UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

JOÃO FELIPE MOTA PACHECO

CIRURGIÃO - DENTISTA

INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO E DA APLICAÇÃO DE SILANO NA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA UNIÃO PORCELANA - RESINA COMPOSTA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do ***TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS ÁREA DE MATERIAS DENTÁRIOS.***

Orientador: **Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES**

Piracicaba
1995

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

JOÃO FELIPE MOTA PACHECO

CIRURGIÃO - DENTISTA

INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO E DA APLICAÇÃO DE SILANO NA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA UNIÃO PORCELANA - RESINA COMPOSTA

Este exemplar foi devidamente corrigido, conforme resolução CCPG/03/83
Piracicaba, 01/09/95

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do ***TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS ÁREA DE MATERIAS DENTÁRIOS.***

Orientador: **Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES**

Piracicaba
1995

Cm.00077418-7
UNIDADE BC
N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
P115i
V. E.
TOMBO BC/25854
PROC. 433/95
C [ ] D [x]
PREÇO R$ 11,00
DATA 06/10/95
N.º CPD

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da FOP-UNICAMP

Pacheco, João Felipe Mota p115i Influência do condicionamento e da aplicação do silano na resistência ao cisalhamento da união - porcelana resina composta/ João Felipe Mota Pacheco - piracicaba, SP : [s.n.], 1995. 88f. : il. Orientador : Mario Fernando de Goes Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de odotologia de Piracicaba 1. Porcelana - Materiais dentários, 2. Cisalhamento, 3. Resinas dentárias. I. Goes, Mario Fernando de. II Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título 19.CDD 617.675 617.695

Indices para Catálogo Sistemático:
1.Porcelana 617.675
2.Materiais dentários 617.695
3.Resinas dentárias 617.675

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Data da defesa de tese: 28 de AGOSTO de 1995.

Banca Examinadora:

Nota

Prof. Dr. EMERSON NOCCHI CONCEIÇÃO ( ) APROVADO

Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI ( ) APROVADO

Prof. Dr. MÁRIO FERNANDO DE GOES ( ) APROVADO

Média Final: APROVADO COM DISTINÇÃO E LOUVOR.

Dedico este trabalho

Aos meus pais, **Romilto e Jussara** pelo apoio, confiança e compreensão depositados em mim durante as dificuldades enfrentadas.

A minha irmã **Maria Cândida e a Jurema**, pelo apoio fraternal e importância na minha formação.

A **Laura**, pelo carinho, incentivo e estímulo que representa.

Ao Prof. Doutor **MARIO FERNANDO DE GOES**

Livre Docente da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pela paterna dedicação a minha formação científica e importância no meu crescimento pessoal.

Ao Prof. Doutor **SIMONIDES CONSANI**, Titular da Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, pelo exemplo de competência, objetividade e seriedade no desenvolvimento do espírito crítico em seus alunos.

Meu reconhecimento e sincero agradecimento

AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu Diretor Prof. Dr. JOSÉ RANALI.

Aos Profs. da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP - Dr. LUIZ ANTONIO RUHNKE, Dr. WOLNEY LUIZ STOLF e Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO, pela amizade e participação nas atividades realizadas durante o curso.

À Profa.Dra. MARINÉIA DE LARA HADDAD, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, pelo auxílio na elaboração da análise estatística.

Ao Prof. Dr. EWERTON NOCCHI CONCEIÇÃO, da área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por ter acreditado na minha capacidade e, principalmente, pela amizade e apoio prestados durante minha formação.

Ao Prof.Dr LEO WERNER SUFFERT, da área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela amizade e incentivo na minha formação científica.

À Bibliotecária SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela orientação nas referências bibliográficas.

Ao técnico especializado da Área de Materiais Dentários da FOP, UNICAMP, Engenheiro MARCOS BLANCO CANGIANI, pela amizade, competência e disposição em colaborar na realização dos trabalhos executados durante o curso.

Ao Sr. ADÁRIO CANGIANI, ex-técnico da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba -UNICAMP, pela documentação fotográfica e confecção das matrizes.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, em especial ao ANGELO STEFANO SECCO e MARIO ALEXANDRE COELHO SIGNHORETTI, eternos amigos, pelo companheirismo e convívio.

À Sra. SELMA A. B. DE SOUZA, técnica e secretária da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade e atenção prestada.

À Cordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que nos permitiu realizar o Curso de Pós-Graduação.

E a todos que direta ou indiretamente auxiliaram na elaboração deste trabalho.

MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

SUMÁRIO

1 - LISTA..... 01

2 - RESUMO..... 05

3 - INTRODUÇÃO..... 07

4- REVISÃO DA LITERATURA..... 10

5- PROPOSIÇÃO..... 37

6- MATERIAIS E MÉTODO..... 39
6.1 Materiais..... 40
6.2 Método..... 41

7- RESULTADOS..... 51

8- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... 62

9- CONCLUSÃO..... 68

10- SUMMARY..... 70

11- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 72

12- APÊNDICE..... 76

LISTA

1.LISTAS

1.1 - LISTA DE TABELAS

TABELA I - Descrição dos materiais utilizados na pesquisa. - f. 40

TABELA II - Descrição dos grupos de ensaio utilizados neste estudo. - f. 44

TABELA III - Médias da resistência de união resina composta - porcelana obtidas nos diferentes grupos experimentais (MPa). - f. 52

TABELA IV - Médias de resistência ao cisalhamento da união resina composta-porcelana obtidas nos diferentes grupos experimentais, com a utilização dos agentes de silanização (MPa). - f. 54

TABELA V - Médias de resistência ao cisalhamento da união resina composta-porcelana obtidas nos diferentes grupos experimentais, sem a utilização dos agentes de silanização (MPa). - f. 55

TABELA VI - Padrão de fratura dos corpos de prova na interface porcelana - resina composta. - f. 56

TABELA VII - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana - resina composta com o sistema adesivo Multi Bond Alpha (MPa). - f 77

TABELA VIII - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana - resina composta com o sistema adesivo Scotchbond Multi-Uso (MPa). - f. 77

TABELA IX - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana-resina composta com o sistema adesivo Optibond Multi-Use (MPa). -f. 77

TABELA X - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana - resina composta com o sistema adesivo Multi Bond Alpha Modificado (MPa). - f. 78

TABELA XI - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana - resina composta com o sistema adesivo Scotchbond Multi Uso Modificado (MPa). - f. 78

1.2 LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Parte inferior e superior da matriz metálica utilizada para a confecção das amostras de porcelana. - f. 41

FIGURA 2 - Base metálica utilizada como suporte para realizar o acabamento da superfície da porcelana embutida em resina acrílica no tubo de P.V.C. - f. 43

FIGURA 3 - Delimitação da área de união resina composta-porcelana. - f. 43

FIGURA 4 - Amostra posicionada em base metálica fixada a um dispositivo metálico preso à bancada de trabalho. - f. 45

FIGURA 5 - Posicionamento da matriz circular em aço inoxidável. - f. 45

FIGURA 6 - Corpo de prova posicionado para o ensaio de cisalhamento. - f. 49

FIGURA 7 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência de união porcelana-resina composta nos cinco grupos experimentais. - f. 53

FIGURA 8 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência da união porcelana-resina composta, para o tratamento com e sem silano, independentemente do sistema adesivo e do condicionamento ácido utilizado.-f. 53

FIGURA 9 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência da união porcelana-resina composta, nos cinco grupos experimentais, com a utilização do silano. - f. 54

FIGURA 10 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência da união porcelana - resina composta, nos cinco grupos experimentais, sem a utilização do silano. - f. 55

FIGURA 11 - Aspecto morfológico de uma fratura do tipo adesiva na interface da porcelana (20x). - f. 57

FIGURA 12 - Aspecto morfológico na interface resina composta caracterizando um padrão de fratura do tipo adesiva (20x). - f. 57

FIGURA 13 - Aspecto morfológico de uma fratura do tipo coesiva, na interface da porcelana (20x). - f. 58

FIGURA 14 - Aspecto morfológico na interface resina composta caracterizando uma fratura do tipo coesiva (20x). - f. 58

FIGURA 15 - Aspecto morfológico de uma fratura do tipo mista, na interface da porcelana (20x). - f. 58

FIGURA 16 - Aspecto morfológico na interface resina composta caracterizando uma fratura do tipo mista (20x). - f. 59

FIGURA 17 - Aspecto morfológico da amostra de porcelana abrasionada com ponta diamantada (1000x). - f. 60

FIGURA 18 - Aspecto morfológico da amostra de porcelana condicionada durante 15 segundos com ácido maleico (1000x). - f. 60

FIGURA 19 - Aspecto morfológico da amostra de porcelana condicionada durante 2 minutos com o ácido fluorídrico a 9,6 % (1000x). - f. 61

FIGURA 20 - Aspecto morfológico da amostra de porcelana condicionada durante 4 minutos com o ácido fluorídrico a 10 % (1000x). - f. 61

1.3 LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- Bis-GMA - Bisfenol Glicidil Metacrilato
- ADA - Associação Dentária Americana
- Corp. - Corporation
- Co. - Company
- J&J - Johnson & Johnson
- MPa - MegaPascal

1.4 LISTA DE NOTAÇÕES

- µm - micrometros
- ^{o}C - graus Celsius
- mm - milímetro
- cm - centímetro
- ml - mililitro

RESUMO

2. RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da aplicação do silano e a influência do condicionamento com ácido fluorídrico a 10% na resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos indicados para reparo de restaurações de porcelana. Foram confeccionados 100 discos de porcelana (Duceram N), divididos em cinco grupos. Cada grupo de vinte amostras foi submetida aos seguintes tratamentos: grupo 1 - Multi Bond Alpha (DFL), grupo 2 - Scotchbond Multi-Uso (3M), grupo 3 - Optibond Multi-Use (KERR), grupos 4 e 5 , Multi Bond Alpha e Scotchbond Multi-Uso, respectivamente, modificados pela introdução do condicionamento com ácido fluorídrico a 10%. Metade das amostras de cada grupo foram tratadas com o agente de silanização indicado pelo fabricante e na outra metade das amostras o silano não foi aplicado. Os materiais foram manipulados unindo os discos de porcelana a cilindros de resina composta com 4 mm de diâmetro por 5 mm de altura. Os corpos de prova foram armazenados por 24 horas a 37°C e 100% de umidade relativa. A seguir, foram submetidos a ensaio de cisalhamento em uma máquina de ensaio Universal (Otto Wolpert Werke, Germany), a uma velocidade de 6mm/minuto. As médias dos resultados obtidos foram: grupo 1 - Com silano = 6,52 MPa, Sem silano = 5,26 MPa, grupo 2 - Com silano = 6,94 MPa, Sem silano = 4,65 MPa, grupo 3 - Com silano = 10,08 MPa, Sem silano = 5,94 MPa, grupo 4 - Com silano = 6,24 MPa, Sem silano = 6,53 MPa e grupo 5 - Com silano = 9,99 MPa, Sem silano = 6,21 MPa. A seguir, os resultados foram submetidos a Análise de Variância e ao Teste de Tukey. Após os testes de resistência ao cisalhamento a superfície das amostras de porcelana foram examinadas em uma lupa estereoscópica Carl Zeiss (Carl Zeiss do Brasil), com 25 aumentos, determinando um predomínio de fraturas coesivas no interior da porcelana, para os grupo condicionados com ácido fluorídrico. As amostras foram documentadas através de fotomicrografias realizadas com auxílio de um microscópio eletrônico de varredura (ZEISS DS M 960, Germany). Os autores concluíram que: a aplicação dos silanos Scotchprimer Ceramic Primer e Porcelain Repair Primer aumentaram significantemente ($p < 0,05$) a resistência de união da interface porcelana- resina composta; os maiores valores de resistência de união da interface porcelana-resina composta, foram obtidos com a utilização dos agentes de silanização Scotchprimer Ceramic Primer e Porcelain Repair Primer, associados ao condicionamento com ácido fluorídrico a 10 %; a análise morfológico das superfícies de porcelana indicaram um padrão favorável ao embricamento micromecânico quando utilizados os ácidos Porcelain Etch Gel e Fluor Etchant;

Palavras Chave: Porcelanas - Materiais Dentários, Cisalhamento, Resinas dentárias

INTRODUÇÃO

3. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da arte de fundir materiais cerâmicos, na odontologia, pode ser entendido, historicamente, como o mais importante desenvolvimento na ciência dos materiais dentários.[23] No entanto, o interesse por este material era controvertido em função do pouco conhecimento de suas características de manipulação e a falta de métodos apropriados para usufruir de suas propriedades favoráveis.[2,21,26] Em função disso, a sua utilização oscilou através dos anos, sendo influenciado pelo aparecimento de outros materiais alternativos e, principalmente, pelas evoluções técnico-científicas, no conhecimento e compreensão da função dos seus componentes minerais e na acentuada melhora dos materiais de moldagem e cimentação.[23]

Entretanto, a porcelana é um material frágil nas condições orais, apresentando pouca resistência a forças de tração, uma limitada capacidade de distribuir forças localizadas, e uma baixa resistência a deformação.[21,38] Além disso, a utilização das ligas de metais básicos tem se constituído em mais uma dificuldade para a manutenção da longevidade das restaurações metalocerâmicas, em função da diferença no coeficiente de expansão térmica entre os materiais, o que pode reduzir a durabilidade destas restaurações. [2,30] Assim, fratura de restaurações cerâmicas podem ocorrer mesmo em restaurações recentes, ou sujeitas a esforços fisiológicos de baixa intensidade, e ainda, quando submetidas a trauma, desajuste oclusal ou defeitos de técnica.[8,29]

O procedimento ideal, quando da ocorrência de uma fratura em restaurações cerâmicas, seria a determinação da causa, seguida pela remoção da prótese e substituição.[14] No entanto, podem existir situações em que o reparo intrabucal da restauração fraturada seja uma condição clínica adequada, dessa forma, não se justificaria refazer a prótese, o que causaria desconforto, e aumento no custo do trabalho.[6,8,12,15,19,27,32,37,42]

No desenvolvimento da técnica de reparo é importante considerar a aplicação do silano, uma substância monomérica, composta de radicais orgânicos reativos e grupos monovalentes hidrolisáveis, utilizado pela primeira vez em odontologia no tratamento de partículas de sílica para aumentar a união entre a fase orgânica e inorgânica da resina composta.[9] Esse procedimento contribuiu para se obter uma união eficiente entre dentes de porcelana e bases de dentadura de resina acrílica.[31,35] Entretanto, uma das dificuldades encontradas na técnica de reparo de restaurações de cerâmica, estava em conseguir uma rugosidade superficial seletiva sem comprometer a restauração.[10] Em 1983 foi introduzido o condicionamento da porcelana com ácido

hidroclorídrico.[39] Dessa forma, houve uma associação entre o condicionamento ácido da cerâmica, aplicação do silano e a resina composta.[11]

Apesar disso, a indicação dos procedimentos de reparo dessas restaurações cerâmicas ainda é controvertida, não havendo consenso em relação aos fatores que determinariam o sucesso dos procedimentos clínicos na união porcelana-resina composta.[25]

Entretano, recentemente, foram introduzidos no mercado odontológico sistemas adesivos com múltiplas aplicações, que vem proporcionando uma evolução tanto na efetividade de retenção como na simplificação dos procedimentos técnicos para obtenção da união entre a estrutura dental-porcelana e porcelana-resina composta. Assim, o propósito deste estudo foi verificar se o condicionamento com ácido fluorídrico e a aplicação do agente de silanização teriam influência na resistência à união entre a porcelana e a resina composta.

REVISÃO DA LITERATURA

4. REVISÃO DA LITERATURA

BUONOCORE[10], em 1955, apresentou um método para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Verificou que a adesão de discos de resina acrílica, com 5 mm de diâmetro, à superfície de esmalte era maior quando este tecido dental era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, em relação àquelas amostras que não recebiam nenhum tratamento ácido previamente à colocação da resina acrílica. O autor sugeriu algumas explicações para tal fenômeno, tais como grande aumento da área da superfície devido a ação do ataque ácido e aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Em 1963, BOWEN[9] estudou as propriedades dos polímeros para restaurações dentais reforçados por sílica. Usou partículas vítreas de sílica com forma irregular e tamanho variando em torno de 150 μm, cujas superfícies foram tratadas com vinil-silano, com objetivo de aumentar a união entre a fase orgânica e inorgânica. O aglutinante usado foi um co-polímero de BIS-GMA, que pode ser considerado como produto da adição de metacrilato de glicidila ao bis-fenol A, catalisado por 0,5% de N.N-dimetil-p-toluidina, a 60°C. Dessa forma, conseguiu-se um material onde foi incorporada ao polímero orgânico setenta por cento em peso de sílica vítrea tratada, que correspondia aproximadamente a cinqüenta e cinco por cento de sílica por volume, propiciando uma redução na contração de polimerização e no coeficiente de expansão térmica, um aumento da resistência à compressão e do módulo de elasticidade, além de baixa solubilidade e desintegração em água, quando comparada à resina onde foi adicionada sílica não tratada.

Em 1965, McLEAN & HUGHES [28], realizaram um estudo onde desenvolveram uma nova cerâmica dental, juntamente com técnicas de aplicação que melhorassem as propriedades mecânicas e a resistência a fratura. Os autores observaram que a cerâmica onde cristais de alumina foram utilizados como reforço da fase vítrea demonstraram a melhora das propriedades mecânicas. De acordo com os resultados a cerâmica alumínica alcançou o dobro da resistência transversa das porcelanas dentárias convencionais, maior resistência a choques térmicos, e ainda, que os dentes produzidos apresentam anatomia e estética semelhante as porcelanas convencionais.

PAFFENBARGER et al.[35], em 1967, avaliaram a união de dentes de porcelana a resina acrílica através de um agente de silanização. Foram realizados testes de tração de acordo com a especificação nº 15 da ADA. O autor concluiu que o silano aumentou a resistência de união entre os dentes de porcelana, e diminuiu a microinfiltração entre o dente e a resina acrílica, o que possibilitaria uma melhor manutenção da higiene.

Em 1969, MYERSON[31], verificou a resistência de união de dentes de porcelana tratados com silano unidos a resinas acrílicas de polimerização química e térmica. Foi realizado um teste de tensão de três pontos em dentes de porcelana unidos a uma base de acrílico, a carga foi aplicada em um ângulo de 60 graus ao plano inciso-gengival do dente, e foi aumentada em uma taxa de 25 kg/cm^2 / minuto até que ocorresse a fratura. As amostras também foram submetidas a dois tipos de ciclagem, o teste dinâmico, iniciou com uma carga de 1,70 kg, aumentando 0,42 kg a cada 270 ciclos, até a ocorrência da fratura, e no outro, as amostras foram submetidas a ciclagem térmica, onde eram deixadas por cinco minutos em banhos de água a 70ºC e 5ºC. Após 432 ciclos, as amostras foram submetidas a uma carga de três pontos. Entre outras conclusões, os autores afirmaram que, a diferença de coeficiente de expansão térmica deve ser considerada a principal causadora do rompimento da união porcelana-resina acrílica, e ainda, que o agente de silanização melhora consideravelmente a resistência de união destes materiais.

Em 1974, SHERRILL & O'BRIEN[38], avaliaram a influência da rugosidade e da umidade sobre a resistência transversa de uma porcelana alumínica, comparada com uma porcelana feldspática. Foram confeccionadas vinte amostras de cada tipo de porcelana, sendo o comprimento, espessura e largura de cada amostra medido imediatamente antes dos testes. Dez amostras de cada material foram mantidas com o glaze, as restantes foram polidas até a remoção do glaze. Logo após, todas as amostras tiveram sua rugosidade superficial medida através de analisador de superfície. As medidas foram feitas sobre a superfície a ser submetida a tensão durante o teste de resistência transversa. Este teste de resistência foi realizado com uma carga de três pontos, com uma velocidade de 0,05 cm/minuto. Metade das amostras foram submetidas ao teste desidratadas, enquanto as outras foram imersas em água. Os resultados demonstraram que a porcelana alumínica

foi aproximadamente 40% mais resistente do que a feldspática, e as amostras desidratadas da porcelana alumínica 27% mais resistentes do que as amostras úmidas do mesmo material. Dentre as amostras de porcelana feldspática, as que foram ensaiadas na forma desidratadas foram aproximadamente 29% mais resistentes do que as úmidas. Os autores concluíram, que a porcelana alumínica foi superior a feldspática na resistência transversa, no entanto, esta propriedade foi afetada em ambos os tipos de porcelanas pela umidade.

EAMES et al.,[14] em 1977, avaliaram dois sistemas de união e duas resinas compostas indicadas para reparo de porcelana dentária. Foram utilizados lingotes de ouro da liga Firmlay (JF Jelenko & Co) e dentes de porcelana (Universal-Lactona Corp.) abrasionados com lixas de granulação 240. A seguir, as amostras da liga e da porcelana, foram unidas a duas resinas compostas com e sem os agentes de união, Fusion (George Taub Products) e Dent-Mat (Dent-Mat). Após a confecção dos corpos de prova, estes foram submetidos aos seguintes tratamentos: 1 - armazenagem em temperatura ambiente por 24 horas, 2 - armazenagem em água a 37°C por 24 horas, 3 - armazenagem em água 37°C por 7 dias e 4 - termociclados entre 2°C e 60°C por 24 horas. Decorrido os períodos de armazenagem, as amostras foram submetidas a ensaio de cisalhamento em uma máquina de tração. Os autores concluíram que o Fusion apresentou resistência de união adequada a porcelana, mas não ao ouro, que o agente Dent-Mat apresentou os mais baixos valores de união no reparo de porcelana, no entanto foi considerado clinicamente aceitável, as resinas compostas não puderam ser unidas a porcelana sem um agente de união, e a retenção dos compósitos ao ouro, mesmo com agentes de união, foi aparentemente ineficiente.

Em 1978, NEWBURG & PARMEIJER[32], realizaram uma investigação sobre a resistência de união da resina composta a porcelana tratada com uma solução de silano. Utilizaram a superfície lingual de incisivos centrais de porcelana fixados em resina acrílica. Os dentes tiveram a área vestibular lixada para obter uma superfície plana com 6 mm de diâmetro. A superfície das amostras de porcelana foram limpas com uma solução de 33% de ácido fosfórico por 1 minuto, após serem lavadas e secas receberam uma aplicação de silano por 5 minutos. Foram confeccionadas 102 amostras divididas nos seguintes grupos: A - seis dentes foram tratados com a solução de silano e Nuva Fill (L.D.Caulk Co.), seis dentes com a solução de silano e Adaptic (J&J), e seis dentes não

receberam a aplicação do silano, e foram tratados com Nuva Fil; B- Todas as amostras receberam Nuva-Fil, sendo que seis foram expostas a ciclagem térmica, e as outras doze amostras receberam somente o tratamento com a solução de silano; C - as amostras foram preparadas como no grupo A, com exceção de que ao invés de utilizar uma solução de silano recentemente preparada, foi utilizada uma solução envelhecida por duas semanas; D - este grupo continha 48 amostras, com doze sendo submetidas a ciclagem térmica, e todas tendo sido tratadas com a solução de silano, e recebendo a resina Adaptic. Os autores concluíram que a união da resina composta a porcelana dental, tratada com a solução de silano, produz uma união confiável; e que a introdução de tensões térmicas necessita ser investigada em futuras avaliações clínicas, mas a técnica, parece ser um método efetivo para reparo de restaurações cerâmicas na cavidade oral.

EAMES & ROGERS[15], em 1979, relataram o resultado de um estudo que avaliou a resistência de união, por doze meses, de dois sistemas de reparo de porcelana, o Dent-Mat (Dent-Mat, Inc.) e o Fusion (George Taub Products). Estes materiais apresentaram em um estudo laboratorial realizado em 1977, resultados clinicamente aceitáveis. Em função disso, amostras preparadas nas mesmas condições do estudo anterior, foram mantidas em água a 36.7°C por 12 meses. Decorrido este período, as amostras foram submetidas a teste de resistência de união, que demonstraram um aumento da resistência, quando comparado com os resultados obtidos em 7 dias de armazenagem, obtidos no primeiro estudo. Os autores concluíram que estes resultados podem constituir uma expectativa de sucesso clínico para os reparos, no entanto não encontraram explicação para a melhora na retenção.

Em 1979, HIGHTON et al.[19], realizaram um estudo com o objetivo de comparar a efetividade de dois sistemas de reparo de porcelana utilizando agentes de silanização. Foram confeccionados barras de cerâmica (Ceramco, Inc), com dimensões de 2,28 x 0,5 x 0,25 centímetros, para cada um dos sistemas de reparo testados. As barras foram fraturadas em uma máquina Instron com uma velocidade de 0,12cm/minuto. A seguir as barras de porcelana, vinte para cada material, foram reparadas com os sistemas Fusion (George Taub Products and Fusion, Inc) e com o sistema Dent-Mat (Dent-Mat Inc.), manipulados conforme instruções dos fabricantes. Após os reparos, metade das amostras foram armazenadas por 24 horas, e a outra metade por 3

meses, em uma solução salina a 37°C. Decorrido os períodos de armazenagem, as amostras foram novamente sujeitadas a uma carga de fratura, sob as mesmas condições anteriores. Os autores concluíram que a resistência de união com o Fusion é superior a obtida com o produto Dent-Mat.

DENT[12], em 1979, descreveu dois procedimentos clínico-laboratoriais, e um clínico, para reparo de restaurações metalocerâmicas. O procedimento clínico de reparo, consiste de uma técnica para reposição da estrutura de cerâmica perdida, através de um sistema de união a resina composta, e um agente de silanização. Para tal, o fragmento de porcelana deve ser removido usando-se brocas carbide ou pontas de diamante. A seguir, confecciona-se um bisel no ângulo cavosuperficial do preparo, removendo parte da porcelana glazeada para providenciar um adequado selamento marginal. Em seguida, aplica-se o ácido sobre a área a ser reparada, a remoção do ácido é realizada com lavagem e secagem. O silano é aplicado e a restauração realizada. O acabamento é feito com pontas diamantadas finas , discos de lixa e pastas de acabamento. O autor conclui que a técnica pode ser usada por produzir uma união satisfatória da porção restaurada.

Em 1981, NOWLIN et al.[33], avaliaram a resistência de união de três resinas compostas, indicadas para reparo de porcelana dental, antes e após a realização de ciclagem térmica. Foram confeccionadas 75 amostras de porcelana (Ceramco, Inc. J&J) com 1 x 5 x 22 mm. As amostras foram fraturadas e então divididas em três grupos de acordo com o material de reparo a ser utilizado, grupo 1 - Den-Mat bonding agent (Dent-Mat Inc.) e o material de reparo Den-Mat, grupo 2 - Fusion bonding agent (George Taub Products) usado com a resina Concise, e grupo 3 - Cervident bonding agent e o material de reparo Cervident. Vinte e cinco amostras foram reparadas com cada material, e a seguir subdivididas em cinco grupos, de cinco amostras cada. O subgrupo I de cada material foi armazenado a 37°C por 24 horas, não sendo submetidos a ciclagem térmica, os subgrupos II, III e IV, de cada material, foram respectivamente submetidos a 2172, 3241 e 4737 ciclos térmicos entre 5°C e 50°C, o subgrupo V foi armazenado a 37°C em água por 10 dias, enquanto os subgrupos II, III e IV eram submetidos a ciclagem térmica. Decorrido os períodos de armazenagem e ciclagem térmica, todas as amostras foram submetidas ao teste de três pontos em uma máquina Instron. A análise estatística foi realizada através do teste de Student-Newman-Keuls. Os autores concluíram que os maiores valores obtidos com as amostras reparadas com Fusion-

Concise diferiram significantemente ($p<.05$) das amostras reparadas com Dent-Mat e Cervident; a comparação das médias de resistência de todas as amostras antes e depois do reparo com o Fusion-Concise demonstrou que somente 18% da resistência original é conseguida com o procedimento de reparo; e afirmaram que os baixos valores de resistência de união obtidos com os materiais testados, indicam o uso do reparo como um procedimento clínico temporário.

BARRETO & BOTTARO[6], em 1982, descreveram uma técnica para reparo de coroas metalocerâmicas, utilizando um pó de porcelana opaco, uma resina composta e um agente de união. A estrutura metálica era preparada através da confecção de microrretenções no metal exposto, com auxílio de uma broca esférica. Em caso de exposição de dentina por uma perfuração no coping, esta deveria ser protegida com cimento de hidróxido de cálcio. A seguir, a superfície da porcelana era abrasionada com uma ponta diamantada, e tratada com a aplicação de um agente de silanização (Fusion, George Taub Products). O mascaramento da estrutura metálica exposta, era realizado pela aplicação de duas camadas de um pó de cerâmica opaco, previamente misturado com uma resina sem carga. A seguir, aplicava-se um agente de união sobre a porcelana previamente tratada com silano e a restauração com compósito poderia ser realizada. O acabamento deve ser dado de forma convencional.

Em 1983, FERRANDO et al.[16], realizaram um estudo comparando cinco sistemas de reparo de porcelana, avaliando a resistência de união, a microinfiltração, e a possível relação entre estes. Foram confeccionadas 200 amostras de porcelana Will-Ceram (Willians Gold Refining Co.). Os discos de porcelana medindo 1,42 cm em diâmetro e 0,31 cm em espessura, foram unidos com os materiais Adaptic (J&J), Cyano-Venner (Ellman International Manufacturing Inc), Dent-Mat Porcelain Repair kit (Dent-Mat Inc), Enamelite 500 (Lee Pharmaceuticals) e o Fusion (George Taub Products). As amostras foram ensaiadas, após uma semana e 4 semanas de armazenagem, em água a 37°C. Todos os materiais foram manipulados segundo as instruções dos fabricantes. Para o teste de resistência a tração, os discos de porcelana foram unidos através dos materiais de reparo a pinos metálicos com 25 mm de altura e 1,5 mm de diâmetro, fixados no centro do disco de

porcelana. Decorrido os períodos de armazenagem, as amostras foram submetidas ao ensaio de tração em uma máquina Instron, com uma carga de 7 kg e velocidade de 0,5 cm/min.. Para o teste de microinfiltração os discos de porcelana foram unidas com os materiais de reparo a cilindros de resina composta e decorrido os períodos de armazenagem, eram colocados em um banho de fucsina básica por 24 horas. A seguir as amostras eram seccionadas e a infiltração na interface porcelana-resina composta, observada com auxílio de um microscópio em 7 aumentos. Os autores concluíram que o Enamelite 500 foi superior aos outros quatro materiais testados, obtendo os maiores valores de resistência a tração, e os menores níveis de infiltração marginal na interface porcelana-resina composta, e ainda, que a resistência de união não pode ser relacionada com o grau de microinfiltração com os outros materiais testados.

SIMONSEN & CALAMIA[39], em 1983, realizaram um estudo para verificar a exequibilidade do condicionamento ácido da porcelana. Vinte discos de porcelana fixados em estruturas metálicas foram atacados por 2,5; 5; 10 ou 20 minutos com uma solução a 7,5% de ácido Hidroclorídrico. Após lavagem e secagem as superfícies de porcelana foram cobertas com uma resina fluida e unidas a um cilindro de resina composta. As amostras foram tracionadas em uma máquina de ensaio Universal Instron. Os autores verificaram que a resistência a tração obtida era maior, conforme aumentava a duração do tempo de condicionamento. A resistência de união variou de menos de 0,6 MPa com as amostras não condicionadas, até 7,5 MPa com as amostras submetidas a 20 minutos de condicionamento ácido. A análise por microscopia eletrônica de varredura demonstrou que a superfície da porcelana condicionada, nos vários períodos de tempo, evidenciava um aspecto poroso, e pela análise das amostras fraturadas, verificaram que, quando não foi realizado o condicionamento ácido a fratura ocorria na interface resina composta-porcelana. Já em todos os casos em que a superfície foi condicionada houve fratura da porcelana ou da resina composta. Os autores concluíram que a magnitude dos resultados encontrados deverá ser satisfatórios para a retenção de facetas veneers ou de outros usos da porcelana no meio oral, salientando a necessidade de mais estudos para determinar o tempo ótimo de condicionamento ácido.

Em 1984, CALAMIA & SIMONSEN[11], compararam o efeito de dois agentes de silanização comercialmente disponíveis, quanto a resistência de união a superfície de uma porcelana previamente condicionada por ácido. Quarenta discos de porcelana montados em tubos de liga metálica foram divididos em quatro grupos. Os primeiros três grupos foram todos condicionados por 20 minutos com uma solução contendo ácido hidrofluorídrico e sulfúrico. As superfícies das amostras foram lavadas e secas. No grupo 1 as amostras foram cobertas com uma camada de resina sem carga e unidas a cilindros de resina composta. Os grupo 2 e 3 tiveram as amostras de porcelana tratadas com diferentes agentes de silanização, e então, unidas a resina composta. O grupo 4, não foi condicionado com ácido, a porcelana foi tratado como no grupo 3, com um agente de silanização antes da união com a resina. Todas as amostras foram submetidas a ensaio de cisalhamento em uma máquina Instron. A média de resistência de união dos grupos foram as seguintes: grupo 1 - 116,34 kg/cm^2, grupo 2 - 114,66 kg/cm^2, grupo 3 - 145,46 kg/cm^2, grupo 4 - 83,86 kg/cm^2. Os autores concluíram que o condicionamento ácido da superfície da porcelana é mais importante do que o agente silano na resistência de união a resina composta. Contudo, os melhores resultados foram obtidos usando a combinação de condicionamento ácido da superfície da porcelana com um agente de silanização específico.

BELLO et al.[8], em 1985, avaliaram a resistência de união e a infiltração marginal de materiais de reparo de porcelana. Foram confeccionados 160 botões de porcelana (Will-Ceram) com 1,4 cm de diâmetro por 0,32 cm de altura, oitenta amostras foram divididos em quatro grupos de acordo com o material utilizado, para o teste de resistência ao cisalhamento, cada amostra foi abrasionada com óxido de alumínio e glazeada por 1 minuto. A seguir a superfície de cada amostra foi abrasionada com uma ponta diamantada, os materiais de reparo Enamelite 500 (Lee Pharmaceuticals), Enamelite 500 plus experimental primer (Lee Pharmaceuticals), Dent-Mat Porcelain Repair Kit (Dent-Mat) e Silanit (Vivadent) com a resina de adesão Isopast (Vivadent), foram manipulados conforme as instruções dos fabricantes e colocados sobre a superfície das amostras ao redor de um pino. O material foi colocado em forma de cone com 2 mm de altura, e armazenados em água a 37°C. Metade das amostras foram armazenadas por uma semana e a outra metade por 4 semanas. Decorrido os períodos de armazenagem, as amostras foram submetidas ao ensaio de tração em uma máquina Instron, com uma carga de 7 kg, a uma velocidade de 1,27

cm/minuto. As outras oitenta amostras foram submetidas ao teste de infiltração marginal. As amostras foram desgastadas com ponta diamantada, e sobre a superfície da porcelana foram colocados os materiais de reparo em forma de cilindro. Quarenta amostras, dez de cada material, foram armazenadas em um banho de água a 37°C por uma semana e a outra metade das amostras por quatro semanas. Decorrido o período de armazenagem, as amostras foram imersas em um banho de fucsina básica por 24 horas. A seguir as amostras foram seccionadas e analisadas quanto a penetração do corante com uma lente com capacidade de aumento de 70 vezes. Os autores concluíram que existe uma relação direta entre o aumento da microinfiltração e a diminuição da resistência de união com o Silanit. Todos os materiais, exceto o Silanit, aumentaram a resistência de união em quatro semanas de armazenagem. O Enamelite 500 exibiu a maior resistência em 4 semanas, e a menor quantidade de microinfiltração, podendo ser considerado como uma alternativa para reparar restaurações de cerâmica.

JONES[23], em 1985, relata algumas das datas importantes no desenvolvimento cronológico da porcelana dental. Durante este processo tiveram lugar muitas invenções, modificações de técnicas e melhoria de materiais. Contribuições como o desenvolvimento do forno elétrico, de ligas, e materiais de moldagem e outros equipamentos, como turbinas de alta velocidade e brocas, determinaram também, a evolução dos preparos cavitários, todos estes foram fatores significantes no aumento do uso e popularidade das porcelanas. Sendo que, apartir da década de oitenta, foram introduzidas as porcelanas de baixa fusão, as porcelanas fundíveis e a porcelana alumínica.

Em 1986, MORENA et al.,[30] investigaram a formação de defeitos subcríticos na estrutura de três cerâmicas dentárias: porcelana feldspática, (Ceramco GengivaI) porcelana aluminica (Vitadur N) e uma porcelana fundível (Cerestore). As amostras de porcelana feldspática e fundível foram condensadas em moldes metálicos com 15 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. A porcelana fundível foi processada com uma técnica semelhante a cera perdida, através de um equipamento fornecido pelo fabricante. Após a confecção das amostras, estas foram polidas e antes do teste de resistência sofreram uma identação na superfície com uma carga de 4,9 N para a porcelana Vitadur N e 9,8 N para a porcelana Cerestore. Os valores de resistência foram obtidos com uma máquina de testes Instron Modelo TT-B. As amostras testadas foram fraturadas com uma

força de flexão bi-axial. Todos os testes foram realizados em um ambiente simulando o meio oral, consistindo de água destilada mantida a 37°C. Para a porcelana feldspática os dados foram obtidos com saliva artificial a mesma temperatura. Os autores, concluíram que, a porcelana feldspática deverá apresentar falhas antes do que a porcelana alumínica, e do que a porcelana fundível, que apresentou os melhores resultados.

IBSEN et al.[22], em 1987, avaliaram o efeito da absorção de água sobre a resistência de união da resina composta a porcelana dentária, através de três sistemas de união. O primeiro grupo de amostras de porcelana foi unido diretamente a um sistema de resina composta de micropartículas com alta absorção de água (grupo 1), o segundo grupo de amostras foi unido a uma resina composta de micropartículas com baixa absorção de água, através do sistema adesivo Ultra Bond (grupo 2); e finalmente o terceiro grupo de amostras foi tratado com um agente de silanização e unidos a um compósito fotopolimerizável (Ultra Bond). Os três grupos foram submetidos a ciclagem térmica por 18 horas, e após os corpos de prova foram testados quanto a resistência ao cisalhamento. Os autores verificaram que o grupo 1 apresentou uma resistência de união de 147,84kg/cm^2, com desvio padrão de 11,41 kg/cm^2; o grupo 2 apresentou resistência de união de 189,28 kg/cm^2, com desvio padrão de 19,81 kg/cm^2; e o grupo 3 apresentou resistência de união de 227,15 kg/cm^2, com desvio padrão de 12,46 kg/cm^2. Os autores concluíram que resultados superiores são obtidos com o processo de silanização da porcelana e o sistema adesivo Ultra Bond.

Em 1987, O'KRAY et al.[34], realizaram um estudo com o objetivo de determinar a resistência ao cisalhamento de três produtos para reparo de porcelana-metal, o Porcelite (Kerr), Scotchprime (3M), e o Goldlink (Den-Mat). A porcelana Ceramic II (J&J), e a Microbond (Austenal), foram utilizadas como substrato para o Porcelite e Scotchprime, o sistema Goldlink, que é recomendado para união a metais, foi testado com cinco ligas metálicas fabricadas pela Generic Co., a Rexillium II, Naturelle, Palladent, RxSFC e RxY Ceramic. Foram confeccionados, com as porcelanas e as ligas metálicas a serem testada, cilindros com 9 mm de diâmetro, estes foram incluídos em resina acrílica, polidos com lixa de granulação 320, lavados e secos. A seguir, cilindros de resina composta com 6 mm de diâmetro por 8 mm de altura, foram unidos as amostras

de porcelana e liga metálica, de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes. Um grupo de amostras foi armazenado em condições ambientais (23°C e umidade ambiente) por 24 horas, o outro grupo de amostras foi armazenado a 37°C em água, também por 24 horas. Decorrido este período, as amostras foram submetidas a ensaios de cisalhamento em uma máquina Zwick 1435, com uma velocidade de 0.125cm/minuto. Os resultados indicaram que as amostras unidas com Porcelite e armazenadas em condições ambientais, apresentaram falha coesiva na porcelana, e a carga necessária para fratura foi de 101,5 kg/cm^2, as amostras com o mesmo material armazenadas em água a 37°C apresentaram uma diminuição na resistência de união para 23,1 kg/cm^2. Nas amostras do Scotchprime a porcelana fraturou com uma carga de 136,5 kg/cm^2, antes que ocorresse falha adesiva, tanto para as amostras armazenadas em condições ambientais, quanto para as amostras armazenadas em água a 37°C. As amostras cimentadas com Goldlink apresentaram valores diferentes em função da liga utilizada, variando de 27,37 kg/cm^2 a 94,08 kg/cm^2 nas amostras armazenadas em condições ambientais, e de 8,4 kg/cm^2 a 76,3 kg/cm^2 com as amostras armazenadas em água a 37°C.

THOMAS et al.[43], em 1987, realizaram um estudo para investigar o efeito da termociclagem sobre a resistência de união da resina composta a porcelana dentária submetida a condicionamento ácido e silanização. Sessenta e seis amostras de porcelana (Ceramco Gingival Porcelain, Ceramco, Inc.,) com dimensões de 16 x 16 x 3 mm, foram condicionadas por 2.5 minutos com ácido hidrofluorídrico (Stripit, National Keystone Products). Metade das amostras foram tratadas com silano (Fusion, George Taub Products). A seguir foi delimitada uma área de 2,7 mm de diâmetro para cada amostra com uma fita adesiva, a resina composta Silar (3M) foi aplicada. Placas de liga de Níquel-Cromo foram unidas a resina. Todas as amostras foram armazenadas por 7 dias. Metade das amostras tratadas com Silano e metade das amostras não tratadas foram termocicladas (100 ciclos; banhos a 5°C e 55°C, durante 1 minuto cada banho). Após as amostras foram submetidas a ensaio de tração a uma velocidade de 0,5 mm/minuto. Análise por microscopia revelou que a maioria das falhas foram coesivas na interface porcelana-resina composta. As amostras tratadas com silano, mas não termocicladas apresentaram resistência de união (19,3 MPa) significativamente maior ($p<0.05$) do que amostras não tratadas e termocicladas (9,8 MPa). Nenhuma das amostras termocicladas tratadas com silano (14,0 MPa) ou

não (13,9 MPa) foram significantemente diferentes. Os autores concluíram que a termociclagem exerce uma influência significativa sobre a resistência de união, e que, embora a silanização aparentemente melhore a resistência de união, seu efeito não foi estatisticamente significante (p=0,059).

Em 1987, STANGEL et al.[41], estudaram a resistência de união da resina composta a porcelana, pela variação na manipulação da porcelana e nos procedimentos de união. Foram confeccionados botões de uma porcelana feldspática, com 10 mm de diâmetro e 2 mm de altura, sobre uma folha de platina e sobre um tipo de revestimento. Uma das superfícies de cada amostra foi abrasionada com pérolas de vidro por 20 segundos, e submetida a um dos seguintes tratamentos: 1 - sem condicionamento ácido, 2 - condicionado com ácido hidrofluorídrico a 52% em peso, por 90 segundos, e 3 - condicionado com ácido hidrofluorídrico a 20% em peso, por 2,5, 5, 10, e 20 minutos. As amostras foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura, o que determinou que a morfologia superficial mais favorável foi a do condicionamento com ácido hidrofluorídrico a 20% por 2,5 minutos. Foram então, confeccionados mais 42 botões de porcelana e divididos em dois grupos: um grupo permaneceu sem condicionamento, enquanto o outro foi condicionado com ácido hdrofluorídrico a 20% em peso por 2.5 minutos. As amostras foram divididas em três grupos de sete amostras cada (A,B,C, e D,E,F,). Nos grupos A e D, a superfície da porcelana foi coberta com uma resina sem carga fotopolimerizável (Visar Seal, Dent-Mat), e unidos a uma cápsula de celulóide preenchida com resina composta posicionada sobre o centro da porcelana, e fotopolimerizada por 1 minuto. Nos grupos B e E a superfície da porcelana foi tratada com o silano (Porcelain Bonding Agent, Dent-Mat), antes da colocação da resina. Nos grupos C e F as superfícies foram tratadas com silano, e após foi aplicado um adesivo de dentina (Creation Bond, Dent-Mat), a resina foi então colocada como nos grupos anteriores, e fotopolimerizada por um minuto. A seguir todas as amostras foram imersas em água, a temperatura ambiente, por sete dias. Decorrido este período, as amostras foram submetidas a cisalhamento em uma máquina Instron com uma velocidade de 0,2 cm/minuto. Os autores concluíram que o tratamento superficial da porcelana pelo ácido hidrofluorídrico, com ou sem o silano, melhora a resistência de união da resina composta a porcelana, que os agentes de silanização tem um efeito significante na resistência

de união resina composta-porcelana, e que a resistência a fratura da porcelana parece ser alterada pela resina de união.

BAILEY e BENNET[5], em 1988, realizaram um estudo com o propósito de comparar vários tratamentos superficiais separadamente, bem como a combinação de tratamento químico com o imbricamento mecânico, sobre a superfície da porcelana Dicor (Dentsply). Foram preparadas amostras de porcelana em forma de hastes, seguindo o procedimento padrão do fabricante. As amostras foram jateadas com óxido de alumínio e limpas ultrasonicamente. A seguir foram divididas em grupos de acordo com a solução de condicionamento a ser testada. As amostras foram condicionadas com o Stript (ácido hidrofluorídrico, 20%), o Ammonium Bifluoride (NH_4HF_2) a 10% peso/volume, o NaOH a 10% com 1% de peso/volume/ de EDTA, ou ainda com HCl a 5% em volume/volume. As amostras foram expostas as soluções pelos tempos de 1, 2, ou 5 minutos. Para a verificação da influência do silano, foram preparadas duas soluções, uma a 0,1% volume/volume de silano, onde as amostras foram imersas por três minutos, e após aquecidas a 100°C por um período de 5 minutos; e outra de um silano de polimerização química. Um cimento de dupla polimerização e um autopolimerizável foram utilizados para a cimentação. As amostras cimentadas foram colocadas em água destilada por períodos de 24 horas, 1, 6, ou 12 meses. As amostras que foram submetidas a ciclagem térmica, receberam banhos de 50°C ± 2°C e 10°C ± 2°C, por 6000 ciclos. O ensaio de resistência ao cisalhamento foi realizado em uma máquina Instron, com uma velocidade de 5 mm/minuto, e com uma carga de 50 Kg. Os resultados de resistência ao cisalhamento indicaram que a maior resistência de união foi obtida com o Gamamethacryloxipropyltrimethoxysilano, com o cimento de polimerização dual e com o condicionamento com o ácido NH_4HF_2. Também foi observado, que o tempo de armazenagem não influenciou na resistência de união das amostras cimentadas. A microscopia eletrônica de varredura demonstrou que quando a superfície da porcelana foi condicionada com as soluções Stript e NH_4HF_2 houve alteração física superficial da porcelana, enquanto que o condicionamento com NaOH ou EDTA não modificaram a superfície. A análise do condicionamento com HCl, demostrou que apenas a fase vítrea da porcelana foi removida.

McLEAN[29], em 1988, realizou uma abordagem sobre o emprego das cerâmicas na prática clínica. Apresentou a composição dos novos materiais, relatando um breve histórico do desenvolvimento, e método de confecção de coroas com as porcelanas alumínicas e porcelanas fundíveis. A seguir, aborda as propriedades destes materiais, onde justifica a durabilidade limitada das cerâmicas em função da fadiga estática, que é uma reação química onde o vapor da água reage com defeitos superficiais das coroas de cerâmica, enfraquecendo e permitindo o aparecimento de fendas espontâneas, o que explica a fratura de restaurações durante esforços fisiológicos. Ao avaliar os novos sistemas de cerâmica, cita que os principais requerimentos para coroas de porcelana, são a estética e resistência. No entanto, estas propriedades são conflitantes, pois para obter resistência a porcelana deve ser unida ao metal, ou quando empregada pura é necessário adicionar altas proporções de material cristalino, o que a torna mais opaca. Já, na região posterior, onde ocorrem as maiores tensões, as coroas de cerâmica pura necessitam de um preparo dental que é biologicamente inaceitável, além disso, as coroas metalocerâmicas apresentam o dobro da resistência das porcelanas alumínicas, sendo portanto, a restauração de escolha na área de molares.

Em 1988, STOKES et al.[42], estudaram a resistência ao cisalhamento da união porcelana-resina composta, em seis meses de armazenagem, utilizando o Fusion (George Taub Products) e o Scotchprimer (3M) como agentes de silanização. Foram confeccionados quarenta discos da porcelana VitaDur-N (Vita) com 5 mm de diâmetro. As amostras foram fixadas em blocos de resina acrílica e lixadas com papel carbide de granulação 240. Os discos foram lavados em ultra-som, e secos. A seguir metade das amostras tiveram sua superfície tratada com o agente de silanização Fusion e a outra metade das amostras com o Scotchprime. Após foi aplicado o adesivo Scotchbond (3M) no grupo tratado com Scotchprime, e a resina composta Silar (3M) nas amostras tratadas com o Fusion. Brackets ortodônticos (TPP Laboratories, La Porte, IN, USA) foram unidos as amostras. Após 24 horas, 10 amostras tratados com o Fusion e 10 amostras tratadas com o Scotchprime, foram submetidas a teste de cisalhamento em uma máquina Instron com uma velocidade de 1mm/minuto. As outras amostras foram armazenadas em água, a temperatura ambiente, por seis meses e então submetidas ao mesmo teste de cisalhamento. O padrão de fratura foi determinado por observação direta com um microscópio binocular em 10 aumentos, e por microscopia eletrônica de varredura. Em 24 horas a resistência ao cisalhamento foi 13,2 ± 2,2 MPa

para as amostras tratadas com o Fusion e 14,0 ± 1,1 MPa para as amostras tratadas com Scotchprime. Após seis meses, os resultados foram respectivamente, 1,1 ± 0,6 MPa e 11,1 ± 1,0 MPa. A diferença entre os agentes de silanização Fusion e Scotchprime, em seis meses de armazenagem, foi estatisticamente significante. Em 24 horas não houve diferença na distribuição do padrão de fratura entre os diferentes agentes de silanização. Já, em seis meses, todas as amostras tratadas com Fusion falharam na interface resina composta-porcelana e todas as amostras tratadas com Scotchprime, tiveram falha coesiva na resina composta, ou na interface resina composta-bracket. Os autores concluíram que o Scotchprime foi superior ao Fusion, em relação a manutenção da união resina composta-porcelana, ao longo do tempo e que a melhora da resistência de união dos materiais de reparo, os tornam indicados para o uso clínico.

LACY et al.[24], em 1988, investigaram o efeito de seis diferentes tratamentos sobre a superfície da porcelana, através de testes de resistência ao cisalhamento e microscopia eletrônica de varredura. Seis grupos de 10 amostras da porcelana Will-Ceram (Williams Gold and Refining, Buffalo, N.Y.) foram unidos a blocos da liga Rexilium III (Rx Jeneric, Wallingford, Conn.). Parte da liga foi deixada exposta e perfurada para permitir a fixação do corpo de prova na máquina de ensaio. A superfície das amostras de porcelana foram delimitadas com uma fita tape com uma perfuração de 5 mm de diâmetro. Uma fina camada do adesivo Scotchbond (3M) foi aplicada sobre a superfície preparada e após foi fixado um cilindro de resina fotopolimerizável P30 (3M). As amostras foram divididas em seis grupos de acordo com os seguintes tratamentos antes da aplicação do adesivo e da resina composta: A - a superfície da porcelana foi abrasionada com uma ponta diamantada, e a seguir, unida diretamente ao adesivo e resina; B - as amostras abrasionadas com uma ponta diamantada, foram cobertas com o agente de silanização, Scothprimer Ceramic Primer (3M), antes da aplicação do adesivo e compósito; C - as amostras foram preparadas como no grupo A, exceto que a superfície rugosionada da porcelana foi tratada com Fluorfosfato Acidulado a 1,23% (Sultan Chemists Inc. Englewood, N.J.) na forma de gel por 10 minutos; D - as amostras foram preparadas como no grupo C, exceto que foi aplicado o agente de silanização antes do tratamento com o Fluorfosfato Acidulado; E - as amostras foram preparadas como no grupo D, exceto que a porcelana foi condicionada com ácido hidrofluorídrico a 9,5% (Ceram-Etch, Gresco Dental Products) durante 4 minutos; F - as amostras foram preparadas como no grupo E, no

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

MATSUMURA et al.[27], em 1989, descreveram a utilização de um sistema de reparo de porcelana, utilizando dois líquidos como primers (Cloreto férrico e silano), um adesivo resinoso opaco e uma resina composta fotopolimerizável. Foram confeccionadas amostras da porcelana VMK 68 (Vident), seguindo as instruções do fabricante. A seguir três diferentes superficies da porcelana foram preparadas, polimento com lixa de granulação 600, biselamento com uma ponta diamantada, e condicionamento da metade das amostras biseladas com ácido fosfórico a 40% por 30 segundos. Após o preparo da superfície das amostras de porcelana, estas foram divididas em 14 grupos de teste, de acordo com os materiais utilizados para unir a porcelana com cilindros de resina composta. As amostras foram unidas com e sem os primers, utilizados em conjunto e separadamente, com e sem a resina opaca adesiva, e com e sem a utilização do adesivo 4 META. Os autores concluíram que a utilização dos silanos com o cloreto férrico como primer e o adesivo 4 META como agente de união, apresentaram os maiores valores de resistência, que foi mantida após a termociclagem, sugerindo que este sistema possa ser utilizado clinicamente.

Em 1989, BAILEY[4], realizou um estudo comparando a resistência flexural de amostras de porcelana unidas a resina composta, através de quatro marcas comerciais de organosilanos. Foram confeccionadas oitenta amostras da porcelana Vita (Vident), com dimensões de 15,0 mm x 4,0 mm x 1,5 mm.. Sessenta amostras foram hidratadas em água destilada por 7 dias, e as 20 amostras remanescentes foram deixadas em uma estufa. Todas as amostras foram seccionadas ao meio, formando um total de 160 corpos de prova. A superfície do corte foi refinada com uma broca de diamante em alta rotação. Três grupos de 30 amostras foram reparadas, utilizando a resina composta Silux (3M), e os sistemas de reparo Ultrafine Porcelain Repair Bonding System (Kerr), Scotchprimer Ceramic Primer (3M), e o Fusion (George Taub Products). O quarto material de reparo foi o Ultrabond (Dent-Mat), com o qual se utilizou a própria resina do sistema. Quatro grupos com 10 amostras cada, foram reparados da mesma maneira, mas mantidos desidratados. Todas as restaurações foram realizadas seguindo as instruções dos fabricantes. A seguir as amostras foram submetidas a um ensaio de resistência flexural, em uma máquina MTS, com uma velocidade de $3.0x10^{-2}$mm/minuto. Pela análise dos corpos de prova, verificou se que todos fraturaram na interface resina composta-porcelana, com os seguintes valores médios: amostras desidratadas - KERR = 32,47 MPa; 3M = 23,54 MPa; Fusion = 24,62 MPa; e Dent-Mat = 21,78 MPa; Amostras hidratadas - KERR = 13,64 MPa; 3M = 21,78 MPa; Fusion = 18,93 MPa; e Dent-Mat = 9,52 MPa. A análise estatística pelo teste de Tukey, não indicou diferença significante entre os produtos Ultrafine Porcelain Repair, Scotchprimer Ceramic Primer, e Fusion, entretanto, indicou diferença estatisticamente significante entre estes e o produto da Dent-Mat, que apresentou os menores valores de resistência a fratura. A comparação entre as amostras hidratadas ou não, pelo teste de Scheffe`s, indicou que as amostras desidratadas apresentaram valores significantemente superiores aos das amostras hidratadas, independentemente do produto restaurador utilizado.

DIAZ-ARNOLD et al.[13], em 1989, avaliaram a resistência ao cisalhamento de três sistemas de reparo de porcelana, o Fusion (George Taub Products), o Scotchprime (3M) e o Ultra-Bond (Den-Mat Co.). Foram confeccionados 192 cilindros de porcelana com 1,0 cm de diâmetro por 0,5 cm de altura. As amostras foram divididas em dois grupos, de acordo com a textura superficial da porcelana, um grupo foi abrasionado com lixa de granulação 220, o outro grupo foi mantido com a lisura superficial do glaze. Todas as amostras foram fixadas com resina acrílica, deixando a

superfície da amostra exposta. A seguir, botões de resina composta com 2,3 mm de diâmetro, foram unidos a superfície da amostra, usando a resina de união diretamente sobre a amostra (grupo controle) e com os sistemas de reparo de porcelana. Após as amostras foram divididos em dois grupos de acordo com o tempo de armazenagem, por 2 dias ou 30 dias. Decorrido este período, as amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento em uma máquina Instron, com uma carga de 50 kg e uma velocidade de 0,5 cm/minuto. Os resultados foram submetidos a análise estatística pelo teste de Duncan`s ($p<0,05\%$), apresentando diferença significante nas médias de resistência de união obtidas com os diferentes sistemas de reparo, bem como com a variação da textura superficial da porcelana. Os autores, concluíram que, alguns sistemas de reparo contendo agente de silanização podem aumentar significantemente a resistência de união do compósito a porcelana, e que o Scotchprime, com a superfície da porcelana rugosa, apresentou os maiores resultados de resistência de união.

PRATT et al.[36], em 1989, avaliaram a resistência ao cisalhamento de seis sistemas de reparo de porcelana. Foram testados, o Scotchprimer Ceramic Primer (3M), Silanit (Vivadent) Ultrabond (Den-Mat Corp.), Enamelite 500 (Lee Pharmaceuticals), Ceram-Etch (Gresco Co. Inc.) e o Porcelite (Kerr). Cento e vinte botões de metalocerâmica foram confeccionados com a porcelana Vita (Vident) e a liga Rexilium III (Jeneric Gold Co.). Foram utilizadas vinte amostras para cada material a ser testado. As amostras foram cimentadas a resina composta utilizando um anel de teflon com 3,23 mm de diâmetro. Após a polimerização, as amostras foram colocadas em um banho a 37°C. Dez amostras de cada produto foram armazenadas por 48 horas e o outro grupo de dez amostras do mesmo produto foi armazenado por três meses. Imediatamente antes do teste de cisalhamento todas as amostras foram termocicladas a temperatura de 6°C e 60°C, por um período de termociclagem de 24 horas. As amostras foram submetidas ao teste em uma máquina Universal Instron, com uma velocidade de 2 mm/minuto. Os dados foram submetidos a análise de variância comparando a resistência de união, e o efeito do tempo de armazenagem sobre a união. Comparações individuais foram realizadas usando o teste de Duncan. O tipo de falha das amostras foi estudado através de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados demonstraram que em 48 horas a falha de todos os produtos foi de natureza coesiva no interior da porcelana, com exceção para o Ultrabond (Den-Mat). Mais falhas adesivas estiveram presentes nas amostras

armazenadas por 3 meses, do que nas amostras testadas em 48 horas. A análise estatística demonstrou uma diferença significante na resistência de união porcelana-resina composta, em função dos sistemas de reparo e do tempo de armazenagem. Nenhuma diferença significante foi observada entre os sistemas adesivos após 48 horas de armazenagem. Na comparação das médias, o sistema Scotchprimer apresentou uma resistência significantemente maior do que todos os outros sistemas, em três meses de armazenagem. A diminuição da resistência de união de 48 horas para três meses de armazenagem, foi significante para todos os produtos testados, sugerindo que o reparo possa ser utilizado como procedimento provisório.

BECK et al.[7], em 1990, avaliaram a resistência ao cisalhamento da resina composta unida a metal e a metalocerâmica, e compararam com a resistência da porcelana dentária. Foram fundidos corpos de prova das ligas Biobond II (Dentsply) e Rexilium III (Jeneric Gold Co.) com 8 a 10 mm de comprimento por 3 mm de diâmetro. As amostras da liga Biobond II foram unidas a discos da porcelana Biobond (Dentsply), e a liga Rexilium III foi unida a discos da porcelana Vita VMK 68 (Vident). A seguir, cilindros de resina composta Ultra-Bond (Dent-Mat) e da resina Profile (L.D.Caulk), foram unidos a superfície metálica oxidada, a superfície metálica trabalhada mecanicamente e a superfície das porcelanas. Os cilindros de resina composta Profile foram unidos as três superfícies de teste com o agente Fusion (George Taub Products) e o sistema Prisma Universal Bond (L.D.Caulk), já os cilindros da resina Ultra-Bond foram cimentados com o Cerinate Prime e o Gold Link (Dent-Mat). Dez amostras de cada resina composta com o respectivo sistema de união, foram confeccionadas para cada superfície a ser testada, e para três intervalos de tempo, 24 horas, 7 dias e 30 dias, num total de 360 amostras. Após a confecção, as amostras foram armazenadas em água a 37°C, até que decorresse o período para o teste. As amostras armazenadas por 7 dias e 30 dias foram submetidas a 500 ciclos térmicos, antes do ensaio de cisalhamento, que foi realizado em uma máquina Instron com uma velocidade de 0,5 cm/min. Os autores concluíram que a resistência de união dos compósitos a porcelana foi significantemente maior do que a resistência de união ao metal oxidado ou ao metal trabalhado mecanicamente; a resistência de união dos materiais Ultra-Bond-Cerinate Prime-Gold Link não foi significantemente diferente dos materiais Profile-Fusion-Prisma Universal Bond; a resistência de união variou significantemente para os diferentes tipos de ligas utilizadas; a ciclagem térmica e a armazenagem das amostras nos

diversos períodos, não tiveram uma influência clara na resistência ao cisalhamento, e que as falhas na porcelana terão um prognóstico para reparo mais favorável do que as fraturas que atinjam a porção metálica da restauração.

RADA[37], em 1991, descreveu as vantagens da realização de reparo de restaurações cerâmicas fraturadas, e apresentou uma técnica para conserto intra-oral. Para tanto é necessário uma preparação do metal e um tratamento específico da porcelana. A técnica inclui realização de um bisel na porcelana, confecção de retenções na estrutura metálica, condicionamento da superfície da porcelana por 5 minutos com ácido hidrofluorídrico, lavagem, tratamento da área com uma cobertura de silano, aplicação de uma resina sem carga sobre a porcelana e o metal exposto, aplicação de opaco sobre a estrutura metálica, seleção adequada de cor da resina composta para conformação da estrutura de cerâmica perdida, e polimento com técnica de rotina. O autor conclui afirmando que esta técnica tem sido utilizada em numerosos casos com excelentes resultados.

GOES[17], em 1991, realizou um estudo caracterizando a superfície de partículas inorgânicas para uso em compósitos dentais, observando a área superficial através do método BET, e identificando os elementos químicos pelo método de fluorescência de raios-x. O tratamento superficial das partículas de sílica foi avaliado através de espectroscopia na região do infravermelho, e por medida de absorbância das amostras em pastilhas de brometo de potássio. Também foi verificado o efeito da pré-hidrólise e da concentração do silano sobre as propriedades macroscópicas das partículas. Os resultados apresentados indicaram que os tratamentos aplicados as partículas de sílica conduziram a uma modificação superficial das mesmas. O autor relata, ainda, que o mecanismo de adesão do silano à superfície da sílica, não é totalmente conhecido, e este tem sido baseado em interpretações de evidências secundárias. Algumas propostas do tipo de ligação do silano as superfícies de sílica seriam: Ligação por pontes de hidrogênio e ou ligação covalente com remoção de água; prevenindo a hidrólise. O autor conclui afirmando que existem evidências que suportam estes mecanismos, porém nenhum deles explica todos os dados .

Em 1991, SORENSEN et al.[40], avaliaram o efeito do tratamento superficial de diferentes tipos de porcelana em relação a resistência de união a resina composta. Discos de porcelana com 9 mm de diâmetro e 2 mm de altura foram fabricados usando nove marcas comerciais de porcelanas dentais, VMK 68 (Vident), Vitadur-N (Vident), Hi-Ceram Core (Vident), Hi-Ceram Core Wash-Vitadur-N (Vident), Mirage (Myron's Dental), Optec (Jeneric-Pentron), Cerinate (Dent-Mat) G-Cera (GC International), Ceramco II (Johnson & Johnson). As amostras foram incluídas em resina epóxica, e a superfície abrasionada com óxido de alumínio. Foram confeccionadas quarenta amostras para cada marca comercial, e estas foram divididas em grupos de dez amostras, submetidas aos seguintes tratamentos: 1 - Controle, nenhum tratamento; 2 - Somente aplicação de um agente de Silanização; 3 - Condicionamento com ácido hidrofluorídrico a 20% (Stripit, National Keystone Products) por 3 minutos; e 4 - Condicionamento com ácido hidrofluorídrico a 20% por 3 minutos e aplicação do silano. A seguir as amostras foram armazenadas em água a 37°C por 7 dias, e então termocicladas por 1000 vezes, entre 5°C e 50°C. O teste de resistência ao cisalhamento foi executado com uma máquina de ensaio Universal Instron, com uma velocidade de 0,05 polegadas/minuto. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido hidrofluorídrico por 3 minutos aumentou significantemente a resistência de união para todas as porcelanas feldspáticas, exceto G-Cera; as porcelanas com baixo e médio conteúdo de alumina tiveram um aumento significante na resistência de união com o condicionamento ácido; a Hi-Ceram Core Wash-Vitadur-N não teve um aumento significante na resistência de união com o condicionamento ácido, a aplicação do silano na superfície das amostras de porcelana condicionadas não teve efeito significante na resistência de união; e, das porcelanas testadas, a Optec, Mirage e Cerinate tiveram o maior valor de resistência ao cisalhamento, enquanto a G-Cera, Ceramco II, Hi-Ceram Core, Vitadur-N VMK 68 e Hi-Ceram Core Wash-Vitadur-N apresentaram os menores valores de resistência ao cisalhamento.

HONDRUM[21], em 1992, faz uma extensa revisão das vantagens e desvantagens do emprego das restaurações de cerâmica, dando especial atenção as propriedades de resistência e aos fatores relacionados com esta propriedade. O autor relata que a maior desvantagem das cerâmicas dentárias é a sua susceptibilidade a fratura durante a colocação, mastigação, ou por ocorrência de trauma. A susceptibilidade destes materiais esta relacionado com vários fatores, como a degradação

da união sílica-oxigênio, a indução de falhas durante a confecção, a limitada capacidade de distribuir esforços localizados, a baixa resistência a deformação e a diferença no coeficiente de expansão térmica em relação as ligas metálicas. Relata ainda, que o mecanismo mais comum de falha das cerâmicas dentais esta relacionado com a variação das cargas oclusais, ocasionado a fadiga do material, e ainda, que a umidade do meio oral pode ocasionar uma redução na sua resistência entre 20 a 30%.

Em 1992, LLOBEL et al.[25], avaliaram através de um teste de fadiga oito sistemas comerciais recomendados para o reparo clínico de fraturas de porcelana. Os sistemas testados foram o Oral Ceram-Etch (Gresco), Scotchprime (3M), Rocatec (Espe), Command Ultrafine (Kerr), Silistor (Kulzer), Clearfil Porcelain Bond (J.Morita), e Monobond-S (Vivadent). Foram confeccionados cilindros de porcelana VMK 68 (Vident) com 2 mm de espessura, que foram unidos a extremidade de uma haste fundida, previamente abrasionada com óxido de alumínio. A superfície das amostras de porcelana foram tratadas com os sistemas de reparo, seguindo as instruções do fabricante, após foram unidas a cilindros de resina composta confeccionados com uma cápsula de gelatina (Eli-Lilly, Indianapolis, Ind), foi realizada uma polimerização inicial com o aparelho Optilux 400 (Demetron) por 60 segundos, e a polimerização foi completada sobre vácuo, por 15 minutos, usando uma unidade Beta Ligth (Espe). Um total de 60 amostras foram confeccionadas usando 12 tratamentos diferentes, as amostras controle foram reparadas com resina sem carga e sem o uso de qualquer sistema de reparo. As amostras antes de se submeterem a carga de fadiga tiveram suas dimensões de diâmetro e comprimento anotadas. A carga necessária para criar uma determinada tensão foi determinada com a seguinte fórmula: aplicação da carga = (aplicação da tensão x seção da interface) / movimento da haste. A taxa de aplicação de carga na periferia da união esteve entre 105 kg/cm^2 de tração e 105 kg/cm^2 de compressão. Um limite de 2.000.000 de ciclos foi utilizado neste estudo e todos os sítios de falha foram examinados com 70 aumentos. Os autores concluíram que somente dois grupos não falharam antes de atingir o limite de 2.000.000 de ciclos: Clearfil Porcelain Bond-Herculite e All-Bond-BisFil. E quatro outros sistemas apresentaram significante resistência a fadiga: All-Bond-Bisfil, Clearfil Porcelain Bond-Herculite, Clearfil Porcelain Bond-Silux e Ceram-etch-Enamelbond Silux.

Em 1992, LU et al.[26], investigaram o efeito de vários tratamentos superficiais sobre a resistência de união na interface resina composta-porcelana, comparando dois cimentos resinosos, o Porcelite (Kerr), e o Dilute Silux (3M), e dois agentes de silanização, Porcelain Repair Primer (Kerr), e o Scotchprime Ceramic Primer (3M), e examinaram a morfologia superficial da porcelana, após o condicionamento com ácido hidrofluorídrico, e a natureza da falha na interface resina-porcelana, após testes de cisalhamento. Foram confeccionados 56 botões de porcelana alumínica Vitadur N, com 6 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, e 56 discos de porcelana com 7,8 mm de diâmetro, e 1,4 mm de espessura. A superfície das amostras receberam acabamento com lixas de SiC de granulação 220. A seguir, as amostras foram divididas em quatro grupos, conforme o tratamento: grupo controle - as amostras foram limpas ultrasonicamente por 60 segundos em etanol; grupo 2 - seis amostras foram atacadas com ácido hidrofluorídrico a 2%, e agitadas ultrasonicamento por 150 segundos, lavadas e neutralizadas em uma solução de bicarbonato de sódio por 5 minutos, e novamente lavadas por 10 minutos; grupo 3 - as amostras foram tratadas com os agentes de silanização Porcelain Repair Primer e Scotchprime Ceramic Primer, seguindo as instruções dos fabricantes; grupo 4 - as amostras foram condicionadas com ácido fluorídrico, e receberam os respectivos agentes de silanização. Após, os cimentos resinosos, foram aplicados sobre os botões de porcelana, e cimentados aos cilindros de porcelana com uma carga de 100 gramas durante 10 segundos. Cada amostra foi fotopolimerizada por 5 minutos, através do disco de porcelana. As amostras, foram então, armazenadas a 37°C por 7 dias. Decorrido este período, foram submetidas ao teste de cisalhamento em uma máquina de ensaio com uma velocidade de 1mm/minuto. Os valores obtidos para os grupos tratados, foram significativamente superiores aos do grupo controle, além disso a resistência de união dos grupos condicionados com ácido e silanizados, foi significantemente maior ($p<0,05$) do que para os grupos que receberam somente o condicionamento ácido. Não houve diferença estatística entre o grupo controle e o grupo somente atacado com ácido. O grupo cimentado com Dilute Silux e Scotchprime Ceramic Primer apresentou valores de resistência de união superiores as amostras cimentadas com o Porcelite e tratadas com o Porcelain Repair Primer ($p<0,05$). A análise por microscopia eletrônica de varredura, demonstrou que a rugosidade da porcelana não condicionada com ácido foi menor, com ocasionais porosidades, características da queima da porcelana. Já, a superfície da porcelana condicionada com ácido, apresentou uma porosidade regular e uniforme, indicando a efetividade do

condicionamento. No grupo controle as falhas na interface porcelana-cimentos resinosos foram adesivas, enquanto que nos grupos tratados as falhas foram coesivas. Os autores, concluíram que o tratamento superficial da porcelana com ácido hidrofluorídrico e ou silano, melhora a união da resina composta a porcelana em relação a resistência ao cisalhamento; que o agente de silanização tem uma importante função na união resina-porcelana, que a resistência a fratura da porcelana dental parece ser alterada pela resina cimentante, que a operação de diluição da resina composta Silux Plus, usada como cimento, tem um desempenho igual as disponíveis comercialmente, e que o silano Scotchprime Ceramic Primer tem uma melhor resistência de união do que o Porcelain Repair Primer.

HAYAKAWA et al.[20], em 1992, estudaram a influência do tratamento superficial da porcelana e da aplicação de agentes de silanização, sobre a adesão entre a resina composta e a porcelana dental. Foram confeccionados discos de porcelana (Shofu Inc.) com 10 mm de diâmetro por 2 mm de altura. A seguir, as amostras de porcelana foram incluídas em resina acrílica, e receberam um dos três tratamentos: 1 - polimento com lixa de SiC de granulação 1000; 2 - condicionamento com ácido fosfórico por 60 segundos, após o polimento com lixa de SiO de granulação 1000; 3 - condicionamento com ácido hidrofluorídrico por 60 segundos, após o polimento com lixa de SiC de granulação 1000. Em seguida, os agentes de silanização Cosmotech Porcelain Repair (GC Co.), Laminabond Porcelain Primer (Shofu Inc.) e Optec Silane Coupling Agent (Jeneric-Pentron Inc.) foram aplicados sobre a superfície das amostras por 30 segundos, e secas com ar por 10 segundos. Depois de aplicado os agentes de silanização, as amostras de porcelana foram unidas a cilindros de resina composta (Laminabond Composite Paste - Shofu Inc.). A seguir as amostras foram armazenadas a 37°C em água por 1 dia. Após este período, as amostras foram submetidas a teste de resistência ao cisalhamento em uma máquina TOM 10000X (Shinkon Co.,Tokyo, Japan) com uma velocidade de 2,0 mm/minuto. O tipo de falha ocorrida no grupo 1 e 2 foi de natureza adesiva, na interface porcelana-compósito, no grupo 3, a natureza da falha foi uma mistura de adesiva na interface com a porcelana, e coesiva da própria porcelana. Os autores concluíram que o condicionamento ácido não influenciou na resistência de união ao compósito, quando os agentes de silanização Laminabond Porcelain Primer ou Optec Silane Coupling Agent foram utilizados.

AGRA et al.[1], em 1993, realizaram um levantamento bibliográfico sobre os agentes de silanização. Os autores discutiram a importância deste material na cimentação de restaurações em porcelana, na cimentação de brackets, no reparo de coroas metalocerâmicas e em outros procedimentos que envolvam a união entre porcelana e resina composta. Concluíram apartir da literatura levantada, que o uso do silano sobre a superfície da porcelana condicionada é a conduta que melhor garantirá a união entre porcelana e resina composta, e que esta adesão depende, na realidade, de vários procedimentos isolados, cujo fracasso condena a união da restauração. Concluíram, também, que a longo prazo o sucesso de restaurações e reparos, ou outros procedimentos que envolvam a união porcelana-resina composta, requerem do profissional conhecimentos sobre a função e importância dos materiais e métodos envolvidos neste processo.

Em 1993, APPELDOORN et al.[3], realizaram um estudo avaliando a resistência ao cisalhamento de oito sistemas de reparo de porcelana. Os sistemas testados foram: All-Bond 2 e Bis-Fil (Bisco Inc.), Cerinate Prime e Ultra-Bond (Dent-Mat Corp.), Clearfil Porcelain Bond e Clearfil Photo-Anterior (Kuraray, Co.), Etch-Free e Bis-Fil (Bisco Inc.), Monobond-S e Heliomolar Radiopaque (Vivadent), Porcelite e Herculite XRV (Kerr-Sybrom), Scotchprime e Silux Plus (3M) e Silistor e Multifil VS (Kulzer). Para tal, foram confeccionados 160 amostra da porcelana Ceramic II (Ceramco Inc.) fixadas em lingotes da liga Rexilium III (Jeneric-Pentron Inc.), nas quais foram preparadas perfurações com 5,8 mm de diâmetro por 1,5 mm de profundidade. Após a confecção das amostras de porcelana, estas receberam acabamento com lixas de carboneto de sílicio de granulação 320, e então foram divididas em grupos de 20, de acordo com cada marca comercial do sistema de reparo utilizado. A resina composta de cada sistema de reparo foi colocada em uma cápsula de maneira a formar um cilindro com 4,30 mm de diâmetro, fixado a superfície da amostra de porcelana. Os cilindros de resina foram polimerizados por um tempo total de 80 seg. Metade das amostras de cada grupo foram armazenadas a 37°C por 24 horas. As outras 10 amostras de cada grupo foram armazenadas por 3 meses, e termocicladas 2.500 vezes em banhos a 5°C e 55°C. Todas as amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento a uma velocidade de 5 mm/minuto, em uma máquina Instron. Os locais de fratura foram examinados para determinar a localização da falha. A média de resistência ao cisalhamento em 24 horas foram as seguintes: Etch-Free e Bis-Fi,

23,5 ± 5,3 MPa; All-Bond 2 e Bis-Fil, 22,3 ± 3,5 MPa; Clearfill Porcelain Bond e Clearfill Photo-Anterior, 18,5 ± 4,7 MPa; Porcelite e Herculite XRV, 15,1 ± 2,1 MPa; Scotchprime e Silux Plus, 15,1 ± 1,7 MPa; Monobond S e Heliomolar Radiopaco, 14,1 ± 1,4 MPa; Silistor e Multifil VS, 12,2 ± 2,5 MPa; e o Cerinate Prime e Ultra-Bond, 12,0 ± 2,3 MPa. Não houve diferença estatística em 24 horas de armazenagem entre o Etch-Free, All-Bond 2 e Clearfill Porcelain Bond, que apresentaram os maiores valores de resistência ao cisalhamento, no entanto, houve diferença estatisticamente significante destes três materiais para os outros cinco sistemas testados. Para os sistemas testados em 24 horas, o padrão de falha foi coesivo na porcelana. A média de resistência ao cisalhamento para os sistemas testados em 3 meses de armazenagem e termociclados, foram para o Clearfil Porcelain Bond e Clearfil Photo-Anterior, 20.7 ± 1.7 MPa; Etch-Free e Bis-Fil, 18,4 ± 1.6 MPa; All-Bond 2 e Bis-Fil, 17,0 ± 3,0 MPa; Porcelite e Herculite XRV, 15,4 ± 2,1 MPa; Scotchprime e Silux Plus, 14,9 ± 1,7 MPa; Monobond-S e Heliomolar, 12,6 ± 1,1 MPa; Cerinate Prime e Ultra-Bond, 8,8 ± 1,2 MPa e Silistor com Multifil VS, 4,2 ± 1,0 MPa. A resistência de união do Clearfil Bond foi estatisticamente superior ao dos outros sete sistemas testados em 3 meses de armazenagem, e predominou um padrão de falha coesiva da porcelana, com exceção para o sistema Etch-Free, onde as falhas foram adesivas na resina composta. A natureza das falhas dos sistemas Cerinate e Silistor, que produziram os valores mais baixos de resistência de união, foram adesivas entre a porcelana e o cilindro de resina composta. Os autores, afirmaram ainda, que os sistemas de reparo tem apresentado uma melhora na manutenção da resistência de união em função do tempo, em estudos de laboratório, sendo necessários estudos clínicos para confirmar estes resultados.

Em 1993, ANUSAVICE[2], fez um relato sobre os novos tipos de cerâmicas dentárias que tem sido introduzidas durante as duas últimas décadas, como alternativa as porcelanas convencionais. No entanto, a resistência destes novos materiais é muito menor do que as das coroas metalocerâmicas, sendo relatado na literatura, altos índices de falhas clínicas com as coroas totais de cerâmica. Como alternativa econômica as ligas de ouro, foram introduzidas as ligas de Ni-Cr, Ni-Cr-Be e Cr-Co, com isso houve um incremento nas falhas clínicas de restaurações metalocerâmicas pela diferença na contração térmica entre a liga e porcelana, e em função disso, foram introduzidos no mercado um número significativo de sistemas de reparo de porcelana. Na

tentativa de melhorar as propriedades de resistência da porcelana, foi desenvolvido por Grossman e Adair as cerâmicas fundíveis, que através de um processo térmico produzem uma cristalização suficiente para melhorar a resistência a abrasão e choques térmicos, aumentando a durabilidade com a manutenção de adequadas características de translucidez e polimento. O autor concluiu que o sucesso das restaurações metalocerâmicas depende de ambos os materiais e de sobremaneira da técnica de confecção.

PROPOSIÇÃO

5. PROPOSIÇÃO

As informações emitidas sobre os procedimentos de reparo deixam claras dúvidas em relação aos fatores que determinam o sucesso dos procedimentos técnicos na união porcelana-resina composta. Assim, julgamos válido estudar a resistência de união ao cisalhamento promovido pelo condicionamento ácido de três sistemas de reparo com múltiplas aplicações, nas seguintes variáveis:

1 - A influência do condicionamento com ácido fluorídrico a 10%;

2 - o efeito da aplicação do silano, e ;

3 - aspecto morfológico promovido pelo condicionamento ácido.

MATERIAIS E MÉTODO

6. MATERIAIS E MÉTODO

6.1. MATERIAIS

Foram utilizados neste estudo uma porcelana dental indicada para a confecção de restaurações metalocerâmicas e três sistemas adesivos comercialmente disponíveis com os seus respectivos agentes de silanização e condicionadores ácidos. Em dois dos sistemas adesivos, além dos procedimentos indicados pelos fabricantes foi introduzido o condicionamento superficial da porcelana com ácido fluorídrico a 10%. Dois tipos de resina composta fotoativadas e ndicadas pelos fabricantes, para restaurar dentes posteriores e anteriores, foram usadas no experimento. A descrição destes materiais esta apresentada na tabela I.

TABELA I - Descrição dos materiais utilizados na pesquisa.

MATERIAL	NOME COMERCIAL	FABRICANTE
PORCELANA	Duceram N (pó) Duceram SD (líquido)	DUCERA,Dental-Werkstoff-Gesellschaft mbh
SISTEMAS DE REPARO	Multi Bond Alpha	DFL, Indústria e Comércio LTDA. Rj,RJ.
	Scotchbond Multi-Uso	3M, Dental Products Division. St.Paul, MN.
	Optibond Multi Use	KERR, Manufacturing Co. Romulus, MI.
AGENTES DE SILANIZAÇÃO	Silano	DFL, Indústria e Comércio LTDA. Rj, RJ.
	ScotchprimerCeramicPrimer	3M, Dental Products Division. St.Paul, MN.
	Porcelain Repair Primer	KERR, Manufacturing Co. Romulus, MI.
ÁCIDOS	Porcelain Etch Gel (ácido fluorídrico 9,6%)	DFL, Indústria e Comércio LTDA. Rj, RJ.
	Scotchbond Etchant (ácido maleico 10%)	3M, Dental Products Division. St.Paul, MN.
	Flúor Etchant (ácido fluorídrico 10%) Acid Etchant (ácido fosfórico 37.5%)	KERR, Manufacturing Co. Romulus, MI Distribuído pela Dumont, S.P,SP.
COMPÓSITOS	Z 100 cor A3	3M, Dental Products Division. St.Paul, MN.
	Herculite XRV cor A3	KERR, Manufacturing Co. Romulus, MI.

6.2. MÉTODO

6.2.1 Confecção das amostras de porcelana

Os discos de porcelana, foram confeccionadas pela aglutinação do pó ao líquido e a massa formada condensada, com auxílio de vibração e secagem com papel absorvente, em uma matriz metálica bipartida rosqueável, de forma cônica, com 2 mm de espessura por 7 mm de diâmetro na região de superficie e 6 mm de diâmetro na região oposta (figura 1). A seguir, a matriz foi aberta e as amostras transportadas para a plataforma de um forno à vácuo (EDG FV-I, São Carlos, São Paulo, Brasil), onde foram submetidas a aquecimento. O forno foi regulado com uma velocidade de aquecimento de 30°C por minuto e o tempo de elevação da plataforma do forno onde estava a amostra até a abertura da mufla foi fixado em intervalos de 24 segundos para cada elevação da plataforma. A temperatura de pré-aquecimento (T1- forno aberto) foi fixada em 620°C e a temperatura de queima (T2 - forno fechado) em 940°C. As amostras foram mantidas durante cinco minutos na posição T1 e a seguir foram mantidos em T2 durante 30 segundos com vácuo (60 cm de Hg) e 60 segundos sem vácuo.

FIGURA 1- Parte inferior (a) e superior (b) da matriz metálica utilizada para a confecção das amostras de porcelana(c).

6.2.2 Preparação das amostras para o ensaio de cisalhamento

Cem amostras de porcelana previamente confeccionadas foram incluídas com resina acrílica quimicamente ativada (cor rosa, Clássico, Artigos Odontológicos Ltda, São Paulo, Brasil), em tubos de P.V.C. com 20 mm de diâmetro externo e 20 mm de altura, deixando a superfície de menor diâmetro da amostra de porcelana voltada para cima e exposta.

Após a polimerização da resina, o conjunto foi inserido na perfuração central de uma base metálica circular, medindo 20,5 mm de diâmetro interno por 75 mm de diâmetro externo por 29 mm de altura e pesando 500 gramas. O conjunto era inserido até que a borda superior do tubo de P.V.C. ficasse paralela à superfície da base metálica, expondo a amostra de porcelana, que era mantida em posição por meio de um parafuso posicionado na face lateral da base metálica (figura 2).

Em seguida, com auxílio de uma politriz vertical (P.F.Dujardin & Co., Dusseldorf, Germany) a superfície da amostra foi desgastada sob refrigeração, com lixas de papel abrasivo (NORTON) números 120, 220, 320 e 400 respectivamente, usando como base o suporte metálico, até a obtenção de uma área plana. A seguir, a amostra foi retirada do suporte metálico e a superfície da porcelana abrasionada com uma ponta diamantada nº FG 3100 (K.G.SORENSEN), em alta rotação, sob refrigeração, por 10 segundos.

Após a preparação da superfície das amostras uma fita adesiva (Contact, 3M, Sumaré, São Paulo, Brasil) circular com um orifício central de 4 mm de diâmetro, foi aderida sobre a superfície da porcelana, com a finalidade de delimitar a área de união resina composta-porcelana (figura 3).

Logo em seguida, as amostras foram divididas em cinco grupos, conforme o sistema adesivo utilizado (tabela II). Seguiu-se então, com o posicionamento da porcelana embutida em resina acrílica no tubo de P.V.C. (amostra) em uma base metálica sextavada externamente, com um diâmetro interno de 20,5 mm. O tubo de P.V.C. foi inserido no suporte até que a superfície contendo a amostra de porcelana embutida ficasse paralela a borda superior do suporte metálico, quando então era fixado por meio de um parafuso lateral. O conjunto foi fixado a uma base metálica presa à bancada de trabalho, através de parafusos (figura 4).

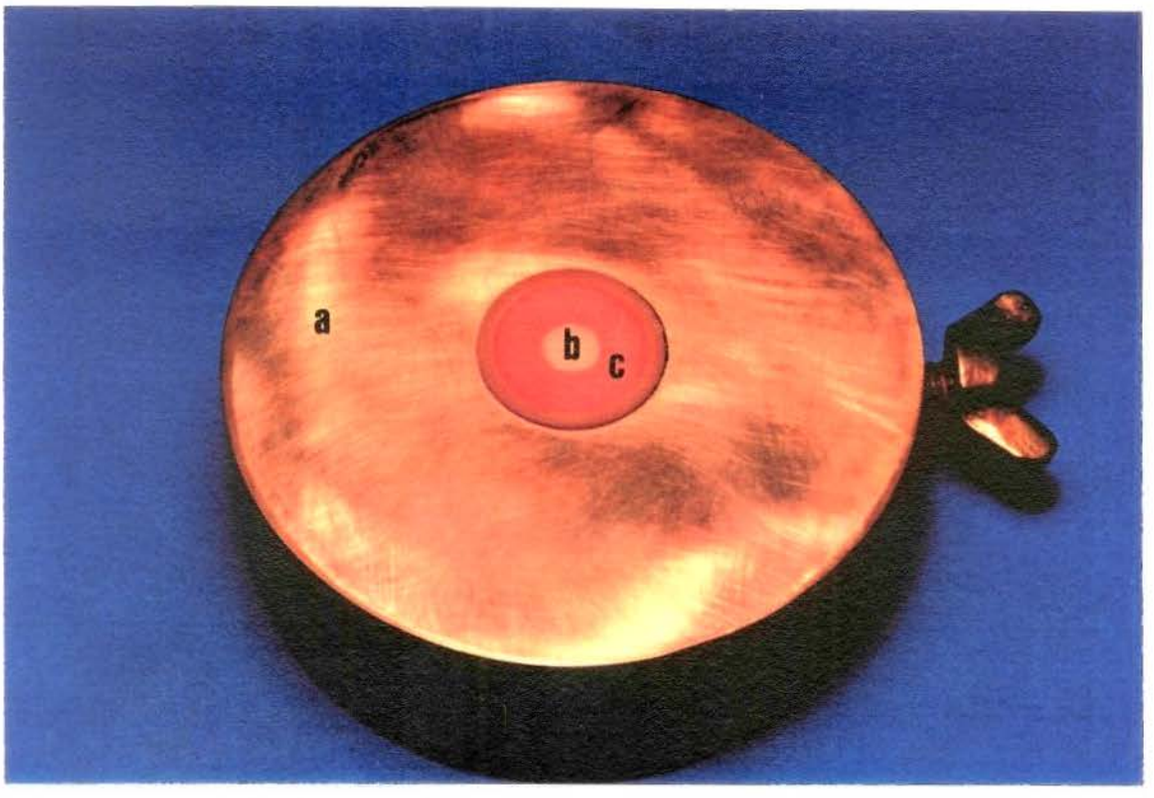


FIGURA 2 - Base metálica (a) utilizada como suporte para realizar o acabamento da superfície da porcelana (b) embutida em resina acrílica no tubo de P.V.C. (c).

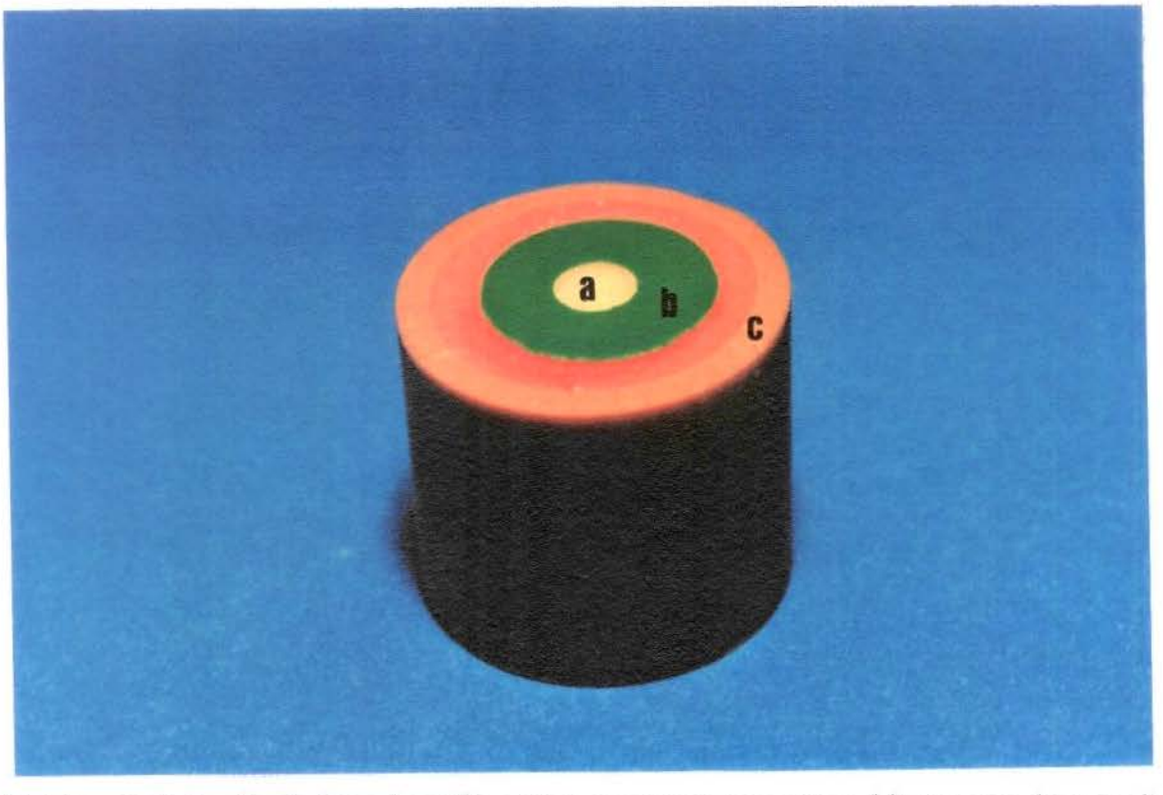


FIGURA 3 - Delimitação da área de união resina composta-porcelana: (a) amostra de porcelana, (b) fita adesiva, e (c) tubo de P.V.C..

TABELA II - Descrição da divisão dos grupos de ensaio utilizados neste estudo.

GRUPOS	ÁCIDO	REPET.+	SILANO	ADESIVO	COMPÓSITO
1) Multi Bond Alpha *	Porcelain Etch Gel 2 min.	10	Silano 1 aplicação	Resina Bond 1	Z 100
		10	Sem silano		
2)Scotchbond Multi Uso *	Scotchbond Etchant 15 seg.	10	Scotchprimer Ceramic Primer - 3 aplicações	Scotchbond Adhesive	Z 100
		10	Sem silano		
3) Optibond Multi Use *	Flúor Etchant 4 min.	10	Porcelain Repair Primer aplicação	Optibond Adhesi	Herculite XRV
		10	Sem silano		
4) Multi Bon Alpha	Flúor Etchant 4 min.	10	Silano - 1 aplicação	Resina Bond 1	Z 100
		10	Sem silano		
5)Scotchbond Multi-Uso	Flúor Etchant 4 min.	10	Scotchprimer Ceramic Primer - 3 aplicações	Scotchbond Adhesive	Z 100
		10	Sem silano		

* De acordo com instruções do fabricante.
+Número de repetições.

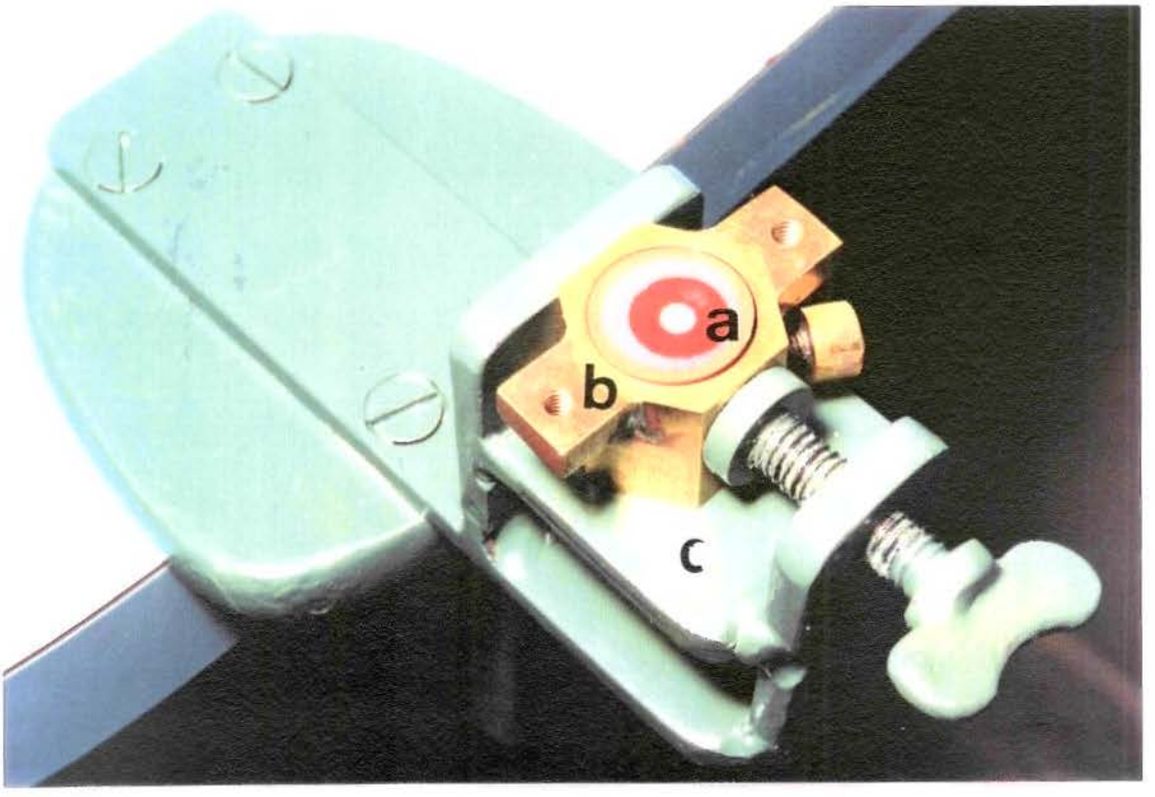


FIGURA 4 - Amostra posicionada em base metálica fixada a um dispositivo metálico preso à bancada de trabalho. (a) amostra; (b) base metálica; (c) dispositivo metálico

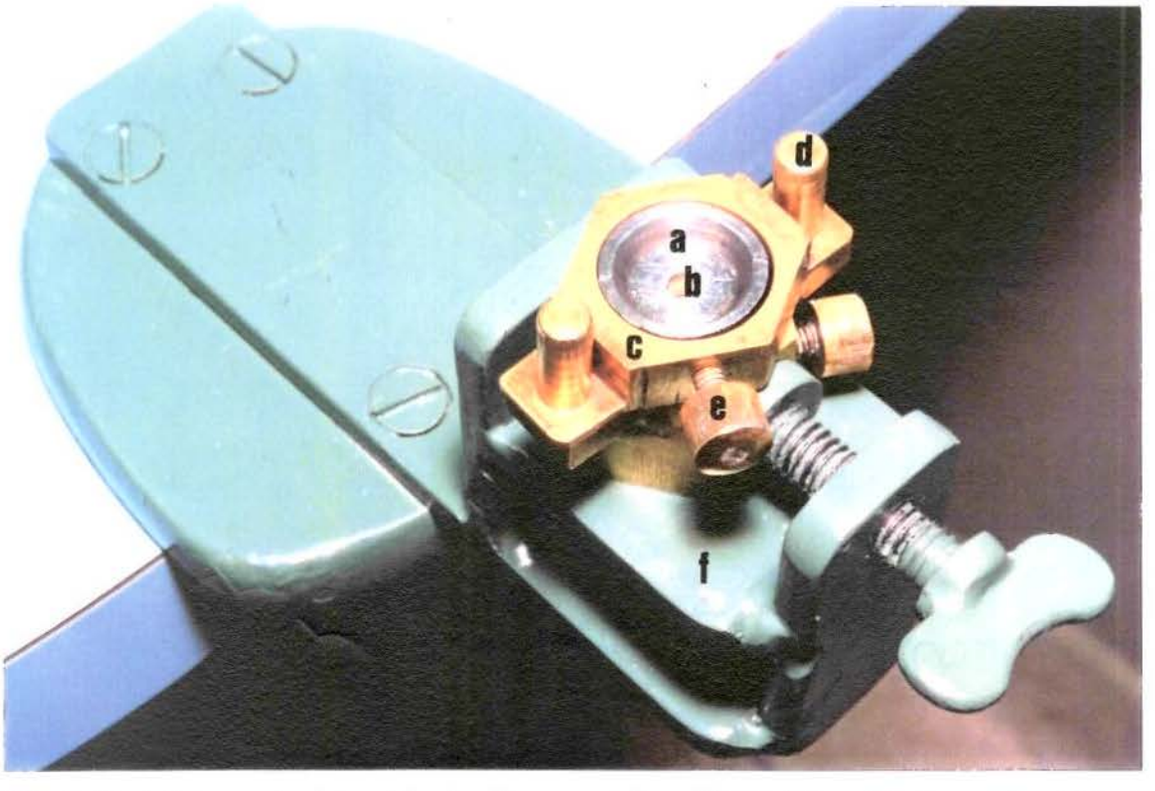


FIGURA 5 - Posicionamento da matriz circular em aço inoxidável. (a) matriz de aço inoxidável; (b) perfuração; (c) suporte metálico sextavado; (d) parafusos para fixação do suporte

metálico; (e) parafuso para a fixação da matriz de aço inoxidável; (f) dispositivo metálico.

6.2.3 Manipulação dos Sistemas Adesivos

6.2.3.1 Sistema Adesivo MULTI BOND ALPHA:

Inicialmente, as superfícies das amostras de porcelana do grupo 1 foram condicionadas com o Porcelain Etch Gel (ácido Fluorídrico a 9,6%) durante dois minutos, lavadas por 30 segundos e secas com jato de ar, por 30 segundos. A seguir, o agente de silanização foi aplicado seco com jato de ar, por 15 segundos, e fez-se a aplicação do adesivo Resina Bond 1 que foi fotopolimerizado por 20 segundos. Nas outras 10 amostras foram feitos todos os procedimentos como descritos, com exceção da aplicação do agente de silanização. Em seguida, a resina composta Z 100 foi inserida no orifício central da matriz de aço inoxidável, em três incrementos, por meio de um instrumento plástico e a adaptação do material às paredes da cavidade foi obtida com movimentos de compactação.

Os incrementos de resina composta foram fotopolimerizados por 40 segundos cada um, usando a emissão de luz visível através da ponta ativa da fibra óptica do aparelho Visilux 2 (3M, Dental Products Division St.Paul, MN.), posicionado junto a matriz de aço inoxidável (figura 5). A seguir, eram removidos os parafusos que uniam a matriz metálica ao suporte metálico, permitindo a remoção da matriz metálica bipartida e consequentemente do corpo de prova para o ensaio de cisalhamento (figura 6).

Para o grupo 4, as superfícies das amostras foram condicionadas com Flúor Etchant (ácido fluorídrico a 10%), durante quatro minutos, lavadas e secas, a seguir foi aplicado o agente de silanização Silano, em 10 das 20 amostras, seguido da aplicação do Sistema adesivo Multi Bond Alpha, e da inserção da resina composta, nas 20 amostras, como descrito para o grupo 1.

6.2.3.2 Sistema Adesivo SCOTCHBOND MULTI - USO:

No grupo 2, a superficie das amostras de porcelana foram condicionadas com o Scotchbond Etchant (ácido maleico a 10%) durante 15 segundos, seguida pela lavagem com água por 30 segundos e secagem com jato de ar, por 30 segundos. O agente de silanização Scotchprimer Ceramic Primer foi aplicado em três camadas e seco com jato de ar, por 15 segundos, em 10 das 20 amostras. Em seguida, todas as amostras foram tratadas com o adesivo Scotchbond Adhesive, e fotopolimerizadas por 10 segundos cada. A seguir, a resina composta Z 100 foi aplicada para todas as amostras da mesma forma que no grupo 1.

Para o grupo 5, as superficies das amostras foram condicionadas com Flúor Etchant (ácido fluorídrico a 10%), durante quatro minutos, as amostras foram lavadas e secas. A seguir, o agente de silanização Scothprimer Ceramic Primer foi aplicado somente em 10 das 20 amostras. Em seguida, todas as amostras foram tratadas com o adesivo Scotchbond Adhesive, e fotopolimerizadas por 10 segundos cada. A seguir, a resina composta Z 100 foi aplicada para todas as amostras da mesma forma que no grupo 1.

6.2.3.3 Sistema Adesivo OPTIBOND MULTI USE:

As superficies das amostras de porcelana foram condicionadas com Flúor Etchant (ácido fluorídrico a 10%) durante 4 minutos, seguidas de lavagem por 30 segundos e secagem com jato de ar, por 30 segundos. Logo após, em 10 das 20 amostras foi aplicado o Acid Etchant (ácido fosfórico a 37,5%), para a ativação do agente de silanização, Porcelain Repair Primer. Decorrido 30 segundos do condicionamento, foi aplicado o agente de silanização, e após 60 segundos, as amostras foram novamente lavadas por 30 segundos e secas com jato de ar, também por 30 segundos. O adesivo Optibond Ligth Cure Adhesive foi aplicado nas 20 amostras e fotopolimerizado por 30 segundos. Em seguida, a resina composta Herculite XRV foi aplicada e fotopolimerizada como descrito para o grupo 1.

Após a manipulação dos sistemas adesivos, uma matriz circular de aço inoxidável com 20,5 mm de diâmetro externo e seccionada no centro por um corte longitudinal, foi posicionada e fixada por meio de um parafuso lateral a um outro suporte metálico, sextavado externamente. Esse

conjunto foi posicionado sobre o dispositivo que contém o cilindro de P.V.C. com a amostra de porcelana exposta, sendo fixado por meio de dois parafusos superiores. No centro da matriz circular de aço inoxidável existe uma perfuração de 4 mm de diâmetro por 5 mm de altura, que coincide com a área demarcada na amostra de porcelana embutida no cilindro de P.V.C.. Esta justaposição foi possível em função das pequenas movimentações permitidas na matriz circular de aço inoxidável, pela liberação dos parafusos laterais (figura 5). Nesta perfuração foi inserida a resina composta de acordo com o sistema adesivo utilizado.

6.2.4 Ensaio de Resistência ao Cisalhamento

Após a confecção dos corpos de prova, estes foram armazenados em estufa Heraeus (Alemanha) a 37°C com umidade relativa do ar de 100%, durante 24 horas. Decorrido este período, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal (Otto Wolpert Werke, Ludyigshafen, Alemanha) a uma velocidade de 6 mm/minuto. Para isso os corpos de prova foram posicionados em uma luva metálica, com 20,5 mm de diâmetro interno por 20 mm de altura, fixada ao mordente superior da máquina de ensaio.

No mordente inferior da máquina foi fixada uma tira metálica de aço, com 10 cm de comprimento e espessura de 5 mm, formando uma alça que envolvia o cilindro confeccionado em compósito, aderido à superfície da porcelana, para fazer o esforço de tração (figura 6). A resistência de união ao cisalhamento foi calculada com a seguinte fórmula:

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

Onde: RC é a resistência ao cisalhamento; F, a força aplicada; e A, a área de união.

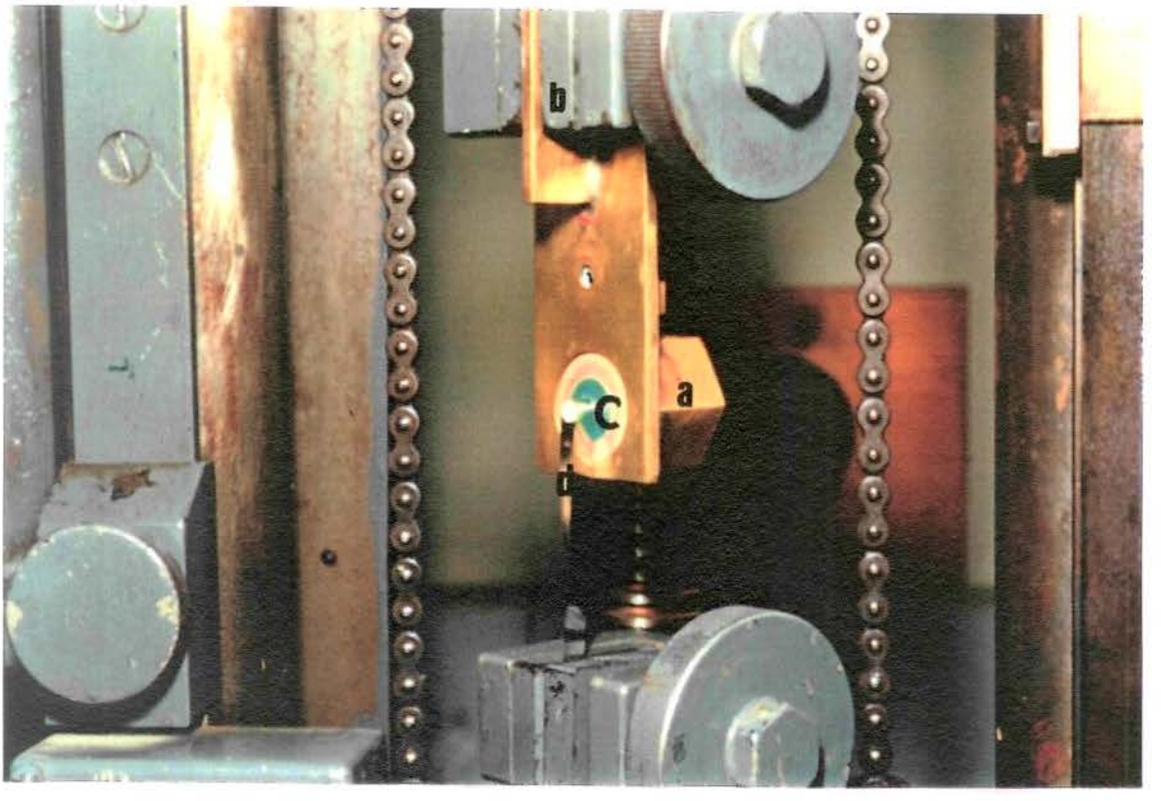


FIGURA 6 - Corpo de prova posicionado para o ensaio de cisalhamento. (a) luva metálica; (b) mordente da máquina de ensaio universal; (c) corpo de prova; (d) matriz metálica.

6.2.5 Análise Microscópica

6.2.5.1 Análise por Microscopia Óptica

Após os ensaios de resistência ao cisalhamento a superfície das amostras foram examinadas com auxílio de uma Lupa Estereoscópica Carl Zeiss (Carl Zeiss do Brasil), em aumentos de 16 e 25x, para determinar o padrão de fratura na interface porcelana-resina composta. A fratura foi classificada como adesiva, quando o rompimento da união acontecia na interface porcelana-resina composta, não havendo fratura do cilindro de resina ou da amostra de porcelana; fratura coesiva, quando a interface porcelana-resina composta permanecia unida, havendo

rompimento da resina ou da própria estrutura de porcelana; e fratura mista, parte adesiva e parte coesiva.

6.2.5.2 Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura

Foram selecionadas através da Lupa Estereoscópica Carl Zeiss, amostras representativas de cada padrão de fratura dos corpos de prova submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento, para análise e documentação em um Microscópio Eletrônico de Varredura (ZEISS DS M 960, Germany).

Foram confeccionadas quatro amostras adicionais de porcelana (Duceran N) como descrito no item 6.2.1 e divididas aleatoriamente em quatro grupos. Cada uma das amostras foi condicionada, respectivamente, com os ácidos Scotchbond Etchant (ácido maleico a 10%), Porcelain Etch Gel (ácido fluorídrico a 9,6%) e Flúor Etchant (ácido fluorídrico a 10%). A amostra restante não sofreu condicionamento ácido, sendo abrasionada com ponta diamantada e considerada como controle. A seguir, as amostras foram revestidas com ligas de ouro - paládio sob alto vácuo (Balzers-SCD 050 sputter coater, Germany) para observação em Microscópio Eletrônico de Varredura (Zeiss DSM 960, Germany).

RESULTADOS

7. RESULTADOS

7.1. Ensaio de Resistência ao Cisalhamento

Os valores originais obtidos nos ensaios de resistência ao cisalhamento na união resina composta-porcelana, com os diferentes grupos, descritos na tabela II, estão dispostos no apêndice (tabelas VII a XI).

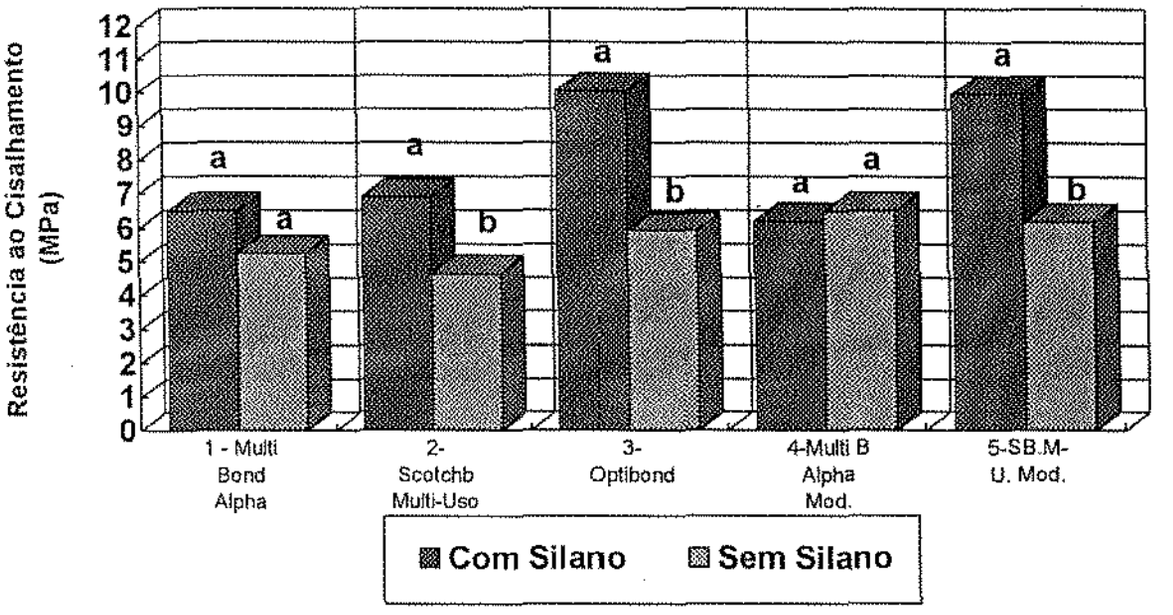
Os valores foram submetidos à análise de variância com esquema fatorial: fator produto (grupos 1, 2, 3, 4 e 5), fator tratamento (com silano e sem silano) e a interação produto x tratamento. Para atender as pressuposições da análise de variância os valores originais foram transformados para raiz quadrada de x, sendo o valor de K igual a zero. Constatada a existência de diferença estatisticamente significante na análise de variância, os valores médios foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e estão apresentados na tabela III e ilustrados nas figuras 7 a 10.

TABELA III - Médias da resistência ao cisalhamento da união resina composta-porcelana obtidas nos diferentes grupos experimentais (MPa).

MATERIAL	GRUPO	TRATAMENTO	
		COM SILANO	SEM SILANO
Multi Bond Alpha	1	6,52 a (0,41)	5,26 a (0,20)
Scotchbond Multi Uso	2	6,94 a (0,37)	4,65 b (0,31)
Optibond Multi Use	3	10,08 a (1,03)	5,94 b (0,42)
Multi Bond Alpha Modificado	4	6,24 a (0,36)	6,53 a (0,34)
Scotchbond Multi Uso Modificado	5	9,99 a (0,92)	6,21 b (0,40)

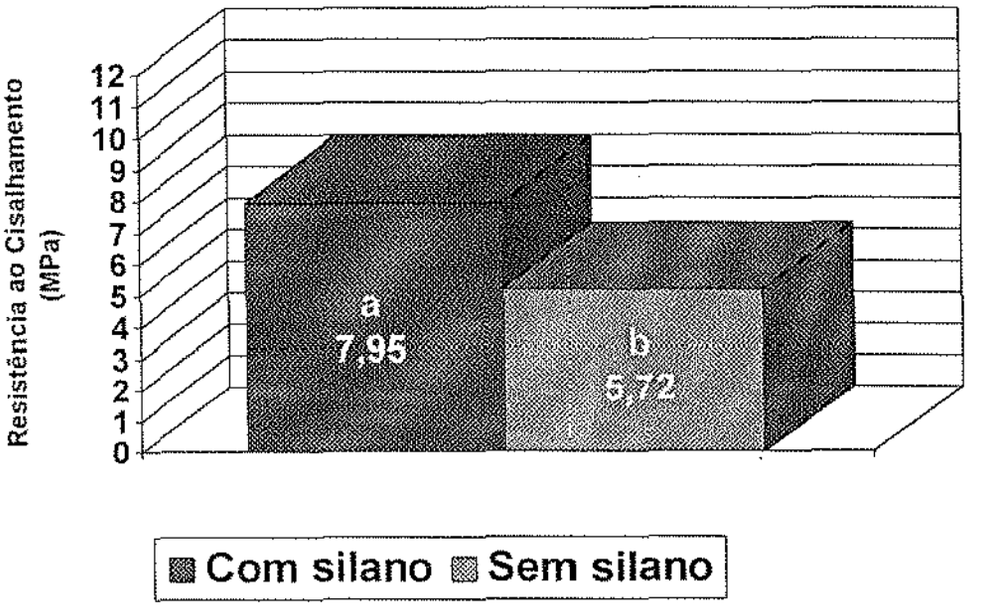
D.M.S. 5% = 1.51786 ( ) Desvio Padrão da Média

Médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.



Barras seguidas por letras distintas diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY. As letras só são válidas para barras unidas graficamente

FIGURA 7 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência na união porcelana - resina composta nos cinco grupos experimentais.



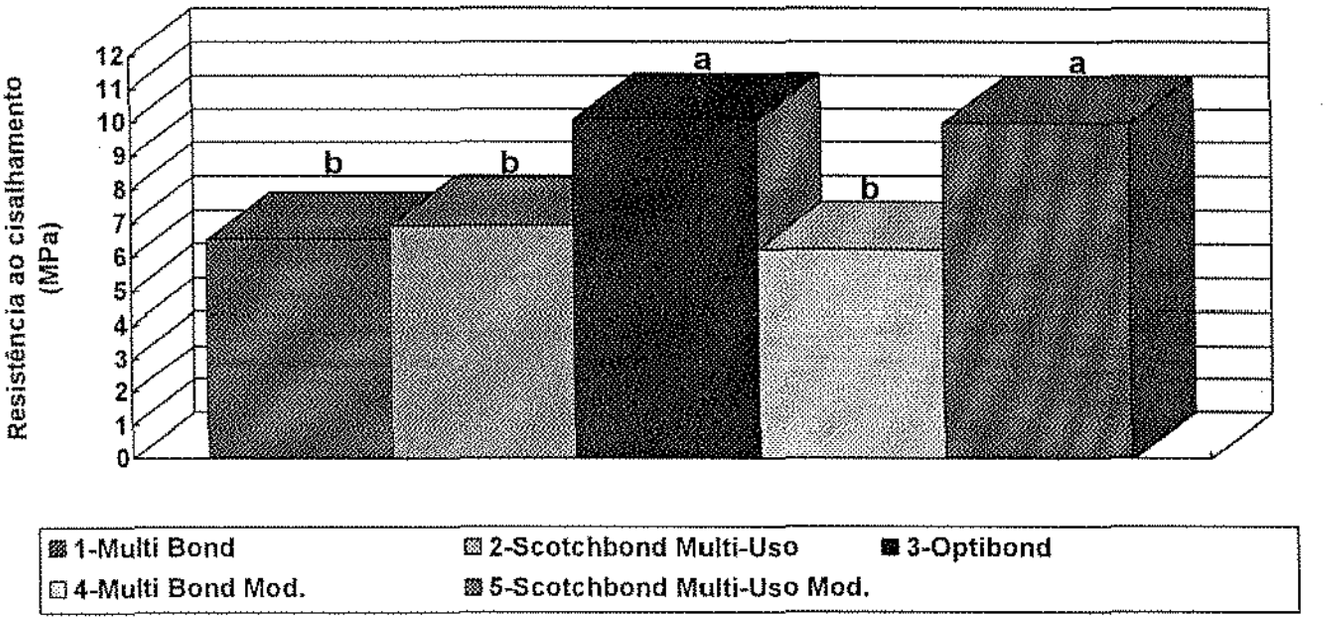
Médias seguidas por letras distintas diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de TUKEY.

FIGURA 8 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência da união porcelana - resina composta, para o tratamento com e sem silano, independente do sistema adesivo e do condicionamento ácido utilizado.

TABELA IV - Médias de resistência ao cisalhamento da união resina composta-porcelana obtidas nos diferentes grupos experimentais, com a utilização dos agentes de silanização (MPa).

MATERIAL	GRUPO	TRATAMENTO COM SILANO
Multi Bond Alpha	1	6,52 b (0,41)
Scotchbond Multi Uso	2	6,94 b (0,37)
Optibond Multi Use	3	10,08 a (1,03)
Multi Bond Alpha Modificado	4	6,24 b (0,36)
Scotchbond Multi Uso Modificado	5	9,99 a (0,92)

( ) Desvio Padrão da Média
Médias seguidas por letras distintas diferem a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.



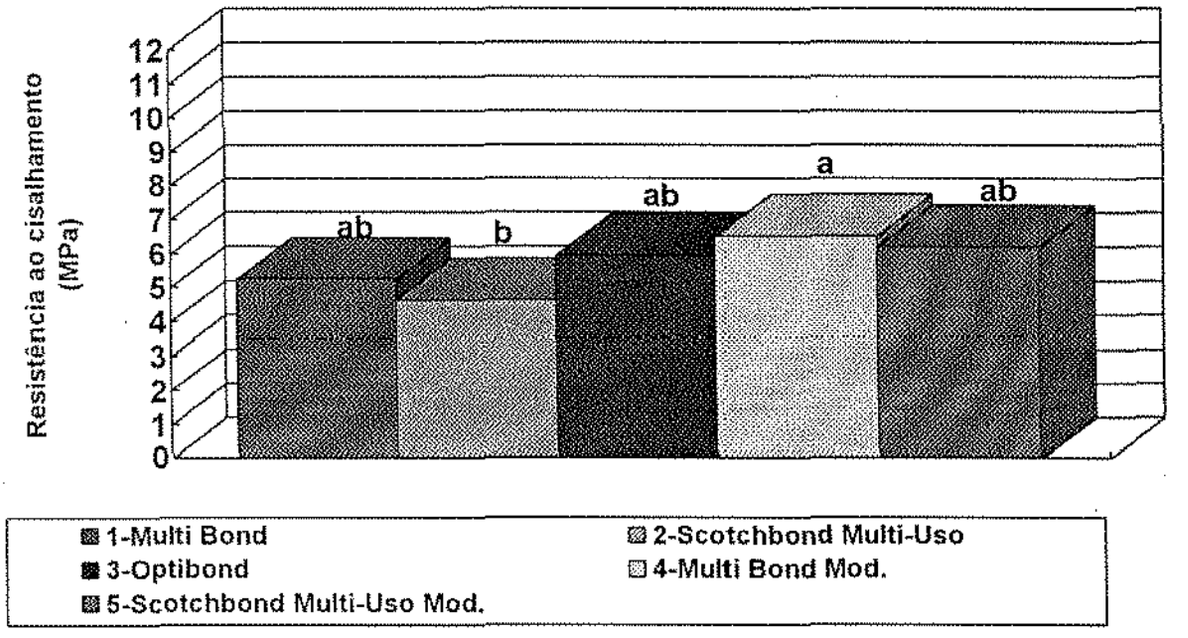
Barras seguidas por letras distintas diferem ao nível de 5%.

FIGURA 9 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência da união porcelana - resina composta, nos cinco grupos experimentais, com a utilização do agente de silanização

TABELA V - Médias da resistência da união resina-composta porcelana, obtidas nos diferentes grupos experimentais, sem a utilização dos agentes de silanização (MPa).

MATERIAL	GRUPO	TRATAMENTO SEM SILANO
Multi Bond Alpha	1	5,26 ab (0,20)
Scotchbond Multi Uso	2	4,65 b (0,31)
Optibond Multi Use	3	5,94 ab (0,42)
Multi Bond Alpha Modificado	4	6,53 a (0,34)
Scotchbond Multi Uso Modificado	5	6,21 ab (0,40)

( ) Desvio Padrão da Média
Médias seguidas por letras distintas diferem a nível de 5% de probabilidade, pelo teste de TUKEY.



Barras seguidas por letras distintas diferem ao nível de 5%.

FIGURA 10 - Ilustração gráfica dos valores médios de resistência da união porcelana - resina composta, nos cinco grupos experimentais, sem a utilização do agente de silanização.

7.2 Análise Microscópica

7.2.1 Microscopia Óptica

Após os testes de resistência ao cisalhamento, a superfície das amostras de porcelana foram examinadas em uma lupa estereoscópica Carl Zeiss (Carl Zeiss do Brasil SA), com 16 e 25 aumentos, para determinar o tipo de fratura de cada amostra. Os resultados estão apresentados na tabela VI.

TABELA VI - Padrão de fratura dos corpos de prova na interface porcelana-resina composta.

MATERIAIS	TRATAMENTO	ADESIVAS	COESIVAS	MISTAS
1- Multi Bond Alpha	Com Silano	2	5	3
	Sem Silano	1	4	5
2- Scotchbond	Com Silano	1	4	5
Multi-Uso	Sem Silano	8	-	2
3- Optibond	Com Silano	-	10	-
Multi-Use	Sem Silano	-	8	2
4- Multi Bond	Com Silano	-	7	3
Alpha Modificado	Sem Silano	-	8	2
5- Scotchbond	Com Silano	-	9	1
Multi-Uso Modificado	Sem Silano	-	9	1

7.2.1 Microscopia Eletrônica de Varredura

As fotomicrografias obtidas nas amostras representativas dos tipos de fraturas estão ilustradas nas figuras 11 a 16. O aspecto morfológico das superficies de porcelana, após os respectivos tratamentos, estão ilustradas nas figuras 17 a 20.

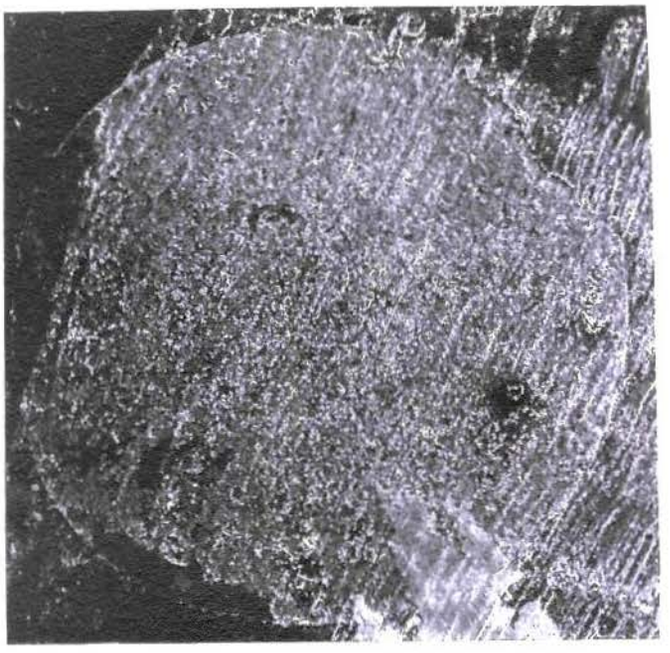


FIGURA 11 - Aspecto morfológico de uma fratura do tipo adesiva na amostra de porcelana (20x).

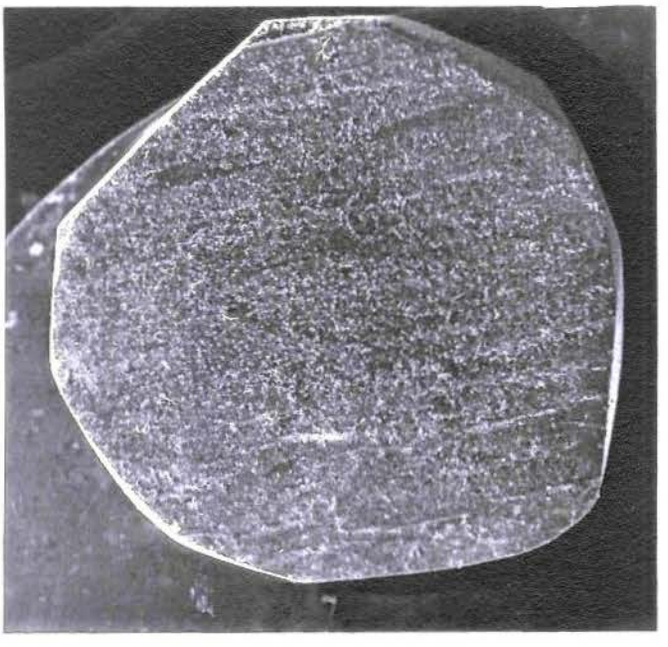


FIGURA 12 - Aspecto morfológico da superficie de resina composta, caracterizando um padrão de fratura do tipo adesiva (20x).

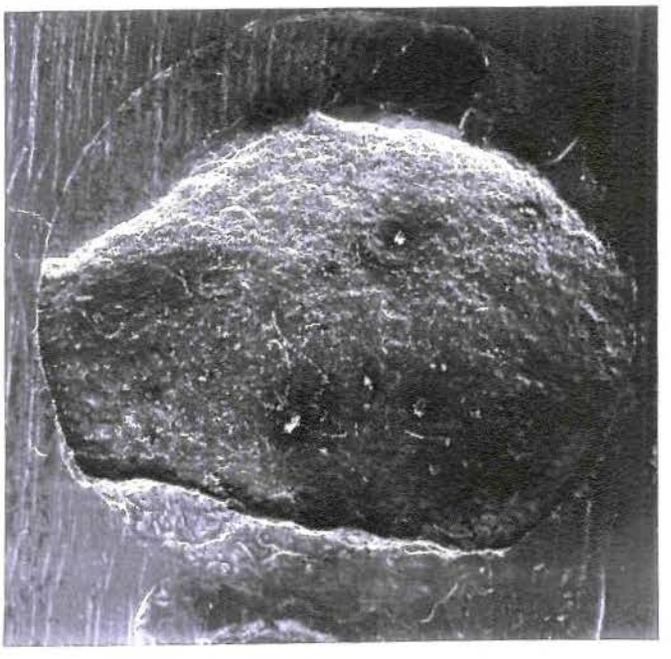


FIGURA 13 - Aspecto morfológico de uma fratura do tipo coesiva, na amostra de porcelana (20x).

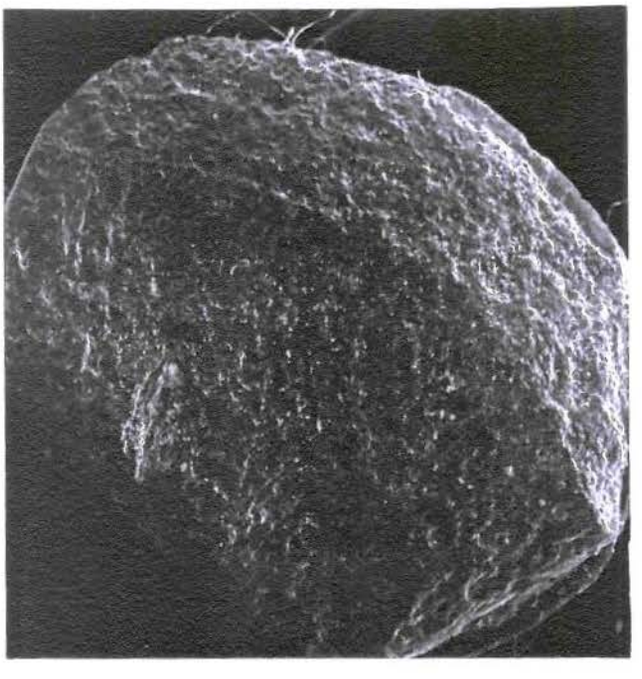


FIGURA 14 - Aspecto morfológico da superficie do cilindro de resina composta caracterizando uma fratura do tipo coesiva (20x).

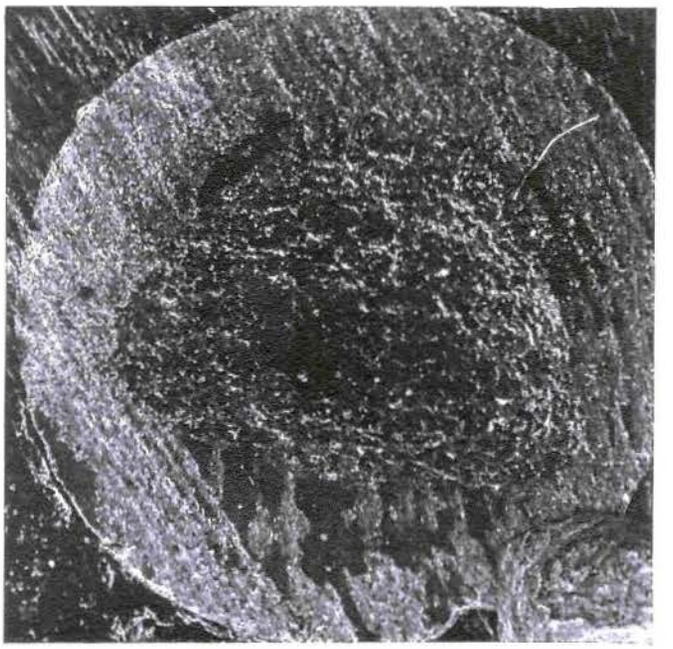


FIGURA 15 - Aspecto morfológico de uma fratura do tipo mista, na amostra de porcelana (20x).

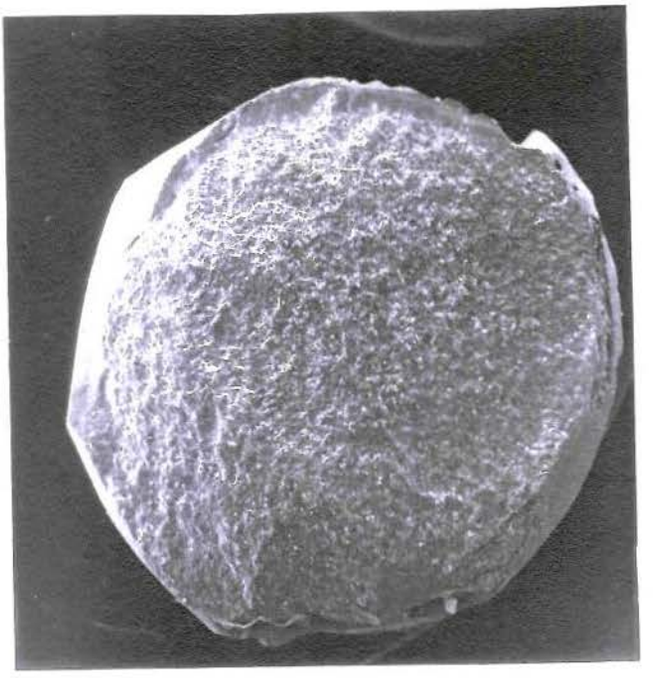


FIGURA 16 - Aspecto morfológico de resina composta caracterizando uma fratura do tipo mista (20x).

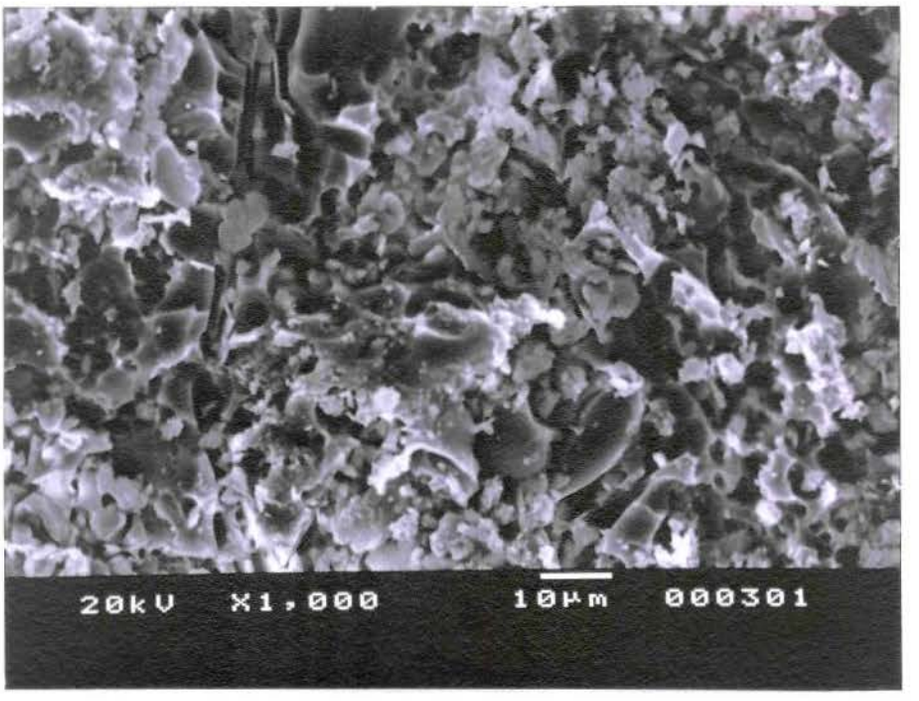


FIGURA 17 - Aspecto morfológico da superfície da amostra de porcelana abrasionada com ponta diamantada - controle - (x 1000).

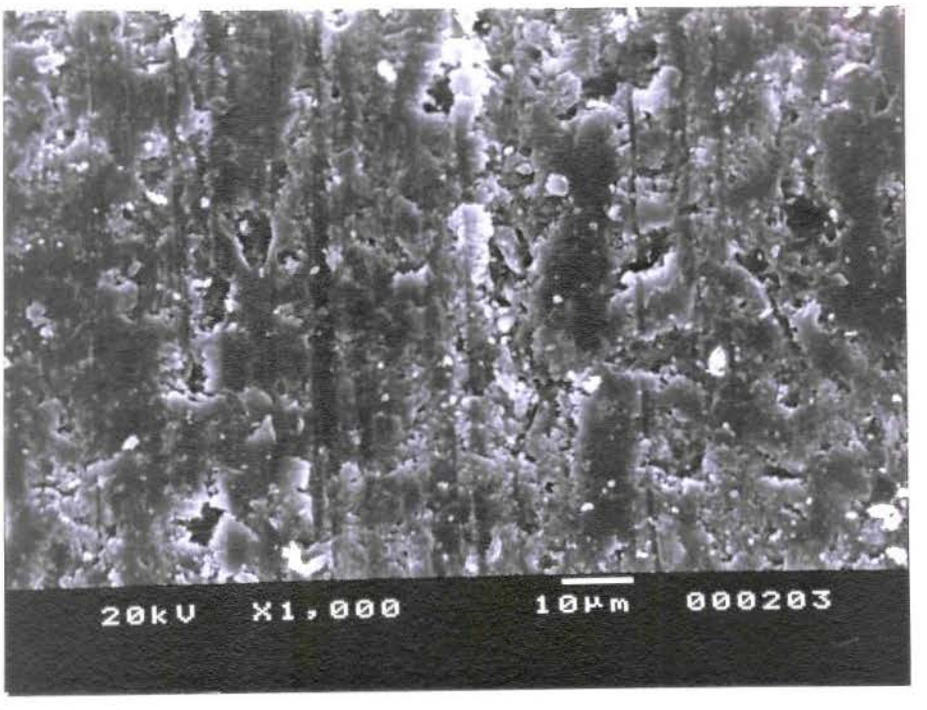


FIGURA 18 - Aspecto morfológico da superfície da amostra de porcelana condicionada durante 15 segundos com o ácido maleico (x 1000).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

8. DISCUSSÃO

O reparo de uma restauração de cerâmica envolve um grande número de variáveis a serem consideradas, tais como a extensão da fratura, sua localização, a posição do dente, a exposição ou não do metal. [7,16] No entanto, o sucesso clínico deste procedimento, também está na dependência de fatores, como o selamento marginal e a força de união entre o material restaurador e a cerâmica.

De acordo com SORENSEN et al.,[40] e THOMAS et al.,[43] o processo de silanização da superfície de porcelana não exerce influência sobre a resistência de união à resina composta. No presente trabalho, somente o agente Silano do sistema Multi Bond Alpha, não foi capaz de aumentar de forma significativa a resistência da união porcelana-resina composta (tabela III). No entanto, estes autores não informam quais as possíveis causas da ineficiência dos agentes de silanização testados. Como os resultados de nosso estudo demonstraram que a efetividade destes produtos podem variar de acordo com a marca comercial, e apartir do conhecimento que a composição básica dos silanos é semelhante (gamamethacryloxipropyltrimethoxysilano)[5], podemos supor que a efetividade deste agente de silanização possa estar comprometida pela forma de armazenagem em decorrência da instabilidade química do produto.[13,16,19,33,]

O'KRAY et al.,[34] PRATT et al.,[36] LU et al.,[26] também realizaram avaliações com o objetivo de determinar a resistência ao cisalhamento da interface porcelana-resina composta. Estes autores, verificaram a ocorrência de um aumento significante na resistência desta união, quando foram utilizados sistemas adesivos associados aos silanos Scothprimer Ceramic Primer e Porcelain Repair Primer. STOKES et al.,[42] e LACY et al.,[24], estudaram a resistência ao cisalhamento da interface porcelana-resina composta, utilizando o silano Scothprimer Ceramic Primer e também verificaram a eficiência deste material no aumento da resistência de união.

Nos ensaios de resistência ao cisalhamento realizados neste estudo, observamos que os agentes de silanização Scothprimer Ceramic Primer e Porcelain Repair Primer, aumentaram significantemente a resistência de união na interface porcelana-resina composta, ao serem utilizados com os respectivos sistemas adesivos, Scotchbond Multi-Uso e Optibond Multi-Use. Na comparação estatística dos resultados obtidos com estes sistemas, quando foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes, encontramos diferença significante entre os valores

médios de resistência de união observados com o Scothprimer Ceramic Primer (6,94 MPa) e o Porcelain Repair Primer (10,08 MPa).

Entretanto, BAILEY, em 1989,[4] ao comparar a resistência de união de 4 organosilanos, entre eles o Porcelain Repair Primer e o Scothprimer Ceramic Primer, não observou diferença estatisticamente significante entre estes produtos. Porém, este autor não informa qual o tipo de condicionamento ácido utilizado na superfície das amostras de porcelana.

Na situação do nosso estudo, atribuímos a diferença encontrada nos valores de resistência de união da interface porcelana-resina composta, para estes silanos, ao tipo de condicionador ácido utilizado com os sistemas adesivos. Pois, o Sistema Scotchbond Multi-Uso indica a aplicação do ácido maleico na superfície da porcelana durante 15 segundos e de acordo com a observação da figura 18, que ilustra o aspecto morfológico de uma amostra de porcelana condicionada com o ácido maleico (Scotchbond Etchant), verificamos apenas a existência de irregularidades provocadas pelo processo de abrasionamento com lixas, não havendo uma alteração significativa na morfologia superficial da amostra de porcelana.

Enquanto isso, com a modificação nos procedimentos de união com o Sistema Scotchbond Multi-Uso, pela introdução do condicionamento superficial da porcelana com o Fluor Etchant (ácido fluorídrico a 10%) durante 4 minutos, observamos um aumento significante nos valores de resistência de união, com a utilização do silano Scothprimer Ceramic Primer (9,99 MPa), neste caso, não diferindo estatisticamente do sistema Optibond Multi-Use associado ao Porcelain Repair Primer (10,08 MPa).

A explicação destes resultados pode ser entendida pela análise da figura 20, que ilustra o aspecto morfológico da superfície da amostra de porcelana condicionada com o Fluor Etchant, onde verificamos que este ácido altera de forma significante a morfologia superficial da porcelana, proporcionando um aumento na área de superfície, em função da formação de profundas irregularidades pela remoção de fases da composição do material, e de acordo com SIMONSEN & CALAMIA,[39] isso determinará um aumento na capacidade de umedecimento da porcelana por parte do silano, além de uma melhora na retenção micromecânica da resina composta.

Desta forma, nossos resultados, corroboram com estudos anteriores no sentido de demonstrar evidências da existência de uma união química do silano a estrutura da porcelana (figura 8). Entretanto, segundo GOES,[17] tal mecanismo de união, não é totalmente conhecido, e a

explicação da adesão química tem sido baseada em interpretação de evidências. Algumas hipóteses para essa união podem ser sugeridas, como a de ligação do silano as superficies, através de adsorção fisica, ligação por pontes de hidrogênio, ou ligações covalentes com remoção de água, o que de acordo com IBSEN et al.,[22] e MORENA et al,[30] poderá eliminar a formação de microfendas, prevenindo o fenômeno de hidrólise e dessa forma, auxiliando a manutenção da estabilidade da união.

DIAZ-ARNOLD et al.,[13] afirma em seu estudo que a resistência ao cisalhamento obtida com o Scothprimer Ceramic Primer é clinicamente satisfatória, baseado no fato de que as falhas da união porcelana-resina composta, localizam-se na própria porcelana, o que ocorreria em função de uma resistência de união da interface superior a própria resistência coesiva da porcelana.

A análise do padrão de fratura da interface dos corpos de prova do grupo 1, sistema Multi Bond Alpha, não apresentou diferenças significativas na distribuição dos tipos de fratura (tabela V), o que pode ser explicado pela semelhança nos valores de resistência de união entre os corpos de prova tratados ou não com o agente Silano. A ocorrência de fraturas coesivas (9) e mistas (8) independentemente da aplicação do silano, pode ser atribuída a utilização do condicionador Porcelain Etch Gel (ácido fluorídrico a 9,6%) durante o período de 2 minutos. Pois, a observação da figura 19, demonstra a efetividade deste condicionador em promover um aspecto alveolar e uniforme na amostra de porcelana, caracterizando uma superficie microrretentiva.

Os corpos de prova do grupo 4, com ou sem a aplicação do agente Silano, apresentaram um predominio de fraturas coesivas da porcelana (15) em relação as falhas do tipo mistas (5), e ainda, a ausência de falhas adesivas na união porcelana-resina composta. Estas amostras foram condicionadas com o Fluor Etchant (ácido fluorídrico a 10%) durante 4 minutos. Como podemos verificar pela figura 20, o efeito deste ácido é bastante severo, provocando um aspecto superficial bastante irregular com extensas e profundas porosidades. Entretanto, não houve aumento significantemente na resistência de união, quando comparado ao grupo 1, em que foi utilizado o condicionamento com o ácido Porcelain Etch Gel, durante 2 minutos.

Apartir disso, é possível supor que o tempo de condicionamento com o ácido fluorídrico em concentrações próximas a 10%, não seja um fator determinante na resistência de união porcelana-resina composta, ao contrário do relato de SIMONSEN e CALAMIA,[39] mas de acordo com o estudo de LACY et al,[24] onde o aumento no tempo de condicionamento com ácido

fluorídrico, sem a utilização de um silano, não proporcionou resultados superiores aos obtidos pela porcelana abrasionada com pontas diamantadas ou lixas.

Confirmando esta hipótese, a observação da figura 17, nos sugere uma morfologia microrretentiva quando da utilização de uma ponta diamantada na superfície da porcelana. No entanto, percebe-se pela comparação com as figuras 19 e 20, que o aspecto superficial está mascarado pela deposição de debris provenientes da ação da ponta de diamante.

A análise do padrão de fratura dos corpos de prova do grupo 2, no qual foi utilizado o sistema Scotchbond Multi-Uso, e aplicado o silano Scotchprimer Ceramic Primer, mostra um predomínio de falhas coesivas (4) e mistas (5) da união, para um valor médio de resistência ao cisalhamento de 6,94 MPa. A média mais baixa de força de união foi obtida nos corpos de prova deste sistema, em que não foram aplicados o silano (4,65 MPa), da mesma forma, foi observada a maior ocorrência de fraturas adesivas na interface porcelana-resina composta (8).

O padrão de fratura observado nos corpos de prova dos grupos 3 e 5, Optibond Multi-Use e Scotchbond Multi-Uso, respectivamente, foi predominantemente do tipo coesivo, independente da aplicação dos silanos. Este resultado é atribuído a utilização do condicionador Fluor Etchant (ácido fluorídrico a 10 %) aplicado com os dois sistemas.

Pela observação da figura 20, verificamos na fotomicrografia uma profunda alteração do padrão morfológico da superfície da porcelana, aparentando uma textura altamente rugosa pela formação de numerosas e profundas porosidades. Provavelmente, como descrito anteriormente, a aplicação deste ácido removeu uma grande quantidade de fases cristalinas da composição da porcelana, provocando um enfraquecimento superficial da cerâmica, o que poderia explicar o grande numero de fraturas coesivas nas amostras destes grupos.

A ocorrência de fraturas coesivas da porcelana em ensaios de resistência de união na interface com a resina composta é relatado nos trabalhos de APPELDOORN et al.,[3] LACY et al.,[24] LU et al.,[26] MATSUMURA et al.,[27] O'KRAY et al.,[34] e PRATT et al.,.[36]

Os resultados dos cinco grupos de teste, sem a utilização dos silanos, demonstraram diferença significante somente entre o Sistema Scotchbond Multi-Uso e Multi Bond Alpha modificado (tabela V), no entanto, os resultados numéricos dos demais grupos, Multi Bond Alpha, Optibond Multi-Use e Scotchbond Multi-Uso modificado, apesar de não diferirem estatisticamente,

são superiores ao do grupo 2 (Scotchbond Multi-Uso), o que pode ser atribuído ao condicionamento com ácido maleico nas amostras deste grupo.

Estes achados, nos permitem sugerir, que existe pouca diferença nas propriedades dos adesivos destes sistemas, possivelmente porque são indicados para uso universal e baseados em formulações recentes, onde o BIS-GMA é diluído em monômeros hidrofílicos de baixa viscosidade, propiciando uma retenção mecânica efetiva.[21,24,41]

É importante considerar que a união porcelana-resina composta também deverá apresentar uma longevidade adequada, a qual também será dependente, em parte, da estabilidade da união dos silanos com a superfície da porcelana e com a resina composta.[15,42]

Alguns estudos tem demonstrado a manutenção da união porcelana-resina composta ao longo do tempo,[5,8,14,42] no entanto, este fato é controvertido, pois autores como PRATT et al., [36] e THOMAS et al., [43] afirmam que a força da união porcelana-resina composta decresce com a termociclagem e o tempo de armazenamento. Apesar disso, a maior parte da literatura tem demonstrado que, quando a superfície da porcelana é tratada com um silano, a resistência de união mantém-se estável ao longo do tempo.[3,8,13,15,20,26,27,33,34,36,37,41,42]

Em nosso estudo não avaliamos a influência de períodos de armazenamento ou da ciclagem térmica sobre a força de união, no entanto, os valores obtidos podem ser interpretados como satisfatórios. Considerando a efetividade da associação do condicionamento com ácido fluorídrico e aplicação dos silanos, e ainda, a evolução das resinas compostas e dos sistemas adesivos, acreditamos que, falhas em restaurações de porcelana, não envolvendo áreas extensas, e não estando vinculadas a planejamento incorreto, podem receber um reparo como procedimento definitivo.

CONCLUSÃO

9. CONCLUSÃO

Apartir dos resultados obtidos, nos é permitido concluir que:

1. A aplicação dos silanos Scotchprimer Ceramic Primer e Porcelain Repair Primer aumentaram significantemente ($p < 0,05$) a resistência de união da interface porcelana- resina composta;

2. Os maiores valores de resistência de união da interface porcelana-resina composta, foram obtidos com a utilização dos agentes de silanização Scotchprimer Ceramic Primer e Porcelain Repair Primer, associados ao condicionamento com ácido fluorídrico a 10 %;

3. A análise morfológica das superficies de porcelana indicaram um padrão favorável ao imbricamento micromecânico quando utilizados os ácidos Porcelain Etch Gel e Flúor Etchant;

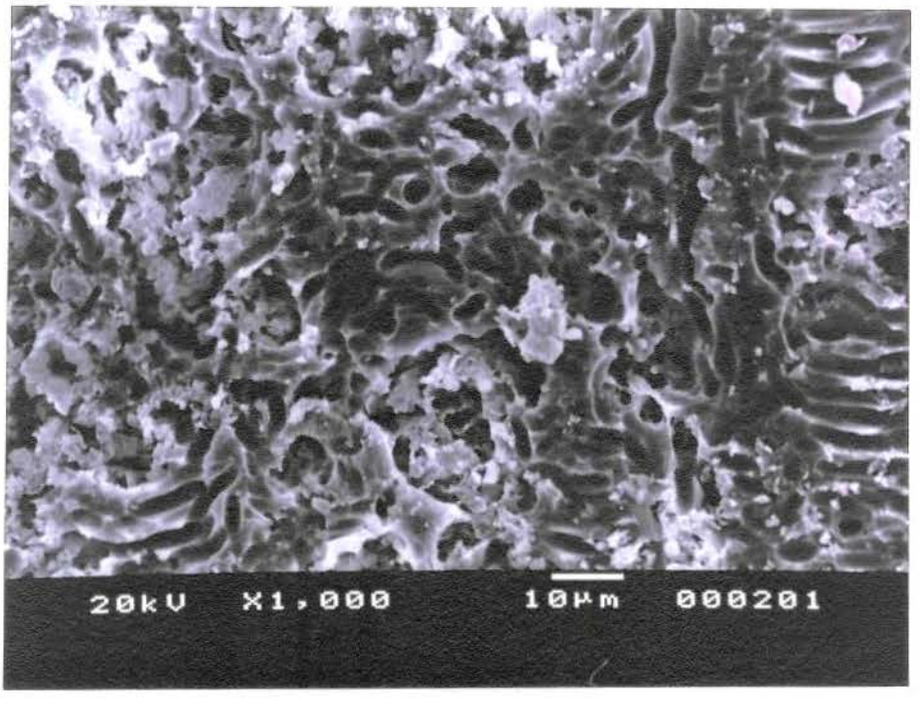


FIGURA 19 - Aspecto morfológico da superficie da amostra de porcelana condicionada durante 2 minutos com o ácido fluorídrico a 9,6 % (x 1000).

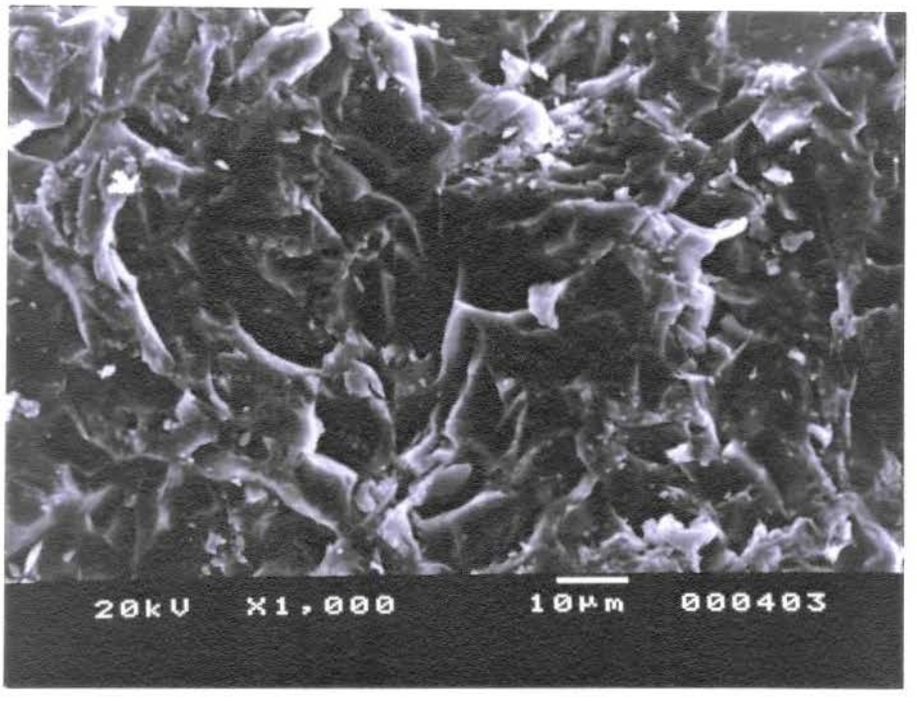


FIGURA 20 - Aspecto morfológico da superficie da amostra de porcelana condicionada durante 4 minutos com o ácido fluorídrico a 10 % (x 1000).

SUMMARY

10. SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the effects of silane and acid etched of composite resin bonded to porcelain using scanning electron microscopy and shear bond strength test. One hundred porcelain samples (Duceram N) were prepared and separated in five groups. Group 1- Multi Bond Alpha (DFL), group 2 - Scotchbond Multi-Uso (3M), group 3 - Optibond Multi-Use (KERR), groups 4 e 5 , Multi Bond Alpha and Scotchbond Multi-Uso change concerning. Half of the samples of each group was treated with concerning silane agents, and the other half remained untreated. According to manufacturers instructions porcelain samples were bonded after the treatment to composite cylinder of 4 mm diameter by 5 mm high. All samples were stored in 37°C for 24 hours before the test. Shear bond strength test were them conducted using Universal machine (Otto Wolpert Werke, Germany) with a cross head speed of 6 mm/ minute. Representative specimens from each group were examined by Scanning electron microscopy. Results mean were group 1 - with silane = 6,52 MPa, no silane = 5,26 MPa, group 2 - with silane = 6,94 MPa, no silane = 4,65 MPa, group 3 - with silane = 10,08 MPa, no silane = 5,94 MPa, group 4 - with silane = 6,24 MPa, no silane = 6,53 MPa and group 5 - with silane = 9,99 MPa, no silane = 6,21 MPa. ANOVA and Tukey's test indicated significant difference with treatment Scotchprimer Ceramic Primer and Porcelain Repair Primer; the highest values were found with Scotchprimer Ceramic Primer and Porcelain Repair Primer associated to 10% fluoridric etched; the surface morphology of porcelain samples was significantly more favorable pattern when etched with Porcelain Etch Gel and Fluor Etchant;

Key Words: Porcelain-Dental Materials, Shear, Dental Resins

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

1. AGRA, C.M., GARÓFALO, C., VIEIRA, G.F. Silano - análise da importância deste material na união química entre porcelana e resina composta. Rev.Âmbito Odont., n.3, p.326-331, 1993.

2. ANUSAVICE, K.J. Recent developments in restorative dental ceramics. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.124, n.2, p.72-82, Feb., 1993.

3. APPELDOORN, R.E., WILWERDING, T.M., BARKMEIER, W.W. Bond strength of composite resin to porcelain repair systems. J. prosth. Dent., St. Louis, v.70, n.1, p.6-11, July, 1993.

4. BAILEY, J.H. Porcelain-to-composite bond strengths using four organosilane materials. J. prosth .Dent., St. Louis, v.61, n.2, p.174-177, Feb. 1989.

5. BAILEY, L.F., BENNET, R.J. DICOR surface treatments for enhanced bonding. J. dent. Res., Chicago, v.67, n.6, p.935-931, June, 1988.

6. BARRETO, M.T., BOTTARO, B.F. A practical approach to porcelain repair. J. prosth. Dent., St. Louis, v.48, n.3, p.349-351, Sept. 1982.

7. BECK, D.A., JANUS, C.E., DOUGLAS, H.B. Shear bond strength of composite resin porcelain repair materials bonded to metal and porcelain. J. prosth. Dent., St. Louis, v.64, n.5, p.529-533, Nov. 1990.

8. BELLO, J.A., et al. Bond strength and microleakage of porcelain repair materials. J. prosth. Dent., St. Louis, v.54, n.6, p.788-791, Dec. 1985.

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

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

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

12. DENT, R.J. Repair of porcelain-fused-to-metal restorations. J. prosth. Dent., St. Louis, v.41, n.6, p.661-664, June, 1979.

13. DIAZ-ARNOLD, A.M. SCHENEIDER, R.L., AQUILINO, S.A. Bond strenghts of intraoral porcelain repair materials. J. prosth. Dent., St. Louis, v.61, n.3, p.305-309, Mar. 1989.

14. EAMES, W.B., et al. Bonding agents for repairing porcelain and gold: an evaluation. Operative. Dent., Seattle, v.2, n.2, p.118-124, Summer, 1977.

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

15.EAMES, W.B., ROGERS, L.B. Porcelains repairs: retention after one year. Operative. Dent., Seattle, v.4 n.2, p.75-77, Spring, 1979.

16.FERRANDO, J.M.P. et al.. Tensile strength and microleakage of porcelain repair materials. J. prosth. Dent., St.Louis, v.50, n.1, p.44-50, July, 1983.

17.GOES, M.F. Caracterização e tratamento superficial de partículas inorgânicas para uso em compósitos dentais. FAP - fase I/89 - 311.2 Relatório final, março de 1991

18.GROSSMAN, ADAIR, Apud ANUSAVICE K.J., op.cit. ref. 2.

19.HIGHTON, R.M., CAPUTO, A.A., MATYAS, J. Effectiveness of porcelain repair systems. J. prosth Dent., St.Louis, v.42, n.3, p.292-294, Sept, 1979.

20.HAYAKAWA, T., et al. The influence of surface and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. Dent. Mater., Washington, v.8, p.238-240, July, 1992

21.HONDRUM, S.O. A review of the strength properties of dental ceramics. J. prosth. Dent., St. Louis, v.67, n.6, p.859-865, June, 1992.

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

23.JONES, D.W. Development of dental ceramics. Dent. Clinics. North. Am., Philadelphia, v.29, n.4, p.621-645, Oct.1985.

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

25.LLOBEL, A., et al. Fatigue life of porcelain repair systems. Int. J .prosthod., Illinois, v.5, n.3, p.205-213, Mar., 1992.

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

27.MATSUMURA, H., et al. A new porcelain repair systems with a silane coupler, ferric chloride, and adhesive opaque resin. J. dent. Res., Chicago, v. 68, n.5, p.813-818, May, 1989.

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

29._____., Ceramics in clinical dentistry. Br. dent. J., London, v.164, n.5, p.187-194, Mar, 1988.

30.MORENA, R., et al. Fatigue of dental ceramics in a simulated oral environment. J. dent. Res., Chicago, v.65, n.7, p.993-997, July, 1986.

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

32.NEWBURG, R., PARMEIJER, C.H. Composite resins bonded to porcelain with silane solution. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.96, n.2, p.288-291, Feb. 1978

33.NOWLIN, T.P., BARGHI, N., NORLING, B.K. Evaluation of the bonding of three porcelain repair systems. J. prosth. Dent., St. Louis, v.46, n.5, p.516-518, Nov. 1981.

34.O'KRAY, K., SUCHAK, A.J., STANFORD, J.W. Shear strength of porcelain repair materials. J. dent. Res., Chicago, v.66, p.207, 1987 [Abstract, 805].

35.PAFFENBARGER, G.C., SWEENEY, W.T., BOWEN, R.L. Bonding porcelain teeth to acrylic resins denture bases. J. Am. dent. Ass., v.74, n.5, p.1018-1023, Apr, 1967.

36.PRATT, R.C., et al. Evaluation of bond strength of six porcelain repair systems. J. prosth. Dent., St. Louis, v.62, n.1, p.11-13, Jul. 1989.

37.RADA, R.E. Intraoral repair of metal ceramic restorations. J. prosth. Dent., St. Louis, v.65, n.3, p.348-350, Mar. 1991.

38.SHERRIL, C.A., O'BRIEN W.J. Transverse strength of aluminous and feldspathic porcelain. J. dent. Res., Chicago, v.53, p.683-690, 1974.

39.SIMONSEN, R.J., CALAMIA, J.R. Tensile bond strength of etched porcelain. J. dent. Res., Chicago, v.62, p.297, 1983 [abstract,1154].

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

41.STANGEL, I., NATHANSON, D., HSU, C.S. Shear strenght of the composite bond to etched porcelain. J. dent. Res., Chicago, v.66, n.9, p.1460-1465, Sept. 1987.

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

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

APÊNDICE

12. APÊNDICE

TABELA VII - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana -resina composta com o sistema adesivo MULTI BOND ALPHA (MPa).

MATERIAL	Com Silano	Sem silano
	7,84	5,64
	6,11	5,88
	8,07	4,86
	5,56	4,54
	5,72	5,88
	7,99	6,19
	5,09	4,39
	5,25	4,93
	8,15	5,56
	5,40	4,78

TABELA VIII - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana-resina composta com o sistema adesivo SCOTCHBOND MULTI-USO (MPa).

MATERIAL	Com Silano	Sem Silano
	5,17	5,40
	6,19	5,72
	4,86	4,07
	7,44	6,42
	7,84	4,46
	7,52	3,60
	7,60	3,29
	8,46	5,09
	7,76	3,84
	6,58	4,62

TABELA IX - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana-resina composta com o sistema adesivo OPTBOND MULTI USE (MPa).

MATERIAL	Com Silano	Sem Silano
	9,09	5,64
	8,54	4,62
	9,32	6,11
	5,56	5,17
	14,89	4,78
	9,72	8,38
	8,15	5,40
	15,13	5,17
	7,13	8,31
	13,32	5,80

TABELA X - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana - resina composta com o sistema adesivo MULTI BOND ALPHA MODIFICADO (MPa).

MATERIAL	Com Silano	Sem Silano
	8,62	7,68
	5,48	5,33
	6,89	7,13
	5,95	7,76
	7,68	5,80
	5,40	5,25
	5,33	7,84
	6,27	5,17
	5,25	6,25
	5,56	7,05

TABELA XI - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união porcelana-resina composta com o sistema adesivo SCOTCHBOND MULTI-USO MODIFICADO (MPa).

MATERIAL	Com Silano	Sem Silano
	7,68	8,62
	7,52	8,31
	11,13	5,33
	9,40	5,17
	11,91	6,19
	7,76	6,35
	14,11	5,09
	7,44	5,01
	15,13	6,11
	7,84	5,95

```
!         SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA          !
!  Autores: Elio Paulo Zonta  -  Amauri Almeida Machado    !
!        Instituto Agronomico de Campinas - I A C          !
!        ANALISE DA VARIAVEL  - ARQUIVO: JFTESE            !
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

NOME DOS FATORES

FATOR	NOME
A	PRODUTO
B	TRATAMEN

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
PRODUTO	4	103.0352604	25.7588151	8.6561	0.00004
TRATAMEN	1	124.9890221	124.9890221	42.0017	0.00001
PRO*TRA	4	66.5587234	16.6396808	5.5917	0.00070
RESIDUO	90	267.8225615	2.9758062		
TOTAL	99	562.4055674			

MEDIA GERAL = 6.841184

COEFICIENTE DE VARIACAO = 25.216 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	5	SCOTBOEX	20	8.106560	8.106560	a	A
2	3	OPTIBONF	20	8.012480	8.012480	a	A
3	4	MULTBOEX	20	6.389600	6.389600	b	AB
4	1	MULTBONF	20	5.895680	5.895680	b	B
5	2	SCOTBONF	20	5.801600	5.801600	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 1.51786 - D.M.S. 1% = 1.82741

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PRODUTO
DENTRO DE SILANO DO FATOR TRATAMEN

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	OPTIBONF	10	10.082240	10.082240	a	A
2	5	SCOTBOEX	10	9.996001	9.996001	a	A
3	2	SCOTBONF	10	6.946240	6.946240	b	B
4	1	MULTBONF	10	6.522880	6.522880	b	B
5	4	MULTBOEX	10	6.248480	6.248480	b	B

DENTRO DE SEMSILAN DO FATOR TRATAMEN

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	4	MULTBOEX	10	6.530721	6.530721	a	A
2	5	SCOTBOEX	10	6.217120	6.217120	a	A
3	3	OPTIBONF	10	5.942720	5.942720	a	A
4	1	MULTBONF	10	5.268480	5.268480	a	A
5	2	SCOTBONF	10	4.656960	4.656960	a	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 2.14658 - D.M.S. 1% = 2.58435

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	50	7.959168	7.959168	a	A
2	2	SEMSILAN	50	5.723200	5.723200	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.68492 - D.M.S. 1% = 0.90631

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE MULTBONF DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	6.522880	6.522880	a	A
2	2	SEMSILAN	10	5.268480	5.268480	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE SCOTBONF DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	6.946240	6.946240	a	A
2	2	SEMSILAN	10	4.656960	4.656960	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE OPTIBONF DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	10.082240	10.082240	a	A
2	2	SEMSILAN	10	5.942720	5.942720	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE MULTBOEX DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	SEMSILAN	10	6.530721	6.530721	a	A
2	1	SILANO	10	6.248480	6.248480	a	A

DENTRO DE SCOTROEI DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	9.996001	9.996001	a	A
2	2	SEMSILAN	10	6.217120	6.217120	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 1.53152 - D.M.S. 1% = 2.02657

```
**************************************************************
*          SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA           *
*  Autores: Elio Paulo Zonta  -  Amauri Almeida Machado      *
*        Instituto Agronomico de Campinas - I A C            *
*          ANALISE DA VARIAVEL  - ARQUIVO: JFTESE            *
**************************************************************
```

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

TRANSFORMACAO DAS OBSERVACOES SEGUNDO RAIZ(X + 0)

NOME DOS FATORES

FATOR	NOME
A	PRODUTO
B	TRATAMEN

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
PRODUTO	4	3.2039779	0.8009945	9.1192	0.00003
TRATAMEN	1	4.1524245	4.1524245	47.2749	0.00001
PRO*TRA	4	1.9879150	0.4969787	5.6581	0.00065
RESIDUO	90	7.9052104	0.0878357		
TOTAL	99	17.2495279			

MEDIA GERAL = 2.582380

COEFICIENTE DE VARIACAO = 11.477 %

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	5	SCOTBOEX	20	2.807792	7.883699	a	A
2	3	OPTIBONF	20	2.781506	7.736774	a	A
3	4	MULTBOEX	20	2.519149	6.346112	b	AB
4	1	MULTBONF	20	2.417006	5.841920	b	B
5	2	SCOTBONF	20	2.386448	5.695136	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.26077 - D.M.S. 1% = 0.31396

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PRODUTO
DENTRO DE SILANO DO FATOR TRATAMEN

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	3	OPTIBONF	10	3.138067	9.847462	a	A
2	5	SCOTBOEX	10	3.133274	9.817404	a	A
3	2	SCOTBONF	10	2.626041	6.896092	b	B
4	1	MULTBONF	10	2.542472	6.464166	b	B
5	4	MULTBOEX	10	2.490920	6.204682	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE PRODUTO
DENTRO DE SEMSILAN DO FATOR TRATAMEN

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	4	MULTBOEX	10	2.547378	6.489135	a	A
2	5	SCOTBOEX	10	2.482311	6.161869	ab	A
3	3	OPTIBONF	10	2.424945	5.880358	ab	A
4	1	MULTBONF	10	2.291541	5.251158	ab	A
5	2	SCOTBONF	10	2.146856	4.608990	b	A

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.36879 - D.M.S. 1% = 0.44400

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	50	2.786155	7.762658	a	A
2	2	SEMSILAN	50	2.378606	5.657767	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.11767 - D.M.S. 1% = 0.15571

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE MULTBONF DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	2.542472	6.464166	a	A
2	2	SEMSILAN	10	2.291541	5.251158	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE SCOTBONF DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	2.626041	6.896092	a	A
2	2	SEMSILAN	10	2.146856	4.608990	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE OPTIBONF DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	3.138067	9.847462	a	A
2	2	SEMSILAN	10	2.424945	5.880358	b	B

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE MULTBOEX DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	2	SEMSILAN	10	2.547378	6.489135	a	A
2	1	SILANO	10	2.490920	6.204682	a	A

TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE TRATAMEN
DENTRO DE SCOTBOEX DO FATOR PRODUTO

NUM.ORDEM	NUM.TRAT.	NOME	NUM.REPET.	MEDIAS	MEDIAS ORIGINAIS	5%	1%
1	1	SILANO	10	3.133274	9.817404	a	A
2	2	SEMSILAN	10	2.482311	6.161869	b	B

MEDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NIVEL DE SIGNIFICANCIA INDICADO
D.M.S. 5% = 0.26312 - D.M.S. 1% = 0.34817

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!       SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA                  !
!  Autores: Elio Paulo Zonta  -  Amauri Almeida Machado          !
!        Instituto Agronomico de Campinas - I A C                !
!       CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE                !
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL MULTBONF DO FATOR PRODUTO E NIVEL SILANO DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	5.096000
VALOR MAX.	8.153600
AMPLITUDE	3.057600
TOTAL	65.228798
MEDIA	6.522880
VARIANCIA	1.731690
D.PADRAO	1.315937
D.P.MEDIA	0.416136
COEF.VAR.%	20.174173
COEF.ASSIM.	0.296875
COEF. CURT.	1.241843
MEDIANA	5.919200
QUARTIL INF	5.409600
QUARTIL SUP	7.996800
IC 5% L.S.	7.463347
IC 5% L.I.	5.582413
IC 1% L.S.	7.875321
IC 1% L.I.	5.170439

SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA

Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado

Instituto Agronomico de Campinas - I A C

CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL MULTBONF DO FATOR PRODUTO E NIVEL SENSILAN DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	4.390400
VALOR MAX.	6.193600
AMPLITUDE	1.803200
TOTAL	52.684799
MEDIA	5.268480
VARIANCIA	0.404034
D.PADRAO	0.635637
D.P.MEDIA	0.201006
COEF.VAR.%	12.064903
COEF.ASSIM.	0.026582
COEF. CURT.	1.512872
MEDIANA	5.252800
QUARTIL INF	4.782400
QUARTIL SUP	5.880000
IC 5% L.S.	5.722754
IC 5% L.I.	4.814207
IC 1% L.S.	5.921750
IC 1% L.I.	4.615211

! SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA !
! Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado !
! Instituto Agronomico de Campinas - I A C !
! CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE !
!!

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL SCOTBONF DO FATOR PRODUTO E NIVEL SILANO DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	4.860800
VALOR MAX.	8.467200
AMPLITUDE	3.606401
TOTAL	69.462402
MEDIA	6.946240
VARIANCIA	1.442666
D.PADRAO	1.201110
D.P.MEDIA	0.379824
COEF.VAR.%	17.291519
COEF.ASSIM.	-0.657240
COEF. CURT.	2.129760
MEDIANA	7.487200
QUARTIL INF	6.193600
QUARTIL SUP	7.761600
IC 5% L.S.	7.804643
IC 5% L.I.	6.087837
IC 1% L.S.	8.180670
IC 1% L.I.	5.711811

SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA

Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado

Instituto Agronomico de Campinas - I A C

CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL SCOTRONF DO FATOR PRODUTO E NIVEL SENSILAN DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	3.292800
VALOR MAX.	6.428800
AMPLITUDE	3.136000
TOTAL	46.569599
MEDIA	4.656960
VARIANCIA	1.004211
D.PADRAO	1.002103
D.P.MEDIA	0.316893
COEF.VAR.%	21.518400
COEF.ASSIM.	0.330951
COEF. CURT.	2.049877
MEDIANA	4.547200
QUARTIL INF	3.841600
QUARTIL SUP	5.409600
IC 5% L.S.	5.373138
IC 5% L.I.	3.940782
IC 1% L.S.	5.686862
IC 1% L.I.	3.627058

```
!          SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA          !
!  Autores: Elio Paulo Zonta  -  Amauri Almeida Machado     !
!        Instituto Agronomico de Campinas - I A C           !
!       CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE           !
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL OPTIBONF DO FATOR PRODUTO E NIVEL SILANO DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	5.488000
VALOR MAX.	15.131200
AMPLITUDE	9.643200
TOTAL	100.822403
MEDIA	10.082240
VARIANCIA	10.749923
D.PADRAO	3.278708
D.P.MEDIA	1.036818
COEF.VAR.%	32.519634
COEF.ASSIM.	0.463960
COEF. CURT.	1.965191
MEDIANA	9.212000
QUARTIL INF	8.153600
QUARTIL SUP	13.328000
IC 5% L.S.	12.425449
IC 5% L.I.	7.739031
IC 1% L.S.	13.451900
IC 1% L.I.	6.712581

SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA

Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado

Instituto Agronomico de Campinas - I A C

CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL OPTIBONF DO FATOR PRODUTO E NIVEL SEMSILAN DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	4.625600
VALOR MAX.	8.388800
AMPLITUDE	3.763200
TOTAL	59.427200
MEDIA	5.942720
VARIANCIA	1.808182
D.PADRAO	1.344687
D.P.MEDIA	0.425227
COEF.VAR.%	22.627459
COEF.ASSIM.	1.106878
COEF. CURT.	2.750250
MEDIANA	5.527200
QUARTIL INF	5.174400
QUARTIL SUP	6.115200
IC 5% L.S.	6.903733
IC 5% L.I.	4.981707
IC 1% L.S.	7.324709
IC 1% L.I.	4.560731

! SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA !
! Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado !
! Instituto Agronomico de Campinas - I A C !
! CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE !
!!!

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL MULTBOEX DO FATOR PRODUTO E NIVEL SILANO DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	5.252800
VALOR MAX.	8.624000
AMPLITUDE	3.371200
TOTAL	62.484798
MEDIA	6.248480
VARIANCIA	1.309968
D.PADRAO	1.144538
D.P.MEDIA	0.361935
COEF.VAR.%	18.317068
COEF.ASSIM.	1.054838
COEF. CURT.	2.806162
MEDIANA	5.762400
QUARTIL INF	5.409600
QUARTIL SUP	6.899200
IC 5% L.S.	7.066453
IC 5% L.I.	5.430507
IC 1% L.S.	7.424768
IC 1% L.I.	5.072192

SAEG: SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA

Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado

Instituto Agronomico de Campinas - I A C

CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL MULTROEX DO FATOR PRODUTO E NIVEL SEMSILAN DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	5.174400
VALOR MAX.	7.840000
AMPLITUDE	2.665600
TOTAL	65.307198
MEDIA	6.530720
VARIANCIA	1.189769
D.PADRAO	1.090765
D.P.MEDIA	0.344930
COEF.VAR.%	16.702070
COEF.ASSIM.	-0.063893
COEF. CURT.	1.361902
MEDIANA	6.664000
QUARTIL INF	5.331200
QUARTIL SUP	7.683200
IC 5% L.S.	7.310262
IC 5% L.I.	5.751177
IC 1% L.S.	7.651743
IC 1% L.I.	5.409697

! SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA !
! Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado !
! Instituto Agronomico de Campinas - I A C !
! CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE !
!!

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL SCOTBOEX DO FATOR PRODUTO E NIVEL SILANO DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	7.448000
VALOR MAX.	15.131200
AMPLITUDE	7.683200
TOTAL	99.959999
MEDIA	9.996000
VARIANCIA	8.468936
D.PADRAO	2.910143
D.P.MEDIA	0.920268
COEF.VAR.%	29.113079
COEF.ASSIM.	0.704974
COEF. CURT.	1.983454
MEDIANA	8.624001
QUARTIL INF	7.683200
QUARTIL SUP	11.916800
IC 5% L.S.	12.075807
IC 5% L.I.	7.916194
IC 1% L.S.	12.986872
IC 1% L.I.	7.005129

SANEST - SISTEMA DE ANALISE ESTATISTICA

Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado

Instituto Agronomico de Campinas - I A C

CALCULO DE ESTATISTICAS - ARQUIVO: JFTESE.

CODIGO DO PROJETO:

RESPONSAVEL:

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

OBSERVACOES NAO TRANSFORMADAS

ANALISE FIXANDO O NIVEL SCOTBOEX DO FATOR PRODUTO E NIVEL SEMSILAN DO FATOR TRATAMEN

ESTATISTICAS	
NUM. OBS.	10
VALOR MIN.	5.017600
VALOR MAX.	8.624000
AMPLITUDE	3.606400
TOTAL	62.171200
MEDIA	6.217120
VARIANCIA	1.648712
D.PADRAO	1.284022
D.P.MEDIA	0.406043
COEF.VAR.%	20.653000
COEF.ASSIM.	- 1.003339
COEF. CURT.	2.643908
MEDIANA	6.036800
QUARTIL INF	5.174400
QUARTIL SUP	6.350400
IC 5% L.S.	7.134778
IC 5% L.I.	5.299462
IC 1% L.S.	7.536761
IC 1% L.I.	4.897479