grupo A: a) mínima do grupo, evidenciada na quinta leitura do corpo de prova A1 (0,1mm); b) máxima do grupo, evidenciada na terceira leitura do corpo de prova A2 (6,0mm)

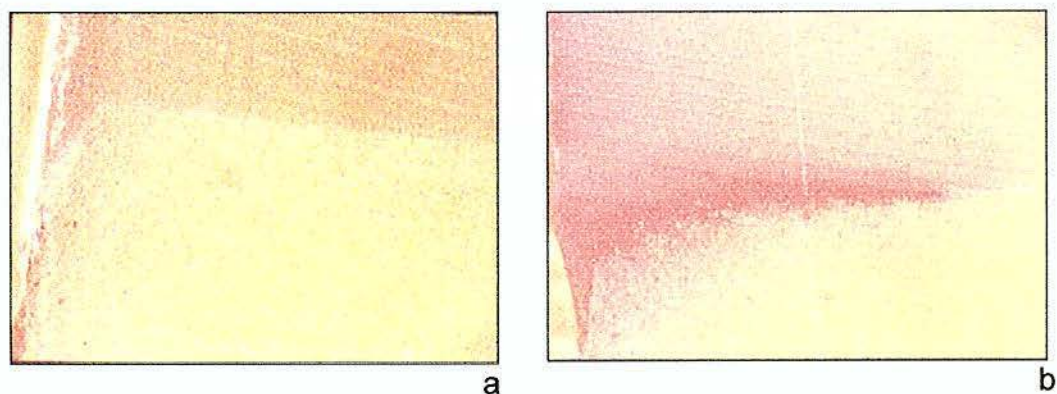


FIGURA 14 – Infiltração marginal no grupo B: a) mínima do grupo, evidenciada na segunda leitura do corpo de prova B10 (0,0mm); b) máxima do grupo, evidenciada na terceira leitura do corpo de prova B10 (3,6mm)

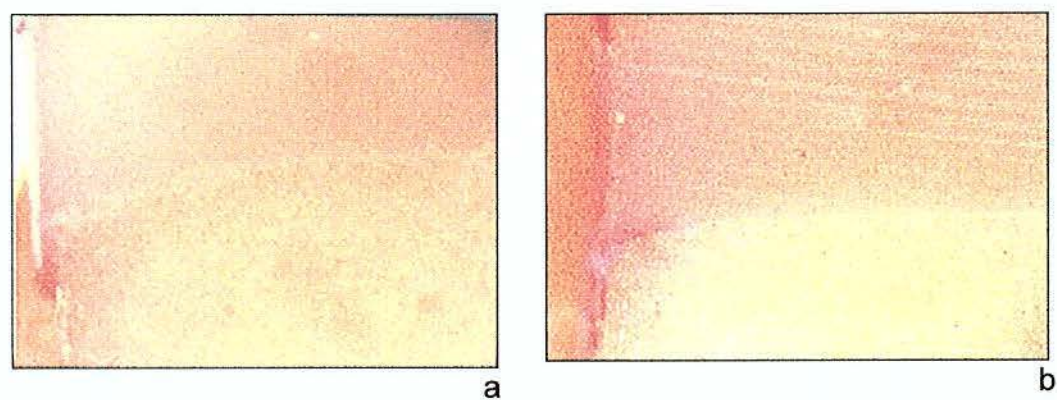


FIGURA 15 – Infiltração marginal no grupo C: a) mínima do corpo de prova C10 (0,0mm), evidenciada em sua quinta leitura; b) máxima do mesmo corpo de prova (1,0mm), evidenciada em sua terceira leitura.

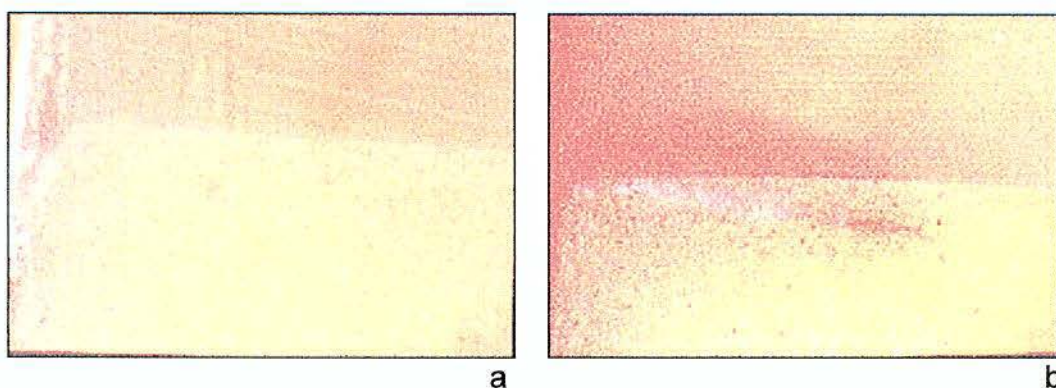


FIGURA 16 – Infiltração marginal no grupo D: a) mínima do grupo, evidenciada na quarta leitura do corpo de prova D6 (0,0mm); b) máxima do grupo, evidenciada na sexta leitura do corpo de prova D6 (3,1mm).

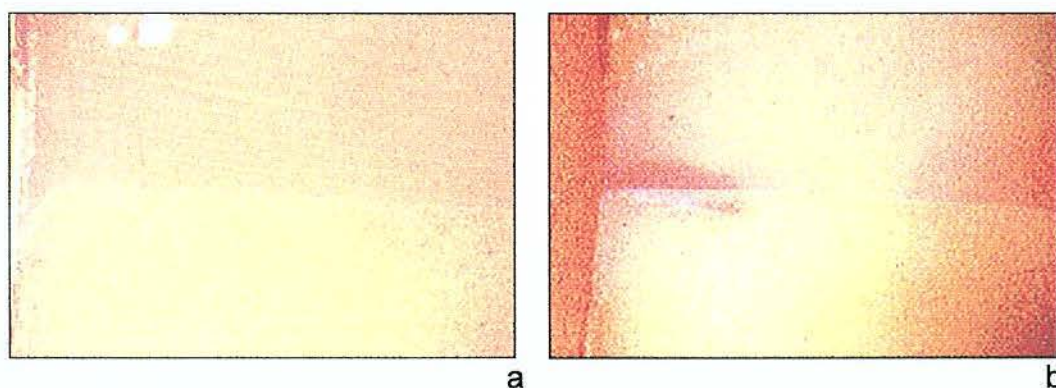


FIGURA 17 – Infiltração marginal no grupo E: a) mínima do grupo, evidenciada na segunda leitura do corpo de prova E5 (0,0mm); máxima do mesmo corpo de prova (1,9mm), evidenciada em sua primeira leitura

A Tabela 1 apresenta o valor, em mm, atribuído a cada corpo de prova.

Tabela 1 – Valor máximo de infiltração em cada corpo de prova, segundo o agente de tratamento de superfície utilizado

GRUPO	CORPOS DE PROVA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A – CONTROLE	1,7	6,0	6,0	6,0	1,3	6,0	2,1	6,0	6,0	6,0
B – AFL	2,8	1,6	0,8	1,6	2,1	1,6	3,2	2,1	2,0	3,6
C – AFO	2,8	2,2	0,8	1,0	2,7	2,9	2,0	1,6	1,2	1,0
D – FFA	2,1	1,5	1,1	1,8	2,2	3,1	1,8	1,8	1,9	1,2
E – JOA	1,8	1,6	1,5	2,0	1,9	2,6	1,4	1,3	1,8	2,8

A Figura 18 oferece gráfico representativo do valor médio de infiltração em cada grupo experimental.

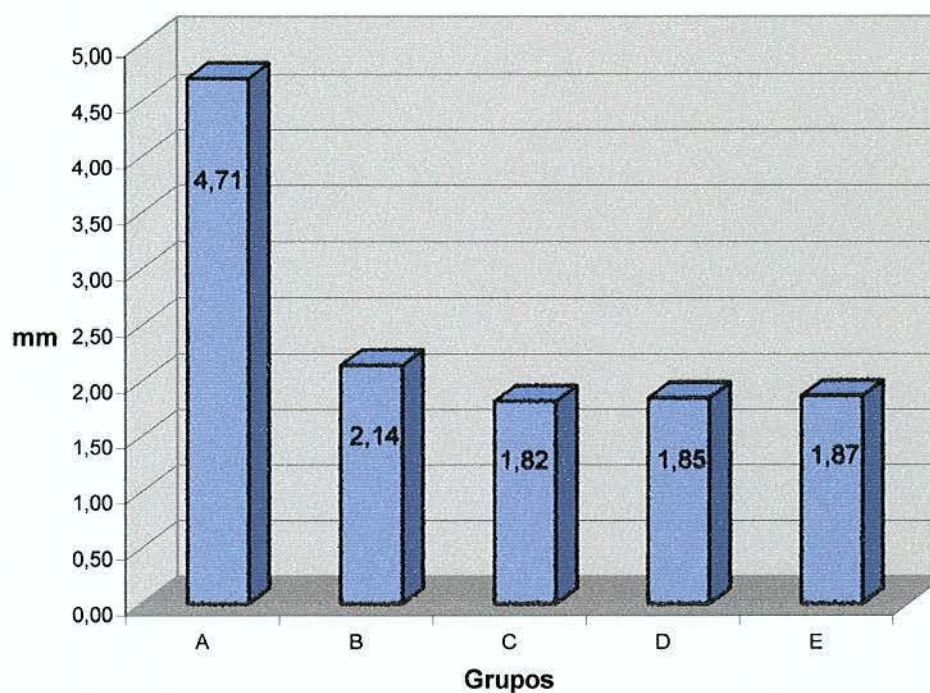


FIGURA 18 – Valores médios, em mm, da máxima infiltração marginal verificada em cada grupo experimental.

Sob a hipótese de igualdade de desempenho dos diferentes tratamentos superficiais quanto à infiltração marginal e segundo a técnica utilizada, aplicou-se teste de análise de variância unifatorial (ANOVA *one-way*), ao nível de significância $\alpha=0,05$, apresentado nas Tabelas 2 a 5.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas

Grupos	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
A	10	1,30	6,00	4,71	2,0856
B	10	0,80	3,60	2,14	0,8422
C	10	0,80	2,90	1,82	0,8094
D	10	1,10	3,10	1,85	0,5642
E	10	1,30	2,80	1,87	0,4923

Tabela 3 – Resultado do teste ANOVA *one-way*

	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Significância (valor de p)
Entre grupos	62,931	4	15,733	12,536	0,000
Dentro dos grupos	56,475	45	1,255		
Total	117,007	49			

Da análise da Tabela 3 constata-se que a hipótese de igualdade foi rejeitada, ou seja, há pelo menos um grupo cuja média dos valores máximos difere significativamente das médias dos demais grupos.

A hipótese de homocedasticidade foi verificada pelo teste de homogeneidade de variâncias (teste de *Levene*).

Tabela 4 – Teste de homogeneidade de variâncias

Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
13,087	4	45	0,000

A análise do teste de *Levene* atesta que as variâncias não são homogêneas. Considerando-se que o teste *ANOVA one-way* exige homogeneidade de variâncias, e que essa condição não é satisfeita, indica-se a aplicação de novo teste paramétrico, tendo sido escolhido o de *Games-Howell*.

Tabela 5 – Resultado do teste *Games-Howell* de comparações múltiplas entre os grupos de testes, com nível de significância de 0,05

Grupos de teste (I)	Grupos comparativos (J)	Diferença média (I-J)	Erro padrão	valor de p (significância)
A	B	2,570	0,501	0,024 *
	C	2,890	0,501	0,011 *
	D	2,860	0,501	0,012 *
	E	2,840	0,501	0,013 *
B	C	0,320	0,501	0,905
	D	0,290	0,501	0,891
	E	0,270	0,501	0,901
C	D	- 0,030	0,501	1,000
	E	- 0,050	0,501	1,000
D	E	- 0,020	0,501	1,000

* valor estatisticamente significativo

Da análise da Tabela 5, constata-se que a hipótese de igualdade foi mantida entre os grupos B, C, D e E, bem como que os mesmos diferiram estatisticamente do grupo A.

6 DISCUSSÃO

A porcelana dentária, de ampla utilização na rotina clínica, em que pese suas virtudes, apresenta baixa resistência ao cisalhamento e à tração (Zhukovsky et al.⁷¹, 1996), o que acaba por favorecer a ocorrência de fraturas, em especial quando presentes falhas como o incorreto desenho da subestrutura metálica, defeitos na interface entre metal e cerâmica, excesso de porcelana, fadiga ou trauma, especialmente por desajustes oclusais (Zavanelli et al.⁷⁰, 1994; Zhukovsky et al.⁷¹, 1996; Uctasli⁶⁷, 1996; Shahverdi et al.⁵⁹, 1998 e Leibrock et al.³⁸, 1999).

Entre as alternativas que se apresentam para solucionar essa ocorrência freqüente (que é de 2 a 4%, segundo Leibrock et al.³⁸, 1999, atingindo 7%, conforme Zavanelli et al.⁷⁰, 1994), incluem-se a substituição da prótese ou seu reparo.

Conforme Noel & Mitchell⁴³ (1997), ao se considerar uma dessas opções, é preciso avaliar a presença de deficiências, como linhas de fratura na porcelana, contorno excessivo, coloração pobre ou margens expostas e, na presença dessas limitações, deve-se decidir pela substituição do trabalho protético. Os mesmos autores, corroborados por Goldstein & White²⁹ (1995) e Della Bona & Van Noort²³ (1998) afirmam que fatores como tempo, trabalho, custo, desconforto e risco à estrutura dental devem justificar a indicação de reparar, aditando-se como vantagens sua rápida aplicação, custo mínimo e simplicidade.

Miller⁴² (1997) e Noel & Mitchell⁴³ (1997) destacam que os reparos podem se dar através da confecção e cimentação de novo fragmento de porcelana ou por acréscimo de resina composta. Consideramos que as vantagens do reparo justificam sua indicação, especialmente com resina composta, levando-se em conta suas

importantes vantagens clínicas como facilidade de aquisição e manuseio, versatilidade de cor e tons, além de seu baixo custo e disponibilidade por parte de todos os profissionais. Miller⁴² (1997) corrobora esta opinião, destacando a possibilidade de solução em uma única consulta, sem envolvimento laboratorial, e o menor custo envolvido, aliado ao bom resultado estético. Denehy et al.²⁴ (1998) igualmente destacam os ótimos resultados estéticos alcançados por esta opção, além da expectativa de boa longevidade. Alguns autores, como Reis et al.⁵³ (1997), entretanto, salientam que os reparos de restaurações cerâmicas devem ser considerados como procedimentos temporários, pois, sob condições clínicas haverá uma fadiga da restauração, com a ocorrência de falhas. Noel & Mitchell⁴³ (1997) apresentam como desvantagens a possibilidade de alteração de cor, baixa resistência ao desgaste, pobre aparência estética e fraca força de adesão em áreas de esforços mastigatórios, levando-os a concluir que reparos com resinas compostas não são comprovadamente duráveis, necessitando repetidas substituições e aumento dos custos, no que são contestados por Fan²⁵ (1991), Uctasli⁶⁷ (1996) e Shahverdi et al.⁵⁹ (1998), segundo os quais, apesar de considerados como procedimentos temporários, devem ser indicados, ainda que por alguns anos, sendo preferível à remoção da restauração.

Badawi & Sherif⁶ (1994) estabeleceram uma relação entre o resultado estético nos reparos de restaurações cerâmicas com microinfiltração bacteriana. Verificaram que a superfície da porcelana nos corpos de prova mostrou mínima adesão bacteriana, em comparação com as áreas dos materiais de reparo e da junção entre cerâmica e resina composta. Conforme os autores, o acúmulo de bactérias pode levar à descoloração do material estético, formação de placa e falha da restauração. Igualmente, Tjan & Dunn⁶⁵ (1990) e Noel & Mitchell⁴³ (1997) confirmam que a microinfiltração contribui para a ocorrência de alteração de cor.

Segundo Sorensen et al.⁶⁰ (1991), a percolação marginal ocorre devido à diferença do coeficiente de expansão térmica entre a estrutura dentária e o material restaurador. Conforme Baratieri et al.⁷ (1999), a contração das resinas compostas é elevada, variando entre 2,3% a 7,1%, o que acaba por reduzir a capacidade de selamento marginal.

Considerando que a alteração de cor tem relação direta com a microinfiltração marginal, e que a área de interface entre os materiais é a região mais crítica, é conveniente a investigação do selamento nesta área, que, em virtude da instabilidade dimensional das resinas compostas, pode ser vulnerável.

Face às dificuldades de conduzir investigações de microinfiltração marginal *in vivo*, as pesquisas são realizadas, rotineiramente, *in vitro*. Em revisão da literatura de 1996, Déjou et al.²¹ afirmam que não há possibilidade de correlação dos achados clínicos com os resultados de testes de microinfiltração *in vitro*. Apesar de destacar as diferenças entre os resultados laboratoriais e clínicos, Pashley⁴⁸ (1990) estabelece uma pequena correlação da extensão da microinfiltração em resultados de estudos *in vitro*, com o sucesso *in vivo* do material, acrescentando que baixos níveis de microinfiltração em estudos laboratoriais são indicadores de maior êxito clínico. Do mesmo modo, Roulet⁵⁶, em 1994, confirma a impossibilidade de correlacionar diretamente os resultados de testes simulados com os achados clínicos, porém, destaca ser importante reconhecer que é melhor deter dados incertos que não tê-los. Portanto, embora se deva destacar as limitações apresentadas pelas pesquisas laboratoriais, estas permanecem úteis em ressaltar materiais de maior confiabilidade, estendendo sua indicação clínica.

Os testes laboratoriais de microinfiltração marginal ocorrem, geralmente, por submersão das amostras em corantes. Roulet⁵⁶ (1994) destaca que sua infiltração ocorrerá em área de fenda marginal. Conforme Taylor & Linch⁶² (1992), os corantes devem permitir a produção

de seções infiltradas, contrastando-se tanto da cor do dente, quanto da restauração. Estes autores citam diferentes pesquisas e os diversos agentes corantes utilizados, relatando a Rodamina B em dois trabalhos. Nesta pesquisa os corpos de prova ficaram submersos em Rodamina B a 2% por período de 24 horas, que, após seccionados, permitiram a observação de três seções adequadamente coradas sob lupa estereoscópica.

Conforme Déjou et al.²¹ (1996), o critério da análise estatística nos testes laboratoriais de microinfiltração exerce grande influência na avaliação dos resultados. Os autores sugerem utilizar a profundidade da máxima penetração do corante em cada dente, ou a porcentagem de dente em cada grupo sem nenhuma penetração de corante, o que conta para a integridade marginal total de restaurações com diferentes materiais. O critério sugerido foi seguido neste trabalho, utilizando-se a profundidade da máxima penetração do corante em cada amostra como o valor a ser empregado na análise estatística.

Em 1983, Ferrando et al.²⁶ compararam sistemas de reparo quanto à microinfiltração e resistência adesiva, por teste de tração. Embora tenham encontrado melhores resultados nos dois testes com um dos sistemas pesquisados, os valores encontrados nos demais sistemas demonstraram divergência entre ambos. A análise estatística demonstrou que não há relação entre os dois testes. Bello et al.⁹ (1985) encontraram os mesmos resultados em pesquisa com idêntico objetivo. Segundo Fortin et al.²⁷ (1994), a relação entre força de adesão e microinfiltração não é bem compreendida. Quando os autores compararam a força de adesão por cisalhamento e a microinfiltração de diferentes sistemas adesivos, obtiveram uma correlação entre os resultados, porém, não significativa. Em pesquisa similar de 1996, Huh & Cho³¹ também correlacionaram os resultados, porém, não de modo preciso. Estas investigações demonstram que a relação entre microinfiltração e resistência adesiva é controversa, porém, as mesmas demonstram a impossibilidade de

estabelecer uma relação direta entre essas variáveis. Nesta pesquisa, de modo semelhante, o comportamento dos agentes de tratamento de superfície quanto à microinfiltração marginal divergiu dos valores de resistência adesiva citados na literatura, em especial com o AFL.

Os corpos de prova do grupo B, submetidos à ação do AFL, apresentaram infiltração marginal média de 2,14mm, enquanto os do grupo controle demonstraram microinfiltração marginal de 4,71mm, com diferença estatística entre esses. Na literatura, o comportamento do AFL em relação à microinfiltração é pouco relatado. Na pesquisa de Sorensen et al.⁶⁰ (1991), as amostras condicionadas com AFL exibiram potencial de selamento significativamente maior em relação às somente silanizadas, corroborando os resultados apresentados neste trabalho.

O AFL apresenta como principal vantagem sua alta resistência adesiva (Senda et al.⁵⁸, 1989; Hayakawa et al.³⁰, 1992; Aida et al.¹, 1995; Assunção et al.⁵, 1997; Boyer et al.¹², 1997; Leibrock et al.³⁸, 1999; Pacheco et al.⁴⁶, 1999; Kato et al.³³, 2000). Em relação à microinfiltração marginal, porém, conforme constatamos, seu comportamento é equivalente ao de outros agentes de condicionamento de superfície da porcelana. Ressaltando-se a possibilidade de reparo intra-oral de fraturas cerâmicas, o AFL apresenta como aspecto desfavorável o seu potencial agressivo amplamente destacado na literatura (Lacy et al.³⁷, 1988; Burke & Grey¹³, 1994; Tylka & Stewart⁶⁶, 1994; Robin et al.⁵⁵, 1996; Robbins⁵⁴, 1998 e Kato et al.³³, 2000). Em face disso, consideramos que sua indicação deve ser preterida em relação a outros agentes de tratamento de superfície, de maior compatibilidade biológica.

Para o desenvolvimento deste trabalho, a concentração de 10% do AFL baseou-se em pesquisa de diversos autores (Lacy et al.³⁷, 1988; Fan²⁵, 1991; Suliman et al.⁶¹, 1993; Della Bona & Van Noort²², 1995; Roulet et al.⁵⁷, 1995; Goldstein & White²⁹, 1995; Robin et al.⁵⁵, 1996; Assunção et al.⁵, 1997; Chung & Hwang¹⁸, 1997; Cochran¹⁹, 1997;

Pereira & Ishikiriama⁴⁹, 1997; Denehy et al.²⁴, 1998; Robbins⁵⁴, 1998; Bourke & Rock¹¹, 1999; Carneiro Junior et al.¹⁴, 1999; Pacheco et al.⁴⁶, 1999 e Peumans et al.⁵⁰, 1999). Quanto ao tempo de aplicação de 2min, seguiu-se o preconizado por Suliman et al.⁶¹ (1993), Della Bona & Van Noort²² (1995), Goldstein & White²⁹ (1995), Robin et al.⁵⁵ (1996), Robbins⁵⁴ (1998) e Pacheco et al.⁴⁶ (1999), bem como de acordo com o que sugerem Chen et al.¹⁶ (1998), segundo os quais é conveniente um tempo mínimo de 30s.

O AFO é amplamente utilizado na rotina odontológica como agente de condicionamento dentário. Lacy et al.³⁷ (1988), Hayakawa et al.³⁰ (1992), Aida et al.¹ (1995), Chadwick et al.¹⁵ (1998), Bourke & Rock¹¹ (1999), Carneiro Junior et al.¹⁴ (1999) e Leibrock et al.³⁸ (1999) sugerem-no como alternativa de tratamento de superfície da porcelana.

Avaliando seu comportamento em relação à microinfiltração marginal em reparos de cerâmica, verificamos que o AFO comportou-se de modo favorável, permitindo sua indicação com esta finalidade. Deve-se destacar que o AFO apresenta como importantes vantagens em relação aos demais tratamentos experimentais o seu baixo custo, facilidade de aquisição, relativa compatibilidade biológica, disponível a praticamente todos os profissionais da Odontologia, além de exigir um tempo de aplicação inferior para resultados equivalentes. Neste aspecto, o tempo de aplicação utilizado neste trabalho seguiu aquele empregado por vários autores (Lu et al.⁴⁰, 1992; Hayakawa et al.³⁰, 1992; Aida et al.¹, 1995; Reis et al.⁵³, 1997; Pereira & Ishikiriama⁴⁹, 1997 e Bourke & Rock¹¹, 1999).

O AFO é controverso em relação à sua capacidade de promover adequada resistência adesiva entre porcelana e resina composta. Apesar de não ter sido objetivo desta pesquisa avaliá-lo neste sentido, a revisão da literatura dá-nos subsídios para apresentá-lo como adequado também neste aspecto. Pereira & Ishikiriama⁴⁹ (1997) o exibem como equivalente ao JOA, APD e FFA; Kamada et al.³² (1998) afirmam

que o AFO promove força de adesão satisfatória; Carneiro Júnior et al.¹⁴ (1999) e Leibrock et al.³⁸ (1999) asseguram inexistir diferença estatística entre o uso de AFO e o AFL e, segundo Bourke & Rock¹¹ (1999), a utilização do AFO por 60s é preferível ao uso do AFL considerando seu aspecto corrosivo e altamente tóxico. Na pesquisa de Hayakawa et al.³⁰ (1992), os autores afirmam que, sob MEV, o AFO demonstrou efeito de condicionamento sobre a cerâmica muito próximo daquele encontrado somente com o polimento superficial, entretanto, sob teste de resistência ao cisalhamento, seu comportamento foi equivalente ao do AFL em dois grupos experimentais. Outros autores afirmam sua ineficiência em promover adesão à porcelana (Goldstein & White²⁹, em revisão de literatura de 1995 e pesquisas de Aida et al.¹, 1995; Reis et al.⁵³, 1997 e Kato et al.³³, 2000). Ressalta-se a oportunidade de novas investigações que visem definir melhor seu comportamento neste aspecto.

Como seu deu com o AFL e o AFO, também o FFA apresentou adequada capacidade de inibir a microinfiltração marginal na interface porcelana/resina composta.

Senda et al.⁵⁸, em 1989, compararam a ação do FFA e do flúor neutro sobre a superfície cerâmica, concluindo que este último foi inerte à porcelana, de modo diverso do FFA. Outros autores confrontaram este agente a outras alternativas de condicionamento de superfície em relação à resistência de união. Lacy et al.³⁷ (1988) concluíram que, em presença de agente silano, o FFA, aplicado por 10min, equivale-se estatisticamente ao AFL. De modo semelhante, Tylka & Stewart⁶⁶ (1994) demonstraram mesmo comportamento destes agentes. Ressaltam, porém, que o AFL deve ser substituído pelo FFA, face a seu potencial de dano aos tecidos bucais. Na pesquisa de Kato et al.³³, de 2000, o FFA é comparado aos demais agentes utilizados neste estudo, tendo-se verificado maior efetividade do AFL e um leve condicionamento da superfície cerâmica com o FFA por 10min. Concluíram, porém, que este último é especialmente indicado para uso intra-oral, apesar de seu longo

tempo de aplicação. Pereira & Ishikiriama⁴⁹ (1997), em pesquisa similar, também concluíram pela maior efetividade do AFL, embora o FFA tenha sido aplicado por 4min.

O exposto ressalta-nos a biocompatibilidade do FFA, elegendo-o como uma adequada alternativa nos procedimentos de reparo intra-oral de porcelana, especialmente quando seja inviável a utilização de isolamento absoluto (Robbins⁵⁴, 1998), apesar de seu prolongado tempo de aplicação clínica. Este aspecto não o contra-indica de modo definitivo, em nosso entendimento, se considerarmos que o reparo intra-oral não é um procedimento rotineiro na prática odontológica.

Várias pesquisas referenciam o JOA como alternativa adequada nos procedimentos de reparo de porcelana (Suliman et al.⁶¹, 1993, Thurmond et al.⁶⁴, 1994, Roulet et al.⁵⁷, 1995, Kupiec et al.³⁶, 1996, Pameijer et al.⁴⁷, 1996, Robin et al.⁵⁵, 1996, Chung & Hwang¹⁸, 1997, Cochran¹⁹, 1997, Pereira & Ishikiriama⁴⁹, 1997, Gillis & Redlich²⁸, 1998, Shahverdi et al.⁵⁹, 1998, Carneiro Junior et al.¹⁴, 1999, Kato et al.³³, 2000).

Neste trabalho, o JOA comportou-se de modo equivalente aos demais agentes experimentados, em relação à microinfiltração marginal. Acerca de sua capacidade de prover resistência adesiva entre cerâmica e resina composta, Thurmond et al.⁶⁴ (1994) e Cochran¹⁹ (1997) o apresentam como de maior eficiência em relação ao AFL; Carneiro Junior et al.¹⁴ (1999) encontraram maiores valores de união em relação aos demais tratamentos de superfície analisados. Já Suliman et al.⁶¹ (1993), Robin et al.⁵⁵ (1996) e Chung & Hwang¹⁸ (1997) apontaram resultados estatisticamente equivalentes entre JOA e AFL. Outros autores contestam a melhor efetividade do JOA frente a outros tipos de tratamento (Roulet et al.⁵⁷, 1995; Kupiec et al.³⁶, 1996; Pameijer et al.⁴⁷, 1996; Pereira & Ishikiriama⁴⁹, 1997 e Kato et al.³³, 2000).

A pesquisa de Chung & Hwang¹⁸ (1997) serviu de referência para o emprego do JOA, com tempo de 20s, a uma distância de 5mm.

Apesar de seu comportamento similar em relação à microinfiltração marginal, o JOA apresenta-se como recurso de utilização limitada, pela exigência de equipamento específico, além da indicação de isolamento absoluto, assim como ocorre com o AFL, o que nem sempre é viável nos reparos intra-orais.

O melhor desempenho dos grupos condicionados, em relação ao grupo controle, atesta a importância do tratamento de superfície da porcelana, nos procedimentos de reparo. Este fato é ratificado em pesquisa clínica conduzida por Qualtrough & Wilson⁵¹ (1996) que concluíram que o tratamento com silano sem o condicionamento da porcelana não é suficiente para reduzir a microinfiltração e produzir uma adesão durável e por Reis et al.⁵³ (1997), que atestam ser o tratamento da superfície da cerâmica essencial para promover adesão segura com a resina composta. A relevância do condicionamento de superfície em relação ao agente adesivo é igualmente destacado por Cochran et al.¹⁹ (1997) e Denehy et al.²⁴ (1998).

Acerca do agente silano, a literatura é unânime em ratificar sua indicação, por maximizar a força de união (Ferrando et al.²⁶, 1983; Sorensen et al.⁶⁰, 1991; Vieira et al.⁶⁹, 1991; Kupiec et al.³⁶, 1996; Pameijer et al.⁴⁷, 1996; Robin et al.⁵⁵, 1996; Matsumura et al.⁴¹, 1997; Cochran¹⁹, 1997; Denehy et al.²⁴, 1998; Shahverdi⁵⁹, 1998; Chen et al.¹⁷, 1998; Kamada et al.³², 1998; Berry¹⁰, 1999 e Bourke & Rock¹¹, 1999). Por isso, foi realizada aplicação de silano em todos os cilindros de porcelana.

Visando inibir diferenças de comportamento, decidimos pela utilização de agente silano (3M), adesivo (*Single Bond*, 3M) e resina composta (*Filtek Z250*, 3M) de mesma marca comercial.

Concluída a etapa de obtenção dos corpos de prova, estes foram submetidos à ciclagem térmica (*Ética*). Esta etapa da metodologia objetivou submeter os corpos de prova à tensão térmica, simulando o meio bucal. Levando-se em conta que os materiais que o compõem (porcelana e resina composta) apresentam diferentes CLET, é provável

que isto tenha levado a um incremento da microinfiltração na área de interface (Anusavice², 1998). Foi possível verificar, na literatura consultada, uma expressiva variação na quantidade de ciclos utilizada, de cinco a 24.000 (Araújo et al.⁴, 1993 e Leibrock et al.³⁸, 1999). Para a eleição da quantidade de ciclos a que foram submetidos os corpos de prova desta pesquisa (trezentos), baseou-se no estudo de Boyer et al.¹² (1997) e na média da quantidade de ciclos utilizada por outros pesquisadores (Araújo et al.⁴, 1993, Suliman et al.⁶¹, 1993, Özden et al.⁴⁴, 1994, Pereira & Ishikiriama⁴⁹, 1997, Shahverdi et al.⁵⁹, 1998 e Carneiro Junior et al.¹⁴, 1999).

Com base nesta pesquisa, ressalta-se que os procedimentos de reparo de porcelana nas situações de fratura são viáveis e de correta indicação clínica naquelas condições anteriormente discutidas. Destaca-se ainda, a importância do tratamento de superfície na maximização da resistência adesiva e do selamento da interface de reparo. Considerando a escassez de pesquisas concernentes à microinfiltração nesta área, salienta-se a necessidade de maiores estudos que corroborem as conclusões aqui apresentadas.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa desenvolvida, pode-se concluir que:

- a) todos os tratamentos de superfície – AFL, AFO, FFA e JOA – foram efetivos em diminuir a infiltração marginal na interface porcelana/resina composta, quando comparados ao grupo controle;
- b) não houve diferença de comportamento entre os grupos experimentais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 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.464-70, May 1995.
- 2 ANUSAVICE, K.J. Cerâmicas odontológicas. In: **Phillips materiais dentários**. Trad. E.J.L. Moreira; G.R. Alvares; R.L. Bastos; R.S. Reis. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p.26-7, 328-44.
- 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 ARAÚJO, M.A.M.; MELLO, J.B.; MENDES, A.J.D. Restauração de classe V: avaliação da infiltração marginal com diferentes procedimentos e materiais. **Rev Odontol UNESP**, São Paulo, v.22, n.2, p.239-47, 1993.
- 5 ASSUNÇÃO, W.G. et al. Efeito do tratamento superficial e sistema adesivo na resistência da união de reparos de cerâmica. **Rev Odontol UNESP**, São Paulo, v.26, n.2, p. 533-47, jul./dez. 1997.
- 6 BADAWI, B.A.E.; SHERIF, H.A. Microleakage of oral microflora for porcelain and some porcelain repair materials: in vitro study. **Egypt Dent J**, s.l., v.40, n.1, p.617-24, Jan. 1994.
- 7 BARATIERI, L.N. et al. Restaurações adesivas diretas com resina composta em dentes posteriores. In: VANZILLOTTA, P.S.; SALGADO, L.P.S. (Coord.). **Odontologia integrada**. Rio de Janeiro: Pedro Primeiro, 1999. Cap. 5, p. 107-30.
- 8 BARBOSA, V.L.T. et al. Direct bonding to porcelain. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St Louis, v.107, n.2, p.159-64, Feb. 1995.
- 9 BELLO, J.A. et al. Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.54, n.6, p.788-91, Dec. 1985.

* Baseado em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **Referências bibliográficas NBR 6023**. Rio de Janeiro, 2000, 22p.

- 10 BERRY, T.; BARGHI, N.; CHUNG, K. Effect of water storage on the silanization in porcelain repair strength. **J Oral Rehabil**, Birmingham, v.26, n.6, p.459-63, June 1999.
- 11 BOURKE, B.M.; ROCK, W.P. Factors affecting the shear bond strength of orthodontic brackets to porcelain. **Br J Orthod**, Cardiff, v.26, n.4, p.285-90, Dec. 1999.
- 12 BOYER, D. et al. Effect of surface treatment on porcelain repair with composite. **J Dent Res**, Alexandria, v.76, sp.iss., p.72, 1997. (Abstract 466).
- 13 BURKE, F.J.T.; GREY, N.J.S. A repair of fractured porcelain units: alternative approaches. **Br Dent J**, London, v.176, p.251-6, Apr. 1994.
- 14 CARNEIRO JUNIOR, A.M.; CARVALHO, R.C.R.; TURBINO, M.L. Avaliação *in vitro* da força de união, através de teste de tração, de porcelana feldspática com diversos tratamentos superficiais à resina composta. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v.13, n.3, p.257-62, jul.-set. 1999.
- 15 CHADWICK, R.G.; MASON, A.G.; SHARP, W.A. Attempted evaluation of three porcelain repair systems - what are we really testing? **J Oral Rehabil**, Birmingham, v.25, n.8, p.610-5, Aug. 1998.
- 16 CHEN, J.H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. **J Dent**, Oxford, v.26, n.1, p.53-8, Jan. 1998.
- 17 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**, Washington, v.23, n.5, p.250-7, Sept. 1998.
- 18 CHUNG, K.H.; HWANG, Y.C. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. **J Prosthet Dent**, Chicago, v.78, n.3, p.267-74, Sept. 1997.
- 19 COCHRAN, D. et al. Bond strength of orthodontic composite cement to treated porcelain. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St Louis, v.111, n.3, p.297-300, Mar. 1997.
- 20 DEGENHART, M. et al. Shear strength of porcelain repair systems after thermo mechanical loading. **J Dent Res**, Alexandria, v.76, sp.iss., p.72, 1997. (Abstract 465).

- 21 DÉJOU, J.; SINDRES, V.; CAMPS, J. Influence of criteria on the results of *in vitro* evaluation of microleakage. **Dent Mater**, Manchester, v.12, p.342-49, Nov. 1996.
- 22 DELLA BONA, A.; VAN NOORT, R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. **J Dent Res**, Alexandria, v.74, n.9, p.1591-6, Sept. 1995.
- 23 DELLA BONA, A.; VAN NOORT, R. Ceramic surface preparations for resin bonding. **Am J Dent**, London, v.11, n.6, p.276-80, Dec. 1998.
- 24 DENEHY, G.; BOUSCHLICHER, M.; VARGAS, M. Intraoral repair of cosmetic restorations. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v.42, n.4, p.719-37, Oct. 1998.
- 25 FAN, P.L. Porcelain repair materials. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 122, n. 9, p. 124-130, Aug. 1991.
- 26 FERRANDO, J.M.P. et al. Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.50, p.44-50, July 1983.
- 27 FORTIN, D. et al. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. **Dent Mater**, Manchester, v.10, p.253-8, July 1994.
- 28 GILLIS, I.; REDLICH, M. The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strength of stainless steel brackets. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, St Louis, v.114, n.4, p.387-92, Oct. 1998.
- 29 GOLDSTEIN, R.E.; WHITE, S.N. Intraoral esthetic repair of dental restorations. **J Esthet Dent**, Hamilton, v.7, n.5, p.219-27, 1995.
- 30 HAYAKAWA, T. et al. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. **Dent Mater**, Manchester, v.8, n.4, p.238-40, July 1992.
- 31 HUH, J.; CHO, H.W. The shear bond strength and microleakage of porcelain repair composite resins. **J Dent Res**, Alexandria, v.75, n.5, p.1266, 1996. (Abstract 68).
- 32 KAMADA, K.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.79, n.5, p.508-13, May 1998.
- 33 KATO, H.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of etching and sandblasting on bond strength to sintered porcelain of unfilled resin. **J Oral Rehabil**, Birmingham, v.27, n.2, p.103-10, Feb. 2000.

- 34 KATO, H. et al. Bond strength and durability of porcelain bonding systems. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.75, n.2, p.163-8, Feb. 1996.
- 35 KELLY, J.R.; NISHIMURA, I.; CAMPBELL, S.D. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.75, n.1, p. 18-32, Jan. 1996.
- 36 KUPIEC, K.A. et al. Evaluation of porcelain surface treatments and agents for composite-to-porcelain repair. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.76, n.2, p.119-24, Aug. 1996.
- 37 LACY, A.M. et al. Effect of porcelain surface treatment on the bond to composite. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.60, n.3, p.288-91, Sept. 1988.
- 38 LEIBROCK, A. et al. *In vitro* study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. **J Oral Rehabil**, Birmingham, v.26, n.2, p.130-7, Feb 1999.
- 39 LI, D. et al. Surface conditions affect bond strength of porcelain repair systems. **J Dent Res**, Alexandria, v.77, sp.iss., p.118, 1998. (Abstract 97).
- 40 LU, R. et al. An investigation of the composite resin porcelain interface. **Austr Dental J**, St Leonards, v.37, n.1, p.12-9, Feb. 1992.
- 41 MATSUMURA, H.; KATO, H.; ATSUTA, M. Shear bond strength to feldspathic porcelain of two luting cements in combination with three surface treatments. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.78, n.5, p.511-7, Nov. 1997.
- 42 MILLER, M.B. Intraoral porcelain repairs with composite. **Dent Today**, s.l., v.16, n.4, p.56-7, Apr. 1997.
- 43 NOEL, L.G.; MITCHELL, W.C. Porcelain veneer repair of prostheses. **Gen Dent**, Chicago, v.45, n.2, p.182-5, Mar./Apr. 1997.
- 44 ÖZDEN, A.N.; AKALTAN, F.; CAN, G. Effect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cement. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.72, n.1, p.85-8, July 1994.
- 45 PACHECO, J.F.M.; GOES, M.F.; CONSANI, S. Influence of silane agents on the shear bond strength of three porcelain repair systems. **J Dent Res**, Alexandria, v.74, n.3, p.780, Mar. 1995 (Abstract 054).

- 46 **PACHECO, J.F.M.; GOES, M.F.; CONSANI, S.** Influência do condicionamento e da aplicação de silano na resistência da união porcelana - resina composta. **Rev Assoc Bras Odontol Nac**, Rio de Janeiro, v.7, n.2, p.81-5, abr./maio 1999.
- 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, p.203-9, Feb. 1996.
- 48 **PASHLEY, D.H.** Clinical considerations of microleakage. **J Endod**, Baltimore, v.16, n.2, p.70-7, Feb 1990.
- 49 **PEREIRA, G.M.; ISHIKIRIAMA, A.** Avaliação da resistência ao cisalhamento da união resina composta/porcelana, em função de diferentes formas de tratamento da superfície da porcelana. **Rev Fac Odontol Bauru**, Bauru, v.5, n.3/4, p.13-9, jul./dez. 1997.
- 50 **PEUMANS, M. et al.** Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. **Dent Mater**, Manchester, v.15, n.2, p.105-19, Mar. 1999.
- 51 **QUALTROUGH, A.J.E.; WILSON, N.H.F.** A 3-year clinical evaluation of a porcelain inlay system. **J Dent**, Oxford, v.24, n.5, p.317-23, 1996.
- 52 **RADA, R.E.** Intraoral repair of metal ceramic restorations. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.65, n.3, p.348-50, Mar. 1991.
- 53 **REIS, A.L.R. et al.** Reparo em porcelana com resina composta. Tipos de tratamento. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, v.54, n.2, p.92-6, mar./abr. 1997.
- 54 **ROBBINS, J.W.** Intraoral repair of the fractured porcelain restoration. **Oper Dent**, Washington, v.23, n.4, p.203-7, July 1998.
- 55 **ROBIN, C.D.; SCHERRER, S.S.; BELSER, U.C.** Tensile bond strength of a porcelain repair material using three surface treatments. **J Dent Res**, Alexandria, v. 75, sp.iss., 1996. (Abstract 2834).
- 56 **ROULET, J.F.** Marginal integrity: clinical significance. **J Dent**, Oxford, Suppl. 1, v.22, p.S9-S12, s.d. 1994.
- 57 **ROULET, J.F.; SÖDERHOLM, K.J.M.; LONGMATE, J.** Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. **J Dent Res**, Alexandria, v.74, n.1, p.381-7, Jan. 1995.

- 58 SENDA, A.; SUZUKI, M.; JORDAN, R.E. The effect of fluorides and hydrofluoric acids on porcelain surfaces. **J Dent Res**, Alexandria, v.68, sp.iss., p.236, 1989. (Abstract 436).
- 59 SHAHVERDI, S. et al. Effects of different surface treatment methods on the bond strength of composite resin to porcelain. **J Oral Rehabil**, Birmingham, v.25, n.9, p.699-705, Sept. 1998.
- 60 SORENSEN, J.A.; KANG, S.K.; AVERA S.P. Porcelain-composite interface microleakage with various porcelain surface treatments. **Dent Mater**, Manchester, v.7, n.2, p.118-23, Apr. 1991.
- 61 SULIMAN, A.H.A.; SWIFT, E.J.; PERDIGAO, J. Effects of surface treatment and bonding agents on bond strength of composite resin to porcelain. **J Prosthet Dent**, St Louis, v.70, n.2, p.118-20, Aug. 1993.
- 62 TAYLOR, M.J.; LINCH, E. Microleakage. **J Dent**, Oxford, v.20, n.1, p.3-10, 1992.
- 63 TERRA, R.G. Estudo da resistência e microinfiltração de adesivos dentinários: avaliação da resistência ao cisalhamento dos sistemas de reparo em porcelana *Scotchprime* (3M) e *Porcelain Repair Bonding System* (Kerr). **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, v.54, n.5, p.256-64, set./out. 1997.
- 64 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.355-9, Oct. 1994.
- 65 TJAN, A.H.L.; DUNN, J.R. Microleakage at gingival dentin margins of Class V composite restorations lined with light-cured glass ionomer cement. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.121, p.706-10, Dec. 1990.
- 66 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.121-7, Aug. 1994.
- 67 UCTASLI, S. Repair strength of heat-pressed ceramics. **J Oral Rehabil**, Birmingham, v.23, p.139-42, 1996.
- 68 VIEIRA, G.F; AGRA, C.M. As possibilidades da cerâmica na estética odontológica. In: Feller, C.; Gorab, R. **Atualização na clínica odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 2000. Cap. 1, p.5-23.

- 69 VIEIRA, L.C.C. et al. Reparos em porcelana. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v.5, n.1, p.55-8, jan./jun. 1991.
- 70 ZAVANELLI, A. C. et al. Eventuais fraturas em prótese parcial fixa metalo-cerâmica: reparos. **Rev Bras Odontol**, Rio de Janeiro, v.51, n.2, p.30-6, mar./abr. 1994.
- 71 ZHUKOVSKY, L. et al. Repairing porcelain restorations intraorally: techniques and materials. **Compend Contin Educ Dent**, Newtown, v.17, n.1, p.18-30, Jan. 1996.

Anexo A – Infiltração marginal por grupo de teste

Tabela 6 – Valores, em mm, da infiltração marginal observada em cada corpo de prova (continua)

GRUPO	CORPOS DE PROVA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A – CONTROLE	0,9	2,3	6,0	6,0	0,2	6,0	2,1	6,0	1,1	6,0
	0,2	6,0	6,0	6,0	0,5	6,0	0,6	6,0	6,0	6,0
	1,7	6,0	6,0	6,0	1,3	6,0	0,9	6,0	6,0	6,0
	0,3	6,0	6,0	6,0	1,3	6,0	0,8	6,0	6,0	6,0
	0,1	6,0	6,0	6,0	0,8	6,0	0,3	6,0	6,0	6,0
	1,5	1,8	6,0	6,0	1,3	6,0	1,0	6,0	2,5	6,0
B – AFL	0,0	1,6	0,7	0,0	0,6	1,6	0,0	2,1	2,0	0,0
	0,4	0,0	0,8	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,3	0,0	0,0	1,6	2,1	0,0	3,2	0,1	0,6	3,6
	2,8	1,3	0,0	0,0	2,1	0,0	1,5	0,0	1,0	1,8
	0,0	0,0	0,4	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
	0,1	0,3	0,5	0,6	0,4	0,9	0,0	0,8	0,1	0,2
C – AFO	0,0	0,0	0,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0
	0,0	0,0	0,8	0,0	0,9	0,8	0,4	0,0	0,4	1,0
	0,3	0,3	0,6	0,3	0,8	0,7	0,0	0,8	0,1	0,0
	0,8	0,0	0,3	0,4	1,2	2,9	2,0	0,9	1,2	0,0
	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	1,1	1,0
	2,8	2,2	0,2	1,0	2,7	0,0	0,0	1,6	1,0	0,0
D – FFA	2,1	1,5	0,9	1,8	1,0	2,8	1,2	1,8	0,9	1,2
	1,4	0,7	0,5	0,0	0,6	0,3	1,1	1,3	0,4	0,8
	1,8	1,3	0,5	0,0	0,0	0,5	0,4	0,8	1,5	0,5
	1,2	1,2	1,1	0,0	2,2	0,0	1,8	0,9	1,9	0,7
	0,6	1,5	1,1	0,0	0,9	1,5	0,0	0,8	0,8	0,5
	1,1	1,1	0,8	0,4	1,3	3,1	0,7	1,0	1,0	0,7

Tabela 2 – Valores, em mm, da infiltração marginal observada em cada corpo de prova (conclusão)

GRUPO	CORPOS DE PROVA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E – JOA	1,8	0,8	1,0	2,0	1,9	0,8	0,4	1,3	1,7	1,3
	0,8	1,4	0,9	0,1	0,0	1,0	1,0	1,1	0,8	2,8
	1,0	1,2	1,3	0,8	1,8	2,5	1,2	0,7	0,9	2,8
	1,8	1,2	0,0	1,3	0,6	2,6	1,0	0,5	1,8	1,4
	1,5	0,4	1,3	0,0	1,1	0,1	1,4	1,0	1,5	1,8
	1,2	1,6	1,5	2,0	1,6	1,1	1,9	1,0	1,2	2,4

MELLO, E. B. **Surface treatment influence in marginal leakage of porcelain repair.** 2001. 113f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de Concentração em Odontologia Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.

ABSTRACT

The occurrence of fractures in porcelain restorations is relatively frequent in clinical routine. Although the advantages of the repair with composite resins, the appearance of microleakage in the interface area affects the longevity of the repair. It was proposed to evaluate the influence of different surface treatment's agents in the capacity of sealing. Fifty porcelain cylinders were prepared and divided into five groups: a control one, which was only roughened with a diamond point and four other groups, in which one were added a surface treatment – etching with hydrofluoric acid, phosphoric acid or acidulated phosphate fluoride or air abrasion with aluminum oxide particles (sandblasting). The specimens were submitted, then, to application of a silane coupling agent, an adhesive and a composite resin. The prepared samples were termocycled, stored at 37 °C for 24 hours and coloured with 2% Rhodamine B for the same period, after what they were washed, dried, sectioned and observed under a microscope at 50X magnification. The statistic methods ANOVA one-way and Games Howell showed difference between the control group and the others, which were equal statically.

KEY WORDS: Porcelain; composite resin; surface treatment, repair; microleakage.

Autorizo a reprodução xerográfica deste trabalho

São José dos Campos, 17 de agosto de 2001


Elson Braga de Mello