

MARILSON DONDONI

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL E DA  
CICLAGEM MECÂNICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO  
CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E  
RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZAVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da PUCRS, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Materiais Dentários.

Orientadora: Prof. Dra. Luciana Mayumi Hirakata

Porto Alegre

2011

**Dados Internacionais de  
Catalogação na Publicação (CIP)**

D679i Dondoni, Marilson  
Influência do tratamento superficial e da ciclagem mecânica na resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica Feldspática e resina composta Fotopolimerizável / Marilson Dondoni. – Porto Alegre, 2011.  
49 f.

Diss. (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Pós-Graduação em Odontologia, Área de concentração em Materiais Dentários, PUCRS.

Orientador: Prof. Dra. Luciana Mayumi Hirakata.

1. Cerâmica Dentária. 2. Materiais Cerâmicos (Resistência dos Materiais). 3. Resistência dos Materiais (Odontologia). 4. Fratura de Cerâmica. 5. Materiais Dentários. I. Hirakata, Luciana Mayumi. II. Título.

CDD 617.675

**Bibliotecário Responsável**  
Ginamara Lima Jacques Pinto  
CRB 10/1204

Dedico este trabalho à minha esposa, Renata,  
por toda a paciência e todo o estímulo, meus  
agradecimentos por ter se privado de minha  
companhia neste período de estudos, concedendo  
a mim a oportunidade de realizar esta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida e por ter iluminado o meu caminho durante esta caminhada.

Aos grandes responsáveis pela minha formação: Minha mãe, Maria, e meu pai, Nelson (*in memoriam*), exemplos de honestidade e de uma vida de trabalho.

À minha irmã, Lenara e ao meu cunhado, Diego, grandes incentivadores dessa importante conquista.

Ao meu tio Paulo, exemplo profissional, agradeço por todos os ensinamentos e por toda a ajuda desde o dia que vim morar em Porto Alegre.

À família da minha esposa, por sempre ter me recebido de braços abertos e por todo o incentivo.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Luciana Hirakata, por toda ajuda e por todo o apoio.

Ao Prof. Dr. Eduardo Mota e ao Prof. Dr. Hugo Oshima, pela amizade, pelos ensinamentos e por toda a colaboração.

Aos colegas de mestrado, de modo especial os colegas Adriano e Henrique, pela amizade e trocas de experiências.

A Faculdade de Odontologia da PUCRS, onde com orgulho realizei toda a minha formação acadêmica, de maneira especial ao seu diretor e amigo Prof. Marcos Túlio Mazzini de Carvalho por todo o apoio no meu retorno a esta casa.

Aos colegas de graduação: Jacson, Marne e Regênio, grandes amigos e incentivadores.

Ao supervisor da odontologia da Central Médica Carlos Chagas, Dr. Tadeu, além de chefe e colega um grande amigo agradeço por ter sido a primeira pessoa a me oferecer uma oportunidade de trabalho.

À Central Médica Carlos Chagas, de modo especial ao diretor presidente, Dr. Gildo e ao assistente de diretoria Sr. Antônio por sempre terem me apoiado nas mudanças de horários para tornar possível a realização dos meus estudos.

A todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização desta conquista meu muito obrigado.

“O verdadeiro homem mede a sua força,  
quando se defronta com o obstáculo.”  
(Antoine de Saint-Exupéry)

## RESUMO

A cerâmica é o material restaurador com melhores propriedades estéticas utilizado na odontologia. Associada a estética, outras inúmeras propriedades tornam esse material consagrado na odontologia restauradora. Porém, a cerâmica possui como limitação um alto potencial de fratura. A substituição total de uma restauração fraturada muitas vezes é inviável, principalmente quando a prótese está bem adaptada e a fratura não é extensa. Com isso, pode-se lançar mão de reparar a superfície da cerâmica fraturada intra-oralmente com resina composta fotopolimerizável. Este estudo teve o objetivo de avaliar a influência do tratamento superficial e da ciclagem mecânica na resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável. Os tratamentos superficiais utilizados foram: asperização com ponta damantada, condicionamento ácido, jateamento com óxido de alumínio e associação de jateamento com condicionamento ácido. Concluiu-se que para um índice de confiança de 95%, tanto os tratamentos superficiais utilizados, assim como a ciclagem mecânica, não exerceram influência na resistência de união entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável.

**Palavras-chave:** Reparo em Cerâmica. Fratura de Cerâmica. Ciclagem Mecânica.

***INFLUENCE OF SURFACE TREATMENT AND MECHANICAL CYCLING ON  
SHEAR BOND STRENGTH BETWEEN FELDSPATHIC PORCELAIN AND  
COMPOSITE RESIN***

**ABSTRACT**

Ceramic is the best restorative material properties used in cosmetic dentistry. Associated with a esthetics, numerous other properties make this material embodied in restorative dentistry. However, the ceramic has a high potential as a limitation of fracture. Total replacement of a fractured restoration is often impossible, especially when the prosthesis is well adapted and the fracture is not extensive. Thus, one can resort to repair the fractured ceramic surface intra-orally with composite resin. This study aimed to evaluate the influence of surface treatment and mechanical cycling on shear bond strength between feldspathic porcelain and composite resin. The surface treatments used were tipped Damant roughening, etching, blasting with aluminum oxide or the combination of sandblasting etching. It was concluded that for an index of 95%, both surface treatments used and mechanical cycling did not influence the bond strength between feldspathic porcelain and composite resin.

**Keywords:** Ceramic Repair. Ceramic Fracture, Mechanical Cycling.

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO</b> .....	08
<b>2 ARTIGO: “INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZAVEL”</b> .....	11
<b>3 ARTIGO: “INFLUÊNCIA DA CICLAGEM MECÂNICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZÁVEL”</b> .....	26
<b>4 DISCUSSÃO GERAL</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>ANEXOS</b> .....	45
ANEXO A - Carta de Aprovação da Comissão Científica e Ética.....	46
ANEXO B - Carta de Submissão do Artigo 1.....	47
ANEXO C - Carta de Submissão do Artigo 2 .....	48

## 1 APRESENTAÇÃO

A cerâmica odontológica ou porcelana é considerada o material restaurador estético mais durável. Associada a estética, outras propriedades justificam seu emprego: biocompatibilidade, insolubilidade nos fluidos bucais, boa resistência a abrasão, compressão e estabilidade dimensional (PHILIHPS, 1993).

Entretanto, as cerâmicas odontológicas possuem como limitação o fato de serem materiais frágeis em razão de sua alta dureza, o que as tornam suscetíveis a fraturas (LEIBROCK *et al.*, 1999).

As falhas em próteses fixas que envolvem o uso de cerâmica podem ser de origem biológica ou mecânica. Quando não são consideradas causas biológicas como cárie e envolvimento periodontal, o maior problema envolvido na longevidade destas restaurações é a fratura da porcelana.

As falhas mecânicas podem ser causadas por diversos fatores, tais como: impacto, fadiga, forças oclusais, diferença entre o coeficiente de expansão térmica do metal da infra-estrutura e da cerâmica, uso de metal com baixo módulo de elasticidade, desenho do casquete, defeitos internos ou contaminação da liga, excessiva espessura da cerâmica e preparo dental incorreto (KUSSANO *et al.*, 2003; YNOCOGLU, 2004; GALIATSATOS, 2005).

Esses fatores podem causar fraturas porque a porcelana não suporta tensões de tração que são causadas pela deformação plástica (PHILHPS, 1993; ALBAKRY *et al.*, 2003).

A substituição total da restauração fraturada muitas vezes é inviável, do ponto de vista econômico, estético ou biológico, principalmente quando a prótese está bem adaptada e a fratura não é extensa. Com isso, pode-se lançar mão de reparar a superfície da cerâmica fraturada intra oralmente com resina composta fotopolimerizável, aumentando a longevidade clínica, pois evita ou adia a substituição da peça protética (HASELTON *et al.*, 2001).

O sucesso clínico de um reparo em cerâmica irá depender de uma efetiva união entre a resina composta e a cerâmica, sendo necessário para isso realizar tratamentos mecânico e químico na superfície da porcelana fraturada.

O responsável pela união física é o tratamento da superfície da peça, que tem o objetivo de criar microrretenções para que esta possa receber o adesivo. Isto é

obtido de forma satisfatória: asperização com pontas diamantadas (JOCHEN; CAPUTO, 1977; SULIMAN, 1993), abrasão com óxido de alumínio (BERKSUN; SAGLAM, 1994; GOLDSTEIN; WHITE, 1995) e condicionamento superficial com ácido hidrofúorídrico (LLOBELL *et al.*, 1992).

A união química é proporcionada pelo silano, que une à matriz orgânica do adesivo à cerâmica através das ligações de silício-oxigênio. O silano exerce grande influência na adesão entre resina e cerâmica, pois, cria uma união estável reagindo com os grupos (OH)<sup>-</sup> da cerâmica promovendo uma ligação covalente com os polímeros resinosos (HAKAYAMA *et al.*; 1992; GOLDSTEIN; WHITE, 1995; SZEPEL *et al.*, 2000; SARACOGLU *et al.*, 2004).

O sucesso do reparo efetuado pode ser avaliado pela sua longevidade, que é dependente de uma efetiva união entre porcelana e resina composta, e está diretamente relacionado a fatores que envolvem o tratamento da superfície da porcelana, pelo jateamento com partículas de óxido de alumínio ou pela asperização com pontas diamantadas (WOLF *et al.*, 1993; SULIMAN *et al.*, 1993) o condicionamento químico da superfície da porcelana, o tipo e a concentração de ácido utilizados no condicionamento e o tempo de aplicação (EDRIS *et al.*, 1990; FONSECA *et al.*, 1998; MELLO; SILVA, 2002; SILVA e SOUZA *et al.*, 2003), a ação dos silanos e o tipo de sistema adesivo utilizado (AIDA *et al.*, 1995; VAN DER VYVER *et al.*, 1996).

A resistência mecânica é um teste importante para prever o sucesso clínico das restaurações dentais (ANUSAVICE, 1998).

A fadiga é descrita na literatura como um fenômeno no qual as características dos materiais se modificam com o tempo sobre condições constantes. A ciclagem mecânica pode simular as condições de estresse mastigatório, permitindo a previsão da resistência mecânica de restaurações em seu uso clínico (WHITE *et al.*, 1994).

Na cavidade bucal, as forças aplicadas sobre os materiais desenvolvem ciclagem de impulsos mecânicos que podem ser simulados por ciclagem mecânica, que tende a se aproximar das condições fisiológicas geradas pelo ciclo mastigatório (ITINHOUCHE *et al.*, 2004).

Dessa forma, considerando as inúmeras possibilidades de tratamentos superficiais para reparos em cerâmicas com resina composta fotopolimerizável e tentando verificar a previsibilidade desses reparos, o presente trabalho teve como

objetivo avaliar o efeito dos diferentes tratamentos superficiais (asperização com pontas diamantadas, condicionamento ácido, jateamento com óxido de alumínio e associação de mais de um tratamento) e da ciclagem mecânica na resistência de união ao cisalhamento entre porcelana feldspática e a resina composta fotopolimerizável.

**2 ARTIGO: “INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZAVEL”**

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZAVEL**

***INFLUENCE OF SURFACE TREATMENT ON SHEAR BOND STRENGTH BETWEEN FELDSPATHIC PORCELAIN AND COMPOSITE RESIN***

Marilson Dondoni\*

Luciana Mayumi Hirakata\*\*

**RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar a influência do tratamento superficial da cerâmica na resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável. **Metodologia:** Quarenta discos de cerâmica EX- 3, Noritake, com 6mm de diâmetro e 4mm de espessura foram incluídos no centro de um tubo de pvc com 20mm de diâmetro e 20mm de espessura com resina acrílica, deixando a cerâmica exposta em uma das superfícies. A superfície foi polida e posteriormente a cerâmica foi asperizada com ponta diamantada. Após as amostras foram divididas em 4 grupos (n=10) de acordo com os tratamentos superficiais: Grupo controle: sem tratamento; Grupo I: condicionamento com ácido fluorídrico a 10%; Grupo II: jateamento com óxido de alumínio (50µm) e Grupo III: jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico 10%. Após o tratamento, foi aplicado em todas as amostras uma camada de silano (Dentsply) e posteriormente

---

\* Aluno do curso de mestrado em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

\*\* Professora, doutora, do departamento de Materiais dentários da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

de adesivo (Scotchbond-Adhesive, 3M ESPE). Após a fotopolimerização do adesivo, na superfície da cerâmica foi confeccionada, com o auxílio de uma matriz de PTFE (poli tetra flúor etileno), uma restauração com resina composta (Filtek Z350, 3M ESPE) com 2mm de diâmetro e 3mm de espessura. Os corpos de prova foram levados a um maquina de ensaio universal e submetidos a teste de cisalhamento com velocidade de 0,5mm por minuto e célula de carga de 50kgf. **Resultados:** Os grupos apresentaram as seguintes médias e desvio padrão: G controle =  $25,0120 \pm 8,8318$  MPa; GI =  $28,7540 \pm 12,8330$  MPa; GII =  $27,5990 \pm 12,0605$  MPa; GIII =  $27,6960 \pm 8,8551$  MPa. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), não sendo verificada diferença estatística entre os grupos para um índice de confiança de 95% ( $p=0,884$ ). **Conclusão:** Os tratamentos superficiais utilizados neste estudo: asperização com ponta diamantada, condicionamento ácido, jateamento com óxido de alumínio e associação de jateamento com condicionamento ácido, não apresentaram diferença estatística para resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável ( $p<0,005$ ).

**Palavras-chave:** Reparo em Cerâmica. Fratura de Cerâmica.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the influence of ceramic surface treatment on shear bond strength between feldspathic porcelain and composite resin. **Methods:** Forty ceramic discs EX-3, Noritake, 6mm in diameter and 4mm in height were included in the center of a pvc pipe with a diameter of 20mm and 20mm high with acrylic resin, leaving the ceramic exposed to one surface. The surface was polished and later pottery was roughened with a diamond. After the samples were divided into four groups ( $n = 10$ ) according to surface treatments: Control group: no treatment, Group I: etching with hydrofluoric acid 10%, Group II: aluminum oxide sandblasting ( $50\mu\text{m}$ ) and Group III: air abrasion with aluminum oxide and hydrofluoric acid 10%. After treatment was applied in all samples a layer of silane (Dentsply) and subsequently adhesive (Scotchbond-Adhesive, 3M ESPE). After curing the adhesive, the ceramic

surface was fabricated with the aid of a matrix of PTFE, a restoration with composite resin (Filtek Z350, 3M ESPE) with 2mm diameter and 3mm in height. The specimens were taken to a universal testing machine and subjected to shear test speed of 0.5 mm per minute and a load cell of 50 kgf. **Results:** Both groups showed the following mean and standard deviation: G control =  $25.0120 \pm 8.8318$  MPa, GI =  $28.7540 \pm 12.8330$  MPa, GII =  $27.5990 \pm 12.0605$  MPa; GIII =  $27, 6960 \pm 8.8551$  MPa. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA), with no statistical difference between groups for an index of 95% ( $p = 0.884$ ). **Conclusion:** The surface treatments used in this study, roughening with a diamond, etching, blasting with aluminum oxide or the combination of sandblasting etching, showed no statistical difference in shear bond strength between ceramic and composite resin fedspática ( $p < 0.005$ ).

**Keywords:** Ceramic Repair. Ceramic Fracture.

## INTRODUÇÃO

As próteses fixas confeccionadas em cerâmica são uma das principais alternativas para a substituição de elementos dentários faltantes não só pela sua estética, mas também pelas inúmeras características que tornam esse material consagrado na pratica da odontologia restauradora.

Como a confecção dessas restaurações envolve tempo e honorários, espera-se um resultado favorável em longo prazo. Desta forma, um dos parâmetros que deve ser considerado para o sucesso deste tipo de tratamento, entre tantos, é a sua longevidade.

As falhas em próteses fixas que envolvem o uso de cerâmica podem ser de origem biológica ou mecânica. Quando não são consideradas causas biológicas como cárie e envolvimento periodontal, o maior problema envolvido na longevidade destas restaurações é a fratura da porcelana.

De acordo com Phillips<sup>1</sup>, a cerâmica odontológica é considerada o material restaurador estético com maior longevidade. Além da estética, outras propriedades justificam seu emprego: biocompatibilidade, insolubilidade nos fluidos bucais,

estabilidade dimensional, boa resistência à abrasão e a compressão. Entretanto, devido a sua alta dureza, as cerâmicas são materiais frágeis possuindo como limitação um alto potencial de fratura<sup>2</sup>.

Segundo Kussano *et al.*<sup>3</sup>, Ynocoglu<sup>4</sup>, Galiatsatos<sup>5</sup>, as falhas mecânicas podem ser causadas por diversos fatores, tais como: impacto, fadiga, forças oclusais, diferença entre o coeficiente de expansão térmica do metal da infraestrutura e da cerâmica, uso de metal com baixo módulo de elasticidade, desenho do casquete, defeitos internos ou contaminação da liga, excessiva espessura da cerâmica e preparo dental incorreto. Esses fatores podem causar fraturas porque a porcelana não suporta tensões de tração que são causadas pela deformação plástica<sup>1, 6</sup>.

A substituição total da restauração fraturada muitas vezes é inviável, do ponto de vista econômico, estético ou biológico, principalmente quando a prótese está bem adaptada e a fratura não é extensa. Com isso, pode-se lançar mão de reparar a superfície da cerâmica fraturada intra oralmente com resina composta fotopolimerizável, aumentando a longevidade clínica, pois evita ou adia a substituição da peça protética<sup>7</sup>.

O sucesso clínico desta técnica irá depender de uma efetiva união entre a resina composta e a cerâmica, sendo necessário para isso realizar tratamentos mecânico e químico na superfície da porcelana fraturada.

O responsável pela união física é o tratamento da superfície da peça, que tem o objetivo de criar microrretenções para que esta possa receber o adesivo. Isto é obtido de forma satisfatória: asperização com pontas diamantadas<sup>8, 9</sup>, abrasão com óxido de alumínio<sup>10, 11</sup>, condicionamento superficial com ácido hidrofúorídrico<sup>12</sup>.

A união química é proporcionada pelo silano, que une à matriz orgânica do adesivo à cerâmica através das ligações de silício-oxigênio. Conforme Goldstein e White<sup>10</sup>, Szep *et al.*<sup>13</sup>, Hakayama *et al.*<sup>14</sup> e Saracoglu *et al.*<sup>15</sup>, o silano exerce grande influência na adesão entre resina e cerâmica, pois, cria uma união estável reagindo com os grupos (OH)<sup>-</sup> da cerâmica promovendo uma ligação covalente com os polímeros resinosos.

O sucesso e a longevidade do reparo efetuado são dependentes da união porcelana/resina, e está diretamente relacionado a fatores que envolvem o tratamento da superfície da porcelana, pelo jateamento com partículas de óxido de alumínio ou pela asperização com pontas diamantadas<sup>9, 16</sup>, o condicionamento

químico da superfície da porcelana, o tipo e a concentração de ácido utilizados no condicionamento e o tempo de aplicação<sup>17, 18, 19, 20</sup>, a ação dos silanos (agente bifuncional) e o tipo de sistema adesivo utilizado<sup>21, 22</sup>.

Dessa forma, considerando as inúmeras possibilidades de tratamentos superficiais para reparos em próteses cerâmicas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos tratamentos superficiais: asperização com pontas diamantadas, condicionamento ácido, jateamento com óxido de alumínio e associações na resistência de união ao cisalhamento entre porcelana feldspática e a resina composta fotopolimerizável.

## **METODOLOGIA**

### **Confeção dos discos de cerâmica**

A partir de uma matriz bipartida de poli tetra flúor etileno (PTFE), foram confeccionados 40 discos de cerâmica feldspática cor B4 (EX- 3, Noritake, Japão) de 6 mm de diâmetro por 4 mm de espessura. A cerâmica foi esculpida na matriz, com o auxílio de um pincel macio e uma espátula. Pequenas porções da mistura pó/líquido foram compactadas no interior da matriz, sobre uma placa de vidro, até seu completo preenchimento. Em seguida, a matriz foi aberta para remoção dos discos e levado ao forno (P 50, Kota Import's, São Paulo, SP, Brasil) para a sinterização com temperaturas iniciando em 600°C com velocidade de aquecimento de 45°C por minuto até atingir a temperatura de 930°C sob vácuo total, conforme instruções do fabricante. Todos os discos de cerâmica foram confeccionados pelo mesmo técnico (Laboratório Kayser Yamada, Porto Alegre, RS, Brasil). Os discos de cerâmica foram incluídos individualmente no centro de um anel de PVC de 20 mm de diâmetro com 20 mm de espessura, utilizando-se resina acrílica autopolimerizável (Dencor, São Paulo, SP, Brasil), manipulada conforme recomendações do fabricante, deixando uma das superfícies da cerâmica exposta e nivelada na parte superior do tubo de PVC. Em seguida, a superfície da porcelana exposta no tubo de PVC foi planificada em uma politriz (DPV-10, Panambra, São Paulo, SP, Brasil) utilizando lixas de carbeto de silício

(# 320, # 600), até se obter uma superfície uniforme e livre de irregularidades. As superfícies planificadas foram lavadas com água corrente durante 30 segundos. As amostras, foram mantidas por 24 horas em estufa de cultura (002 CB, Fanem LTDA, Guarulhos, SP, Brasil) a 37°C em umidade absoluta. Decorrido este tempo, todos os discos de cerâmica tiveram a superfície asperizada com ponta diamantada (FG 3069; KG Sorensen, Barueri, São Paulo, SP, Brasil), em alta rotação (Extra-torque 605 C, Kavo, Joinville, SC, Brasil), aplicada três vezes no mesmo sentido, sob refrigeração, lavagem com água corrente por 30 segundos e secagem com jato de ar por 15 segundos a 1 cm de distância. Após, os discos foram divididos aleatoriamente em 4 grupos e submetidos a diferentes tratamentos químicos e mecânicos.

### **Tratamento superficial dos discos de cerâmica**

Grupo I (n=10): sem tratamento superficial (controle);

Grupo II (n=10): condicionamento com ácido hidrófluorídrico 10% (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), por 2 minutos, lavagem em água corrente por 30 segundos e secagem com jatos de ar a 1 cm de distância pelo tempo de 15 segundos;

Grupo III (n=10): jateamento com óxido de alumínio 50µm de espessura (Microjato, BioArt, São Carlos, SP) por 15 segundos a uma distância de 1 cm, lavagem em água corrente por 30 segundos e secagem com jatos de ar a 1 cm distância pelo tempo de 15 segundos;

Grupo IV (n=10): jateamento com óxido de alumínio 50µm por 15 segundos a uma distância de 1 cm, lavagem em água corrente por 30 segundos e secagem com jatos de ar a 1 cm de distância pelo tempo de 15 segundos, logo após tiveram a superfície condicionada com ácido hidrófluorídrico 10% por 2 minutos, lavagem em água corrente por 30 segundos e secagem com jato de ar a 1 cm de distância pelo tempo de 15 segundos.

## **Confecção do reparo em resina composta**

Todas as amostras receberam aplicação de uma camada de agente união para cerâmica (Silano, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), aplicada de forma ativa com auxílio de um micro-aplicador descartável de tamanho regular (Microbrush Corporation, Grafton, WI, EUA) por 30 segundos e secos com jatos de ar por 10 segundos a 1 cm de distância. Após, foi aplicado com micro-aplicador de tamanho regular uma camada de adesivo (Adper Scotchbond multi-uso – Adhesive, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), fotopolimerizado por 20 segundos utilizando-se fotopolimerizador de luz halógena com potência de  $450 \text{ mW/cm}^2$  (Optilight Plus, Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com a ponta do aparelho permanecendo a 1 cm de distância da cerâmica.

Posteriormente, no centro da cerâmica, foi posicionada uma matriz bipartida de PTFE com 2 mm de diâmetro e 3 mm de espessura e confeccionada uma restauração em resina composta cor A2 (Filtek Z350, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), inseridas em dois incrementos. Cada incremento foi fotopolimerizado por luz halógena  $450 \text{ mW/cm}^2$  de potência com a ponta da lente do aparelho encostada na matriz pelo tempo de 20 segundos. Foi feita aferição inicial do fotopolimerizador e após a confecção de cada 5 corpos de prova com radiômetro Demetron Model 100(Kerr Corporation, Orange, CA, EUA).

Removida a matriz, os corpos de prova foram novamente armazenados por 24 horas em estufa de cultura a  $37^\circ\text{C}$  em umidade absoluta.

## **Testes de Cisalhamento**

Para os testes de cisalhamento foi utilizada a Máquina de Ensaio Universal, modelo DL 2000 (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Os corpos de prova foram posicionados no dispositivo metálico próprio. Os testes foram realizados utilizando-se uma velocidade de 0,5mm por minuto e célula de carga de 50kgf.

## **Análise do Padrão de Fratura**

Após a fratura, os corpos de prova foram observados em uma lupa com 10 vezes de aumento para avaliar se houve falha adesiva ou coesiva.

O padrão de fratura seguiu a seguinte classificação: falha adesiva, falha coesiva da resina, falha coesiva da cerâmica. Os padrões de fratura foram comparados de forma qualitativa apenas para complementar o trabalho.

## **RESULTADOS**

Verificada a normalidade dos resultados de resistência de união ao cisalhamento, utilizando-se o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ( $\alpha=0,01$ ) os dados foram considerados provenientes. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância de (ANOVA), na qual não foi encontrada diferença estatisticamente significativa para um índice de confiança de 95% ( $p=0,884$ ).

A tabela 1 apresenta os resultados, média e desvio padrão, obtidos após os testes de de cisalhamento.

A tabela 2 mostra o número do tipo de falhas ocorridas em cada grupo, sendo consideradas falhas: adesivas, coesivas da porcelana e coesivas da resina composta.

## **DISCUSSÃO**

De acordo com os resultados obtidos e analisados, os diferentes tipos de tratamentos superficiais da cerâmica não apresentaram diferenças estatísticas significantes com relação à resistência ao cisalhamento ( $p>0,05$ ), apesar de numericamente o tratamento com condicionamento ácido apresentar os maiores valores (28,7540 MPa), seguido da associação de jateamento e ácido (27,6960

MPa), apenas jateamento (27,5990 MPa) e finalmente o grupo controle (25,0120 MPa) que teve sua superfície apenas asperizada com pontas diamantadas.

Esses resultados estão de acordo com Suliman *et al.*<sup>9</sup> que avaliou diferentes tratamentos superficiais e não encontrou diferenças significativas, embora a associação de asperização com pontas diamantadas mais ácido hidrofúorídrico tenha apresentado os maiores valores numéricos. Entretanto, os resultados desse trabalho diferem de Appeldoorn *et al.*<sup>23</sup> e Kato *et al.*<sup>24</sup> que concluíram que o jateamento com óxido de alumínio apresenta melhores resultados na resistência de união entre cerâmica e resina composta.

Na literatura utilizada para realizar este trabalho, há um consenso de que o reparo da porcelana deve ser realizado com uma prévia asperização da superfície da mesma, seja com pontas diamantadas, jateamento com óxido de alumínio, condicionamento com ácido hidrofúorídrico e associação de mais de um tratamento para proporcionar uma união mecânica entre a cerâmica e a resina. Após a asperização, aplicação de um agente que estabeleça união química (silano), seguido de um sistema adesivo e da resina composta.

Apesar do silano produzir união química entre a superfície da cerâmica e o adesivo, é necessário um tratamento para asperizar a superfície da porcelana que irá alterar a topografia superficial criando microrretenções e aumentando a área de contato promovendo uma união mecânica.

Para Matinlinna<sup>25</sup>, o silano proporciona uma efetiva adesão entre cerâmica e resina, pois, funciona como agente intermediário de ligação entre esses materiais por tratar-se de uma molécula bifuncional com uma parte organofuncional que se polimeriza com a matriz orgânica (resina), e a outra parte silicofuncional que se liga com o substrato inorgânico (cerâmica) em ambos os casos, por ligações covalentes.

Neste trabalho, a aplicação do silano não pode ser considerada uma variável, haja vista que todos os grupos receberam aplicação do mesmo, variando apenas o tratamento superficial para obter irregularidades na superfície afim, de estabelecer união mecânica cerâmica/resina.

Addison *et al.*<sup>26</sup> observaram que o condicionamento ácido da porcelana além de proporcionar rugosidade para obter união mecânica, também exerce efeitos químicos, aumentando a energia livre da superfície da cerâmica tornando-a mais reativa com o silano por aumentar sua molhabilidade.

Goldstain *et al.*<sup>10</sup> concluíram que o jateamento com óxido de alumínio além de criar rugosidades, aumenta a energia de superfície permitindo que o ácido penetre mais profundamente na superfície da cerâmica.

As pontas diamantadas produzem um desgaste grosseiro, que segundo Matsumura *et al.*<sup>27</sup>, facilitam a penetração do adesivo em relação aos desgastes mais suaves. Neste estudo todos os grupos receberam asperização por pontas diamantadas, não sendo esse procedimento uma variável.

O grupo controle, que recebeu apenas desgaste com ponta diamantada, não apresentou diferença estatística em relação aos demais grupos embora, tenha apresentado numericamente resultado inferior aos outros grupos, sugerindo que sejam utilizadas associações entre ponta diamantada e outra forma de asperização superficial afim de criar retenções mecânicas.

Quanto ao tipo de fratura observada nas amostras, pode-se analisar que as falhas adesivas superaram as coesivas apenas no grupo controle. Nos grupos condicionamento ácido e jateamento, as falhas adesivas se equivalem às coesivas, seja da cerâmica ou da resina. Já no grupo que associa jateamento e condicionamento ácido não houve falhas adesivas, sendo a grande maioria falha coesiva da porcelana.

Como os tipos de falhas não foram uniformes dentro dos grupos, ocorrendo tanto falhas adesivas como coesivas, seja da cerâmica ou da resina, esta análise, segundo Matsumura *et al.*<sup>27</sup>, pode servir para explicar desvio padrão elevado, pois a resistência de união teve os valores numéricos expressivamente mais elevados nos corpos de prova que apresentaram falha coesiva da cerâmica, seguindo das falhas coesivas da resina e finalmente as falhas adesivas que tiveram seus valores numéricos bem inferiores.

Os resultados obtidos neste trabalho, bem como a literatura consultada para a realização do mesmo nos leva a crer que o preparo mais adequado para um reparo em cerâmica com resina composta, embora não tenha sido observada diferença estatística, seja uma abrasão com ponta diamantada associada à outra forma de criar irregularidades, seja por condicionamento com ácido hidrófluídrico, jateamento com óxido de alumínio ou associação de jateamento com condicionamento ácido, seguidos da aplicação de um silano e posteriormente um adesivo e uma resina composta.

Seguindo esses passos, os reparos diretos da cerâmica fraturada com resina

composta podem ser uma alternativa viável quando analisados os resultados obtidos *in vitro*. Entretanto, sugere-se que sejam realizados outros trabalhos, com acompanhamento clínico em longo prazo a fim de confirmar se esse tratamento é duradouro.

## CONCLUSÃO

Os tratamentos superficiais utilizados: asperização com ponta diamantada, condicionamento ácido, jateamento com óxido de alumínio e associação de jateamento com condicionamento ácido, não apresentaram diferença estatisticamente significativa para resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável.

## REFERÊNCIAS

- 1 Phillips RW. Skinner: Materiais Dentários. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993. p. 291-304.
- 2 Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo and load cycling on the bond strength of porcelain repair system. J Oral Rehabil. 1999 Feb; 26(2):130-7.
- 3 Kussano CM, Bonfante G, Batista JG, Pinto JH. Evaluation of shear bond strength of composite to porcelain according to surface treatment. Braz Dent J. 2003 Feb; 14(2):132-5.
- 4 Yanocoglu N. The repair methods for fractured metal-porcelain restorations: A review of the literature. Eur J Prosthodont Rest Dent. 2004 Dec; 12(4):161-5.
- 5 Galiatsatos AA. An indirect repair technique for fractured metal-ceramic restorations: a clinical report. J Prosthet Dent. 2005 Apr; 93(4):321-3.
- 6 Albakry M., Guazztto M, Swain MV. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. J Prosthet Dent. 2003 Apr; 89(4):374-80.
- 7 Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT. Shear bond strengths of 2 intraoral repair systems to porcelain or metal substrates. J Prosthet Dent. 2001 Nov; 86(5):526-31.
- 8 Jochen DG, Caputo AA. Composite resin repair of porcelain denture teeth. J Prosthet Dent. 1977 Dec; 38(6):673-9.

- 9 Suliman AA, Swift Jr EE, Perdigão J. Effects of surface treatment and bonding agents on bonding strength of composite resin to porcelain. *J Prosthet Dent.* 1993 Aug; 70(2):118-20.
- 10 Goldstein RE, White SN. Intraoral esthetic repair of dental restorations. *J Esthetic Dent.* 1995 Sep; 7(5):219-27.
- 11 Berksun S, Saglam S. Shear strength of composite bonded porcelain-to-porcelain in a new repair system. *J Prosthet Dent.* 1994 Apr; 71(4):423-8.
- 12 Llobell A, Nicholls JI, Kois JC, Daly CH. Fatigue life of porcelain repair systems. *Int J Prosthodont.* 1992 May-Jun; 5(3):205-13.
- 13 Szep S, Gerhardt T, Gockel HW. In vitro dentinal surface reaction of 9,5% buffered hydrofluoric acid in repair of ceramic restorations:a scanning electron microscopic investigation. *J Prosthet Dent.* 2000 Jun; 83(6):668-74.
- 14 Hakayama T, Horie K, Aida M, Kanaya H Kobayashi T, Murata Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent Mater.* 1992 Jul; 8(4):238-40.
- 15 Saracoglu A, Cura C, Cotert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil.* 2004 Aug; 31(8):790-7.
- 16 Wolf DM, Powers JM, O'keefe KL. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. *Am J Dent.* 1993 Jun; 6(3):155-8.
- 17 Edris A, Jabr A, Cooley R L, Barghi N. Evaluation of etch patterns by three etchants on three porcelains. *J Prosthet Dent.* 1990 Dec; 64(6):734-9.
- 18 Fonseca RG, Zavanelli AC, Adabo GL, Leles CR. Efeito dos diferentes tratamentos da superfície da porcelana na resistência ao cisalhamento da união porcelana/resina composta. *J Bras Clin Odontol Int.* 1998 Maio/Jun; 2(9):63-7.

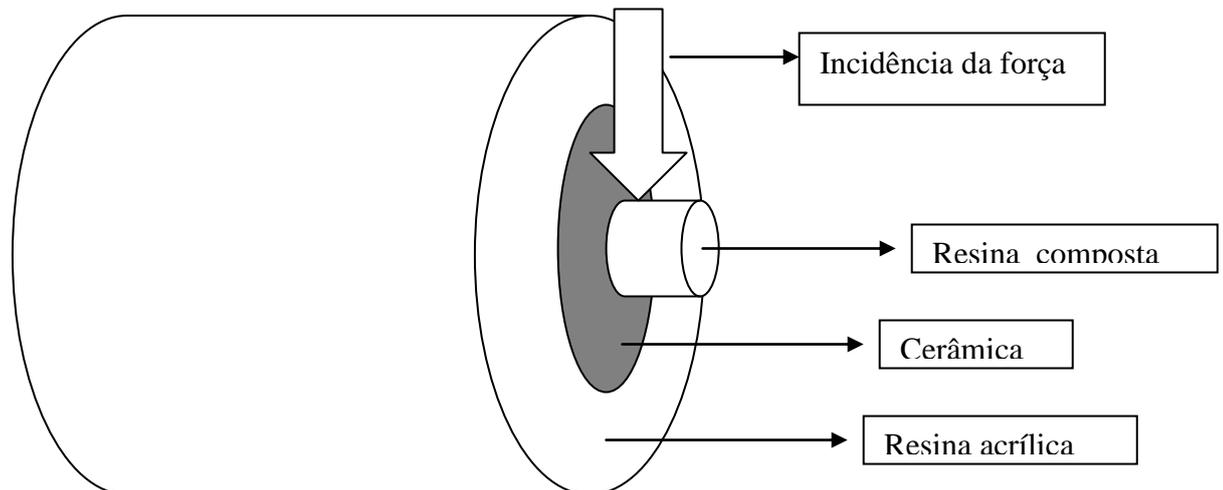
- 19 Mello EB, Silva RCS. Influência do tratamento de superfície na infiltração marginal de reparos em porcelana. *J Bras Clin Odontol Int.* 2002 Nov/Dez; 6(36):451-5.
- 20 Silva e Souza Jr MH, Freitas ABD, Mondelli RFL, Ishiquiriama A. Avaliação da estabilidade de reparos em resina composta por testes de tração e cisalhamento utilizando diferentes tratamentos de superfície. *J Bras Clin Odontol Int.* 2003 Maio/Jun; 7(39):196-201.
- 21 Aida M, Hayakawa T, Mizukawa K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. *J Prosthet Dent.* 1995 May; 73(5):464-70.
- 22 Van der Vyver PJ, Marais JT, de Wet FA. Repair of cerec porcelain with seven different systems. *J Dent Assoc S Afr.* 1996 Aug; 51(8):525-30.
- 23 Appeldoorn RE, WilWerding TM, Barkmeier WW. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair system. *J Prosthet Dent.* 1993 Jul; 70(1):6-11.
- 24 Kato H, Matsumura H, Tanaka T. Bond strength and durability of porcelain bonding systems. *J Prosthet Dent.* 1996 Feb; 75(2):163-8.
- 25 Matinlinna JP. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont,* 2004; 17(2):155-64.
- 26 Addison O, Fleming GJ. The influence of cement lute, thermocycling and surface preparation on the strength of a porcelain laminate veneering material. *Dent Mater* 2004; 20(3):286-92.
- 27 Matsumura H. A new porcelain repair system With a silane coupler, ferric chloride, and adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent.* 1989; 68:813-8.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão de cada grupo em MPa

Grupo	N	Média	Desvio Padrão
Controle	10	25,0120	8,8318
Ácido Hidrofluorídrico	10	28,7540	12,8330
Jateamento com óxido de alumínio	10	27,5990	12,0605
Jateamento + Ácido	10	27,6960	8,8551
Total	40	27,2653	10,4696

**Tabela 2.** Ocorrência de falhas em (%) para cada grupo.

Grupo	N	Adesiva	Coesiva da Cerâmica	Coesiva da Resina
Controle	10	60	20	20
Condicionamento ácido	10	50	50	0
Jateamento	10	50	30	20
Ácido + Jateamento	10	0	80	20
Total	40	40	45	15

**Figura 1.** Corpo de prova sendo submetido ao teste de cisalhamento.

**3 ARTIGO: “INFLUÊNCIA DA CICLAGEM MECÂNICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZÁVEL”**

**INFLUÊNCIA DA CICLAGEM MECÂNICA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO CISALHAMENTO ENTRE CERÂMICA FELDSPÁTICA E RESINA COMPOSTA FOTOPOLIMERIZÁVEL**

***INFLUENCE OF MECHANICAL CYCLING ON SHEAR BOND STRENGTH BETWEEN FELDSPATHIC PORCELAIN AND COMPOSITE RESIN***

Marilson Dondoni\*

Luciana Mayumi Hirakata\*\*

**RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar a influência da ciclagem mecânica na resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável. **Metodologia:** Vinte discos de cerâmica EX- 3, Noritake, com 6mm de diâmetro e 4mm de espessura foram incluídos no centro de um tubo de pvc com 20mm de diâmetro e 20mm de espessura com resina acrílica, deixando a cerâmica exposta em uma das superfícies. A superfície foi polida e posteriormente a cerâmica foi asperizada com ponta diamantada jateada com óxido de alumínio (50µm) e condicionada com ácido fluorídrico 10%. Após o tratamento, foi aplicado em todas as amostras uma camada de silano (Dentsply) e posteriormente de adesivo (Scotchbond-Adhesive, 3M ESPE). Após a fotopolimerização do adesivo, na superfície da cerâmica foi confeccionada, com o auxílio de uma matriz de PTFE, uma restauração com resina composta(Filtek Z350, 3M ESPE) com 2mm de

---

\* Aluno do curso de mestrado em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

\*\* Professora, doutora, do departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

diâmetro e 3mm de espessura. Posteriormente as amostras foram divididas em 2 grupos (n=10): Grupo controle: sem ciclagem mecânica; Grupo I: os corpos de prova foram submetidos à ciclagem mecânica com frequência de 1 Hz e carga de 5N, durante  $5 \times 10^4$  ciclos. Após, os corpos de prova foram levados a um maquina de ensaio universal e submetidos a teste de cisalhamento com velocidade de 0,5mm por minuto e célula de carga de 50kgf. **Resultados:** Os grupos apresentaram as seguintes médias e desvio padrão: G controle=;  $27,6960 \pm 8,8551$  MPa; GI=  $22,2900 \pm 7,4666$  MPa. Os dados obtidos foram submetidos ao teste t (student), não sendo verificada diferença estatística entre os grupos para um índice de confiança de 95% ( $p=0,157$ ). **Conclusão:** A ciclagem mecânica não exerceu influência na resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável ( $p>0,05$ ).

**Palavras-chave:** Ciclagem Mecânica. Reparo em Cerâmica. Fratura de Cerâmica.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the influence of mechanical cycling on shear bond strength between feldspathic porcelain and composite resin. **Methods:** Twenty ceramic discs EX-3, Noritake, 6mm in diameter and 4mm in height were included in the center of a pvc pipe with a diameter of 20mm and 20mm high with acrylic resin, leaving the ceramic exposed to one surface. The surface was polished and later pottery was roughened with diamond blasted with aluminum oxide ( $50\mu\text{m}$ ) and conditioned with 10% hydrofluoric acid. After treatment was applied in all samples a layer of silane (Dentsply) and subsequently (Scotchbond-Adhesive, 3M ESPE). After curing the adhesive, the ceramic surface was fabricated with the aid of a matrix of PTFE, a restoration with composite resin (Filtek Z350, 3M ESPE) with 2mm diameter and 3mm in height. Subsequently the samples were divided into 2 groups (n = 10): Control group: no mechanical cycling, Group I: the specimens were subjected to mechanical cycling with a frequency of 1 Hz and load of 5N for  $5 \times 10^4$  cycles. After the samples were taken to a universal testing machine and subjected to shear test speed of 0.5 mm per minute and a load cell of 50 kgf. **Results:** Both groups showed

the following mean and standard deviation: G control=  $27.6960 \pm 8.8551$  Mpa and GI =  $22.2900 \pm 7.4666$  MPa. The data were subjected to test t (student), with no statistical difference between groups for an index of 95% ( $p = 0.157$ ). **Conclusion:** The mechanical cycling had no influence on shear bond strength between feldspathic porcelain and composite resin ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** Repair of Ceramic. Ceramic Fracture. Mechanical Cycling.

## INTRODUÇÃO

Desde o aparecimento da porcelana em trabalhos protéticos, vem se procurando meios para reparar defeitos e fraturas que possam ocorrer sem que haja a necessidade da remoção total da peça protética.

Para remover uma coroa ou prótese fixa, além do desconforto e o tempo é necessário destruí-la, implicando em uma nova peça, acarretando assim gastos para o paciente.

As restaurações cerâmicas são largamente utilizadas, principalmente devido às suas características estéticas. Segundo Phillips<sup>1</sup>, a cerâmica odontológica é considerada o material restaurador estético com maior longevidade. Além da estética, outras propriedades justificam seu emprego: biocompatibilidade, insolubilidade nos fluidos bucais, estabilidade dimensional, boa resistência à abrasão e a compressão. Entretanto, devido a sua alta dureza, as cerâmicas são materiais friáveis possuindo como limitação um alto potencial de fratura<sup>2</sup>.

As falhas em próteses fixas que envolvem o uso de cerâmica podem ser de origem biológica ou mecânica. Quando não são consideradas causas biológicas como cárie e envolvimento periodontal, o maior problema envolvido na longevidade destas restaurações é a fratura da porcelana.

De acordo com Kussano *et al.*<sup>3</sup>, Ynocoglu<sup>4</sup>, Galiatsatos<sup>5</sup>, as falhas mecânicas podem ser causadas por diversos fatores, tais como: impacto, fadiga, forças oclusais, diferença entre o coeficiente de expansão térmica do metal da infraestrutura e da cerâmica, uso de metal com baixo módulo de elasticidade, desenho do casquete, defeitos internos ou contaminação da liga, excessiva espessura da

cerâmica e preparo dental incorreto. Esses fatores podem causar fraturas, porque a porcelana não suporta tensões de tração que são causadas pela deformação plástica<sup>1, 6</sup>.

Tratando-se de uma restauração bem adaptada e do tamanho da fratura da cerâmica, a substituição total de uma prótese fraturada muitas vezes é inviável do ponto de vista econômico, estético ou biológico. Com isso, pode-se lançar mão de reparar a superfície da cerâmica fraturada intra oralmente com resina composta fotopolimerizável, aumentando a longevidade clínica, pois evita ou adia a substituição da peça protética<sup>7</sup>.

O sucesso clínico desta técnica irá depender de uma efetiva união entre a resina composta e a cerâmica, sendo necessário para isso realizar tratamentos mecânico e químico na superfície da porcelana fraturada.

O responsável pela união física é o tratamento da superfície da peça, que tem o objetivo de criar microrretenções para que esta possa receber o adesivo. Isto é obtido de forma satisfatória: asperização com pontas diamantadas<sup>8, 9</sup>, abrasão com óxido de alumínio<sup>10, 11</sup>, condicionamento superficial com ácido hidrofúorídrico<sup>12</sup>.

A união química é proporcionada pelo silano, que une à matriz orgânica do adesivo à cerâmica através das ligações de silício-oxigênio. Conforme Goldstein e White<sup>10</sup>, Szep *et al.*<sup>13</sup>, Hakayama *et al.*<sup>14</sup> e Saracoglu *et al.*<sup>15</sup>, o silano exerce grande influência na adesão entre resina e cerâmica, pois, cria uma união estável reagindo com os grupos (OH)<sup>-</sup> da cerâmica promovendo uma ligação covalente com os polímeros resinosos.

O sucesso de um reparo pode ser avaliado pela longevidade da união porcelana/resina e está diretamente relacionado a fatores que envolvem o tratamento da superfície da porcelana. Anusavice<sup>16</sup> acredita que a resistência mecânica é um teste importante para prever o sucesso clínico das restaurações dentais.

A fadiga é descrita na literatura como um fenômeno no qual as características dos materiais se modificam com o tempo sobre condições constantes. White *et al.*<sup>17</sup> relatam que a ciclagem mecânica pode simular as condições de estresse mastigatório, permitindo a previsão da resistência mecânica de restaurações em seu uso clínico.

Segundo Itinchoche *et al.*<sup>18</sup>, na cavidade bucal, as forças aplicadas sobre os materiais desenvolvem ciclagem de impulsos mecânicos que podem ser simulados

por ciclagem mecânica, que tende a se aproximar das condições fisiológicas geradas pelo ciclo mastigatório.

Dessa forma, tentando verificar a previsibilidade de um reparo em cerâmica, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da ciclagem mecânica na resistência de união à tração de cisalhamento entre porcelana feldspática e resina composta fotopolimerizável.

## **METODOLOGIA**

### **Confecção dos discos de cerâmica**

A partir de uma matriz bipartida de poli tetra flúor etileno (PTFE), foram confeccionados 20 discos de cerâmica feldspática cor B4 (EX- 3, Noritake, Japão) de 6 mm de diâmetro por 4 mm de espessura. A cerâmica foi esculpida na matriz, com o auxílio de um pincel macio e uma espátula. Pequenas porções da mistura pó/líquido foram compactadas no interior da matriz, sobre uma placa de vidro, até seu completo preenchimento. Em seguida, a matriz foi aberta para remoção dos discos e levado ao forno (P 50, Kota Import's, São Paulo, SP, Brasil) para a sinterização com temperaturas iniciando em 600°C com velocidade de aquecimento de 45°C por minuto até atingir a temperatura de 930°C sob vácuo total, conforme instruções do fabricante. Todos os discos de cerâmica foram confeccionados pelo mesmo técnico (Laboratório Kayser Yamada, Porto Alegre, RS, Brasil). Os discos de cerâmica foram incluídos individualmente no centro de um anel de PVC de 20 mm de diâmetro com 20 mm de espessura, utilizando-se resina acrílica autopolimerizável (Dencor, São Paulo, SP, Brasil), manipulada conforme recomendações do fabricante, deixando uma das superfícies da cerâmica exposta e nivelada na parte superior do tubo de PVC. Em seguida, a superfície da porcelana exposta no tubo de PVC foi planificada em uma politriz (DPV-10, Panambra, São Paulo, SP, Brasil) utilizando lixas de carvão de silício (# 320, # 600), até se obter uma superfície uniforme e livre de irregularidades. As superfícies planificadas foram lavadas com água corrente durante 30 segundos. As amostras, foram mantidas por 24 horas em

estufa de cultura (002 CB, Fanem LTDA, Guarulhos, SP, Brasil) a 37°C em umidade absoluta. Decorrido este tempo, todos os discos de cerâmica tiveram a superfície asperizada com ponta diamantada (FG 3069; KG Sorensen, Barueri, São Paulo, SP, Brasil), em alta rotação (Extra-torque 605 C, Kavo, Joinville, SC, Brasil), aplicada três vezes no mesmo sentido, sob refrigeração, lavagem com água corrente por 30 segundos e secagem com jato de ar por 15 segundos a 1 cm de distância.

### **Tratamento superficial dos discos da cerâmica**

Todas as amostras tiveram suas superfícies da cerâmica jateadas com óxido de alumínio de 50µm de espessura (Microjato, BioArt, São Carlos, SP) por 15 segundos a uma distância de 1 cm, lavagem em água corrente por 30 segundos e secagem com jatos de ar a 1 cm distância pelo tempo de 15 segundos. Logo após tiveram a superfície condicionada com ácido hidrófluorídrico 10% (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) por 2 minutos, lavagem em água corrente por 30 segundos e secagem com jato de ar a 1 cm distância pelo tempo de 15 segundos.

### **Confecção do reparo em resina composta**

Todas as amostras receberam aplicação de uma camada de agente união para cerâmica (Silano, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), aplicado de forma ativa com auxílio de um micro-aplicador descartável de tamanho regular (Microbrush Corporation, Grafton, WI, EUA) por 30 segundos e secos com jatos de ar por 10 segundos a 1 cm de distância. Após, foi aplicado com micro-aplicador de tamanho regular uma camada de adesivo (Adper Scotchbond multi-uso – Adhesive, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), fotopolimerizado por 20 segundos utilizando-se fotopolimerizador de luz halógena com potência de 450 mW/cm<sup>2</sup> (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com a ponta do aparelho permanecendo a 1 cm de distância da cerâmica.

Posteriormente, no centro da cerâmica, foi posicionada uma matriz bipartida de PTFE com 2 mm de diâmetro e 3 mm de espessura e confeccionada uma restauração em resina composta cor A2 (Filtek Supreme XT, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), inseridas em dois incrementos. Cada incremento foi fotopolimerizado por luz halógena 450 mW/cm<sup>2</sup> de potência com a ponta da lente do aparelho encostada na matriz pelo tempo de 20 segundos. Foi feita aferição inicial do fotopolimerizador e após a confecção de cada 5 corpos de prova com radiômetro Demetron Model 100(Kerr Corporation, Orange, CA, EUA).

Removida a matriz, os corpos de prova foram armazenados por 24 horas em estufa de cultura a 37°C em umidade absoluta.

### **Ciclagem Mecânica**

Os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em dois grupos:

Grupo controle I (n=10): sem ciclagem mecânica (controle);

Grupo II (n=10): com ciclagem mecânica.

Os corpos de prova submetidos à ciclagem mecânica foram colocados individualmente em recipiente com água destilada. A seguir, foram submetidos à carga de impacto no sentido axial, sobre a superfície da resina composta, em um Simulador de Fadiga Mecânica modelo ER 11000 (Erios, São Paulo, SP, Brasil) aplicando carga de 5N, com frequência de 1 Hz, durante 5x10<sup>4</sup> ciclos.

A frequência e o número de ciclos foram determinados para adequar-se à condição clínica, conforme trabalhos de Chen *et al.*<sup>19</sup> e Ohyama *et al.*<sup>20</sup>

### **Testes de Cisalhamento**

Para os testes de cisalhamento foi utilizada a Máquina de Ensaio Universal, modelo DL 2000 (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Os corpos de prova foram posicionados no dispositivo metálico próprio. Os testes foram realizados utilizando um cinzel, com velocidade de 0,5mm por minuto e célula de carga de 50kgf.

## RESULTADOS

Os dados primeiramente foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ( $\alpha=0,01$ ), sendo considerados provenientes. Em seguida, foram submetidos ao teste *t de Student*, não sendo encontrada diferença estatisticamente significativa ( $p=0,157$ ).

A tabela 1 mostra os resultados, a média e desvio padrão, após os testes de cisalhamento.

Os tipos e número de falhas de cada grupo são apresentados na tabela 2, sendo consideradas falhas: adesivas, coesivas da cerâmica e coesivas da resina.

## DISCUSSÃO

A resistência mecânica dos materiais odontológicos deve ser estudada, principalmente no sentido de verificar se o ambiente bucal tem potencial para alterá-los físico-quimicamente. A presença da umidade e variação térmica fornece condições propícias para a ocorrência de degradação juntamente com esforços mecânicos repetitivos, que são fenômenos gerados durante o ciclo mastigatório.

Para Anucavice<sup>16</sup>, as causas de falhas são resultantes dos estresses: compressivo, por tração e cisalhamento e está presente na maioria dos materiais sob condições práticas. Baseado nisso, este estudo realizou *in vitro*, uma avaliação da resistência de união entre cerâmica e resina composta submetendo um grupo à ciclagem mecânica a fim de simular uma situação clínica.

Neste trabalho, não houve diferença estatística entre o grupo controle e o grupo que foi submetido à ciclagem mecânica ( $p>0,05$ ). Entretanto, numericamente a diferença da média de resistência ao cisalhamento do grupo controle (27,6960 MPa) para o grupo que foi submetido à ciclagem mecânica (22,2900 MPa), é maior que 5 MPa, diferença essa que clinicamente pode ser considerável.

Quanto ao tipo de fratura observada nas amostras, pode-se analisar que no grupo controle, não ocorreram falhas adesivas, apenas falhas coesivas da

porcelana, seguidas de falhas coesivas da resina. No grupo que foi submetido à ciclagem mecânica, as falhas coesivas também ocorreram em maior número, primeiramente na cerâmica seguido das falhas na resina, entretanto, nesse grupo quase metade das falhas foram consideradas adesivas.

O desvio padrão elevado, talvez possa ser atribuído há ocorrência de diferentes tipos de falhas dentro dos grupos: falhas adesivas, coesivas da cerâmica e coesivas da resina, pois, a resistência de união teve os valores numéricos expressivamente mais elevados nos corpos de prova que apresentaram falha coesiva da cerâmica, seguindo das falhas coesivas da resina e finalmente as falhas adesivas que tiveram seus valores numéricos bem inferiores.

Nos dados obtidos na literatura utilizada para a realização deste trabalho, há um consenso de que o reparo da porcelana deve ser realizado com uma prévia asperização da superfície da mesma, seja com pontas diamantadas, jateamento com óxido de alumínio, condicionamento com ácido hidrófluorídrico e associação de mais de um tratamento para proporcionar uma união mecânica entre a cerâmica e a resina. Após a asperização, aplicação de um agente que estabeleça união química (silano), seguido de um sistema adesivo e da resina composta.

Neste estudo, para todos os corpos de prova esses passos foram seguidos, não podendo ser considerado o tratamento da superfície uma variável, visto que a única diferença entre os grupos foi a ciclagem mecânica.

Os trabalhos que tratam de união entre cerâmica e resina composta utiliza na maioria das vezes a ciclagem térmica para simular condições bucais, sendo sugerido que novos estudos sejam realizados utilizando a ciclagem mecânica.

Como a diferença entre os grupos foi numericamente maior que 5MPa, embora não estatisticamente significativa, pode-se questionar a previsibilidade clínica dos reparos realizados em cerâmica com resina composta. Novos trabalhos também podem ser realizados utilizando outros tipos de tratamento superficial da cerâmica, bem como utilizando a microscopia eletrônica de varredura para avaliara o padrão das fraturas.

## CONCLUSÃO

A ciclagem mecânica não exerce influencia estatisticamente significativa na resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica feldspática e resina composta fotopolimerizável.

## REFERÊNCIAS

- 1 Phillips RW, Skinner: Materiais Dentários. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993. p. 291-304.
- 2 Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of termo and load cycling on the bond strength of porcelain repair system. J Oral Rehabil. 1999 Feb; 26(2):130-7.
- 3 Kussano CM, Bonfante G, Batista JG, Pinto JH. Evaluation of shear bond strength of composite to porcelain according to surface treatment. Braz Dent J. 2003 Feb; 14(2):132-5.
- 4 Yanocoglu N. The repair methods for fractured metal-porcelain restorations: A review of the literature. Eur J Prosthodont Rest Dent. 2004 Dec; 12(4):161-5.
- 5 Galiatsatos AA. An indirect repair technique for fractured metal-ceramic restorations: a clinical report. J Prosthet Dent. 2005 Apr; 93(4):321-3.
- 6 Albakry M., Guazztto M, Swain MV. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. J Prosthet Dent. 2003 Apr; 89(4):374-80.
- 7 Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dunne JT. Shear bond strengths of 2 intraoral repair systems to porcelain or metal substrates. J Prosthet Dent. 2001 Nov; 86(5):526-31.
- 8 Jochen DG, Caputo AA. Composite resin repair of porcelain denture teeth. J Prosthet Dent. 1977 Dec; 38(6):673-9.
- 9 Suliman AA, Swift Jr EE, Perdigão J. Effects of surface treatment and bonding

- agents on bonding strength of composite resin to porcelain. *J Prosthet Dent.* 1993 Aug; 70(2):118-20.
- 10 Goldstein RE, White SN. Intraoral esthetic repair of dental restorations. *J Esthetic Dent.* 1995 Sep; 7(5):219-27.
- 11 Berksun S, Saglam S. Shear strength of composite bonded porcelain-to-porcelain in a new repair system. *J Prosthet Dent.* 1994 Apr; 71(4):423-8.
- 12 Llobell A, Nicholls JI, Kois JC, Daly CH. Fatigue life of porcelain repair systems. *Int J Prosthodont.* 1992 May/Jun; 5(3):205-13.
- 13 Szep S, Gerhardt T, Gockel HW. In vitro dentinal surface reaction of 9,5% buffered hydrofluoric acid in repair of ceramic restorations:a scanning electron microscopic investigation. *J Prosthet Dent.* 2000 Jun; 83(6):668-74.
- 14 Hakayama T, Horie K, Aida M, Kanaya H Kobayashi T, Murata Y. The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. *Dent Mater.* 1992 Jul; 8(4):238-40.
- 15 Saracoglu A, Cura C, Cotert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil.* 2004 Aug; 31(8):790-7.
- 16 Anusavice KJ. Materiais de acabamento e polimento. In. *Phillips materiais dentários.* 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. Cap. 30, p. 394-405.
- 17 White SN, *et al.* Moduli of rupture of layered dental ceramics. *Dent Mater.* 1994; 10(1):52-8.
- 18 Itinoche MK, Oyafuso DK, Miyashita E. Avaliação da influência da ciclagem mecânica na resistência à flexão de cerâmicas. *Cienc Odontol Brás.* 2004 Abr/Jun; 7(2):47-54.
- 19 Chen HY, *et al.* Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD CAM and pressed-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 1999; 82(4):468-75.
- 20 Ohyama T, *et al.* Effects of cyclic loading on the strength of all ceramic materials. *Int J Prosthodont.* 1999; 12(1):28-37.

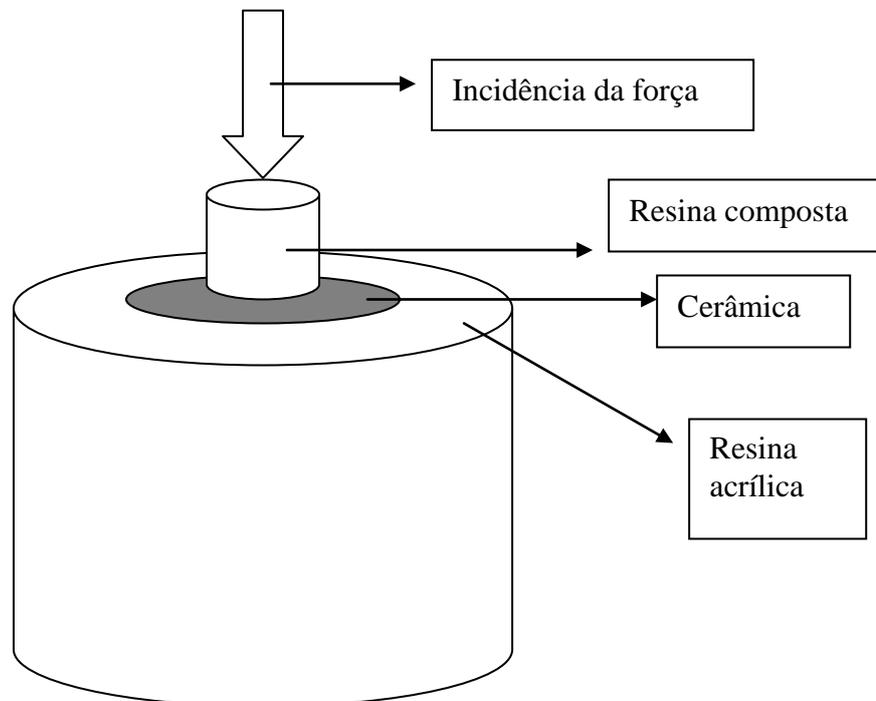
**Tabela 1.** Média e desvio padrão em MPa

Grupo	N	Média	Desvio padrão
Controle	10	27,6960	8,8551
Com Ciclagem Mecânica	10	22,2900	7,4666
Total	20	24,9930	8,4405

**Tabela 2.** Número de falhas em (%) para cada grupo

Grupo	N	Adesiva	Coesiva da cerâmica	Coesiva da resina
Controle	10	0	80	20
Com ciclagem	10	40	50	10
Total	20	20	65	15

**Figura 1.** Corpo de prova sendo submetido à ciclagem mecânica.



## 4 DISCUSSÃO GERAL

Na literatura utilizada como base para este estudo, há um consenso de que o reparo da porcelana deve ser realizado com uma prévia asperização da superfície da mesma, seja com pontas diamantadas, jateamento com óxido de alumínio, condicionamento com ácido hidrofúorídrico e associação de mais de um tratamento para proporcionar uma união mecânica entre a cerâmica e a resina. Após a asperização, aplicação de um agente que estabeleça união química (silano), seguido de um sistema adesivo e da resina composta.

A utilização do silano produz união química entre a superfície da cerâmica e o adesivo. Além do silano é necessário um tratamento para asperizar a superfície da porcelana para alterar a topografia superficial criando microrretenções e aumentando a área de contato promovendo uma união mecânica.

O silano, segundo Matinlinna (2004), proporciona uma efetiva adesão entre cerâmica e resina, pois, funciona como agente intermediário de ligação entre esses materiais por tratar-se de uma molécula bifuncional com uma parte organofuncional que se polimeriza com a matriz orgânica (resina), e a outra parte silicofuncional que se liga com o substrato inorgânico (cerâmica) em ambos os casos, por ligações covalentes.

Neste trabalho, a aplicação do silano não pode ser considerada uma variável, pois, todos os grupos receberam aplicação do mesmo, variando apenas o tratamento superficial para obter irregularidades na superfície a fim, de estabelecer união mecânica cerâmica/resina e a submissão ou não à ciclagem mecânica.

De acordo com os resultados obtidos e analisados, os diferentes tipos de tratamentos superficiais da cerâmica não apresentaram diferenças estatísticas significantes com relação à resistência ao cisalhamento ( $p > 0,05$ ), apesar de numericamente o tratamento com condicionamento ácido apresentar os maiores valores (28,7540 MPa), seguido da associação de jateamento e ácido (27,6960 MPa), apenas jateamento (27,5990 MPa) e finalmente o grupo controle (25,0120 MPa) que teve sua superfície apenas asperizada com pontas diamantadas.

Esses resultados estão de acordo com Suliman *et al.* (1993), que avaliou diferentes tratamentos superficiais e não encontrou diferenças significativas, embora a associação de asperização com pontas diamantadas mais ácido hidrofúorídrico

tenha apresentado os maiores valores numéricos. Entretanto, os resultados desse trabalho diferem de Appeldoorn *et al.* (1993) e Kato *et al.* (1996), que concluíram que o jateamento com óxido de alumínio apresenta melhores resultados na resistência de união entre cerâmica e resina composta.

Addison *et al.* (2004), observaram que o condicionamento ácido da porcelana além de proporcionar rugosidade para obter união mecânica, também exerce efeitos químicos, aumentando a energia livre da superfície da cerâmica tornando-a mais reativa com o silano por aumentar sua molhabilidade.

Goldstain *et al.* (1995), concluíram que o jateamento com óxido de alumínio além de criar rugosidades, aumenta a energia de superfície permitindo que o ácido penetre mais profundamente na superfície da cerâmica.

As pontas diamantadas produzem um desgaste grosseiro, que segundo Matsumura *et al.* (1989), facilitam a penetração do adesivo em relação aos desgastes mais suaves. Neste estudo todos os grupos receberam asperização por pontas diamantadas, não sendo esse procedimento uma variável.

Não houve diferença estatística entre o grupo controle e os demais grupos, porém, esse grupo apresentou valores numéricos inferiores aos outros grupos sugerindo que sejam utilizadas associações entre ponta diamantada e outra forma de asperização superficial a fim de criar retenções mecânicas.

Apesar do estudo apresentar valores satisfatórios para a resistência de união ao cisalhamento entre cerâmica e resina composta, sabe-se que o ambiente bucal tem potencial para alterar os materiais físico-quimicamente. A presença da umidade e variação térmica fornece condições propícias para a ocorrência de degradação juntamente com esforços mecânicos repetitivos, que são fenômenos gerados durante o ciclo mastigatório.

Para Anucavice (1998), as causas de falhas são resultantes dos estresses: compressivo, por tração e cisalhamento e está presente na maioria dos materiais sob condições práticas. Baseado nisso, este estudo realizou *in vitro*, uma avaliação da resistência de união entre cerâmica e resina composta submetendo um grupo à ciclagem mecânica a fim de simular uma situação clínica, verificando assim a previsibilidade desses reparos.

De acordo com os resultados obtidos quando analisada a variável ciclagem mecânica, não houve diferença estatística entre o grupo controle e o grupo que foi submetido à ciclagem mecânica ( $p > 0,05$ ). Entretanto, numericamente a diferença da

média de resistência ao cisalhamento do grupo controle (27,6960 MPa) para o grupo que foi submetido à ciclagem mecânica (22,2900 MPa), é maior que 5 MPa, diferença essa que clinicamente pode ser considerável.

Quanto aos tipos de fraturas observadas nas amostras, pode-se analisar que tanto quando foi utilizado com variável o tratamento superficial como para a variável ciclagem mecânica ocorreram tanto falhas adesivas, coesivas da cerâmica e coesivas da resina.

Como os tipos de falhas não foram uniformes dentro dos grupos, ocorrendo tanto falhas adesivas como coesivas, seja da cerâmica ou da resina, esta análise pode servir para explicar desvio padrão elevado, pois a resistência de união teve os valores numéricos expressivamente mais elevados nos corpos de prova que apresentaram falha coesiva da cerâmica, seguindo das falhas coesivas da resina e finalmente as falhas adesivas que tiveram seus valores numéricos bem inferiores.

A literatura, associada aos resultados obtidos neste trabalho, sugere que o preparo mais adequado para um reparo em cerâmica com resina composta, embora não tenha sido observada diferença estatística, seja uma abrasão com ponta diamantada associada à outra forma de criar irregularidades, seja por condicionamento com ácido hidrófluorídrico, jateamento com óxido de alumínio ou associação de jateamento com condicionamento ácido, seguidos da aplicação de um silano e posteriormente um adesivo e uma resina composta.

Seguindo esses passos, os reparos diretos da cerâmica fraturada com resina composta podem ser uma alternativa viável quando analisados os resultados obtidos *in vitro*.

Há na literatura inúmeros trabalhos que utilizam a ciclagem mecânica, para simular uma situação clínica, porém, quando se trata de trabalhos sobre união entre cerâmica e resina composta a maioria dos estudos utiliza a ciclagem térmica para simular condições bucais, sendo sugerido que novos estudos sejam realizados utilizando a ciclagem mecânica.

Como a diferença entre os grupos submetidos ou não à ciclagem mecânica foi numericamente maior que 5MPa, embora não estatisticamente significativa, pode-se questionar a previsibilidade clínica dos reparos realizados em cerâmica com resina composta. Novos trabalhos também podem ser realizados utilizando outros tipos de tratamento superficial da cerâmica, alterando a ciclagem: variando o número de

ciclos a carga axial e a frequência, bem como utilizando a microscopia eletrônica de varredura para avaliara o padrão das fraturas.

## REFERÊNCIAS

- ADDISON, O.; FLEMING, G. J. The influence of cement lute, thermocycling and surface preparation on the strength of a porcelain laminate veneering material. **Dent Mater**, v. 20, n. 3, p. 286-92, 2004.
- AIDA, M.; HAYAKAWA, T.; MIZUKAWA, K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. **J Prosthet Dent**, v. 73, n. 5, p. 464-70, may 1995.
- ALBAKRY, M.; GUAZZTTO, M.; SWAIN, M. V. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. **J Prosthet Dent**, v. 89, n. 4, p. 374-80, apr. 2003.
- ANUSAVICE, K. J. Materiais de acabamento e polimento. In: PHILLIPS materiais dentários. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. (Capítulo 30; p. 394-405).
- APPELDOORN, R. E.; WILWERDING, T. M.; BARKMEIER, W. W. Bond strength of composite resin to porcelain with newer generation porcelain repair system. **J Prosthet Dent**, v. 70, n. 1, p. 6-11, jul. 1993.
- BERKSUN, S.; SAGLAM, S. Shear strength of composite bonded porcelain-to-porcelain in a new repair system. **J Prosthet Dent**, v. 71, n. 4, p. 423-8, apr. 1994.
- CHEN, H. Y. *et al.* Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD CAM and pressed-ceramic crowns. **J Prosthet Dent**, v. 82, n. 4, p. 468-75, 1999.
- EDRIS, A. *et al.* Evaluation of etch patterns by three etchants on three porcelains. **J Prosthet Dent**, v. 64, n. 6, p. 734-9, dec. 1990.
- FONSECA, R. G. *et al.* Efeito dos diferentes tratamentos da superfície da porcelana na resistência ao cisalhamento da união porcelana/resina composta. **J Bras Clin Odontol Int**, v. 2, n. 9, p. 63-7, maio/jun. 1998.
- GALIATSATOS, A. A. An indirect repair technique for fractured metal-ceramic restorations: a clinical report. **J Prosthet Dent**, v. 93, n. 4, p. 321-3, apr. 2005.

GOLDSTEIN, R. E.; WHITE, S. N. Intraoral esthetic repair of dental restorations. **J Esthetic Dent**, v. 7, n. 5, p. 219-27, sep. 1995.

HAKAYAMA, T. *et al.* The influence of surface conditions and silane agents on the bond of resin to dental porcelain. **Dent Mater**, v. 8, n. 4, p. 238-40, jul. 1992.

HASELTON, D. R.; DIAZ-ARNOLD, A. M.; DUNNE, J. T. Shear bond strengths of 2 intraoral repair systems to porcelain or metal substrates. **J Prosthet Dent**, v. 86, n. 5, p. 526-31, nov. 2001.

ITINOCHE, M. K.; OYAFUSO, D. K.; MIYASHITA, E. Avaliação da influência da ciclagem mecânica na resistência à flexão de cerâmicas. **Cienc Odontol Brás**, v. 7, n. 2, p. 47-54, abr./jun. 2004.

JOCHEN, D. G.; CAPUTO, A. A. Composite resin repair of porcelain denture teeth. **J Prosthet Dent**, v. 38, n. 6, p. 673-9, dec. 1977.

KATO, H.; MATSUMURA, H.; TANAKA T. Bond strength and durability of porcelain bonding systems. **J Prosthet Dent**, v. 75, n. 2, p. 163-8, feb. 1996.

KUSSANO, C. M. *et al.* Evaluation of shear bond strength of composite to porcelain according to surface treatment. **Braz Dent J**, v. 14, n. 2, p. 132-5, feb. 2003.

LEIBROCK, A. *et al.* In vitro study of the effect of thermo and load cycling on the bond strength of porcelain repair system. **J Oral Rehabil**, v. 26, n. 2, p. 130-7, feb. 1999.

LLOBELL, A. *et al.* Fatigue life of porcelain repair systems. **Int J Prosthodont**, v. 5, n. 3, p. 205-13, may./jun. 1992.

MATINLINNA, J. P. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. **Int J Prosthodont**, v. 17, n. 2, p. 155-64, 2004.

MATSUMURA, H. A new porcelain repair system With a silane coupler, ferric chloride, and adhesive opaque resin. **J Prosthet Dent**, v. 68, p. 813-8, 1989.

MELLO, E. B.; SILVA, R. C. S. Influência do tratamento de superfície na infiltração marginal de reparos em porcelana. **J Bras Clin Odontol Int**, v. 6, n. 36, p. 451-5, nov./dez. 2002.

OHYAMA, T. *et al.* Effects of cyclic loading on the strength of all ceramic materials. **Int J Prosthodont**; v. 12, n. 1, p. 28-37, 1999.

PHILLIPS, R. W. **Skinner**: Materiais Dentários. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 291-304.

SARACOGLU, A.; CURA, C.; COTERT, H. S. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. **J Oral Rehabil**, v. 31, n. 8, p. 790-7, aug. 2004.

SILVA E SOUZA JR., M. H. *et al.* Avaliação da estabilidade de reparos em resina composta por testes de tração e cisalhamento utilizando diferentes tratamentos de superfície. **J Bras Clin Odontol Int**, v. 7, n. 39, p. 196-201, maio/jun. 2003.

SULIMAN, A. A.; SWIFT JR., E. E.; PERDIGÃO, J. Effects of surface treatment and bonding agents on bonding strength of composite resin to porcelain. **J Prosthet Dent**, v. 70, n. 2, p. 118-20, aug. 1993.

SZEP, S.; GERHARDT, T.; GOCKEL, H. W. In vitro dentinal surface reaction of 9,5% buffered hydrofluoric acid in repair of ceramic restorations: a scanning electron microscopic investigation. **J Prosthet Dent**, v. 83, n. 6, p. 668-74, jun. 2000.

VAN DER VYVER, P. J.; MARAIS, J. T.; DE WET, F. A. Repair of cerec porcelain with seven different systems. **J Dent Assoc S Afr**, v. 51, n. 8, p. 525-30, aug. 1996.

WHITE, S. N. *et al.* Moduli of rupture of layered dental ceramics. **Dent Mater**, v. 10, n. 1, p. 52-8, 1994.

WOLF, D. M.; POWERS, J. M.; O'KEEFE, K. L. Bond strength of composite to etched and sandblasted porcelain. **Am J Dent**, v. 6, n. 3, p. 155-8, jun. 1993.

YANOCOGLU, N. The repair methods for fractured metal-porcelain restorations: A review of the literature. **Eur J Prosthodont Rest Dent**, v. 12, n. 4, p. 161-5, dec. 2004.

## **ANEXOS**

# ANEXO A - Carta de Aprovação da Comissão Científica e Ética



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

Porto Alegre 07 de Julho de 2010

O Projeto de: Dissertação

**Protocolado sob nº:** 0068/10  
**Intitulado:** Efeito do tratamento superficial e da ciclagem mecânica na resistência de união entre cerâmica e resina composta fotopolimerizável  
**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Luciana Mayumi Hirakata  
**Pesquisadores Associados** Marilson Dondoni  
**Nível:** Dissertação / Mestrado

Foi *aprovado* pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 07 de Julho de 2010.

**Profa. Dra. Ana Maria Spohr**  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

## ANEXO B - Carta de Submissão do Artigo 1



---

● **[IJDR]:Acknowledgment of Online Submission**

**De:** Indian Journal of Dental Research   
**Para:** mdondoni@bol.com.br   
**Assunto:** [IJDR]:Acknowledgment of Online Submission  
**Data:** 09/01/2011 15:06

---

If you cannot see this page properly, please **click here**.

Dear Dr. Dondoni,

Indian Journal of Dental Research has received your manuscript entitled ""Swaying of surface treatment on shear bond strength between feldspathic porcelain and composite resin"" for consideration for publication. The reference number for this manuscript is "IJDR\_34\_11". Kindly quote this in correspondence related to this manuscript.

The manuscript is being reviewed for possible publication with the understanding that it is being submitted to one journal at a time and have not been published, simultaneously submitted, or already accepted for publication elsewhere either as a whole or in part. Online submission of this article implies that the corresponding author has the written consent from all the contributors to act as corresponding author.

You are requested to send the signed copyright/contributor form within two weeks. The form can be uploaded as a scanned image from your area. The decision about the manuscript will be conveyed only on receipt of the form. Please also note that good quality images (digital or hard copies) will be required to be sent at the time of acceptance of the manuscript.

The Editors will review the submitted manuscript initially. If found suitable, it will follow a double-blinded peer review. We aim to finish this review process within a short time frame, at the end of which a decision on the suitability or otherwise of the manuscript will be conveyed to you via this system. During this process you are free to check the progress of the manuscript through various phases from our online manuscript processing site <http://www.journalonweb.com/ijdr>.

We thank you for submitting your valuable work to the Indian Journal of Dental Research.

Yours sincerely,  
The Editorial Team  
Indian Journal of Dental Research

Message sent on Sunday, January 09, 2011

## ANEXO C - Carta de Submissão do Artigo 2



---

● **[IJDR]:Acknowledgment of Online Submission**

**De:** Indian Journal of Dental Research   
**Para:** mdondoni@bol.com.br   
**Assunto:** [IJDR]:Acknowledgment of Online Submission  
**Data:** 16/01/2011 16:07

---

If you cannot see this page properly, please **click here**.

Dear Dr. Dondoni,

Indian Journal of Dental Research has received your manuscript entitled ""Influence of mechanical cycling on shear bond strength between feldspathic porcelain and composite resin."" for consideration for publication. The reference number for this manuscript is "IJDR\_72\_11". Kindly quote this in correspondence related to this manuscript.

The manuscript is being reviewed for possible publication with the understanding that it is being submitted to one journal at a time and have not been published, simultaneously submitted, or already accepted for publication elsewhere either as a whole or in part. Online submission of this article implies that the corresponding author has the written consent from all the contributors to act as corresponding author.

You are requested to send the signed copyright/contributor form within two weeks. The form can be uploaded as a scanned image from your area. The decision about the manuscript will be conveyed only on receipt of the form. Please also note that good quality images (digital or hard copies) will be required to be sent at the time of acceptance of the manuscript.

The Editors will review the submitted manuscript initially. If found suitable, it will follow a double-blinded peer review. We aim to finish this review process within a short time frame, at the end of which a decision on the suitability or otherwise of the manuscript will be conveyed to you via this system. During this process you are free to check the progress of the manuscript through various phases from our online manuscript processing site <http://www.journalonweb.com/ijdr>.

We thank you for submitting your valuable work to the Indian Journal of Dental Research.

Yours sincerely,  
The Editorial Team  
Indian Journal of Dental Research

Message sent on Sunday, January 16, 2011