

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

Júlia Couto Mamede

**EFEITO DA RUGOSIDADE E DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE UMA
RESINA PROCESSADA PELA TÉCNICA SEMIDIRETA NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO COM UM CIMENTO AUTOADESIVO**

Belo Horizonte

2022

Júlia Couto Mamede

**EFEITO DA RUGOSIDADE E DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE UMA
RESINA PROCESSADA PELA TÉCNICA SEMIDIRETA NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO COM UM CIMENTO AUTOADESIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas, Área Temática: Prótese Dentária.

Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes

Belo Horizonte

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

M264e Mamede, Júlia Couto
Efeito da rugosidade e do tratamento de superfície de uma resina processada pela técnica semidireta na resistência de união com um cimento autoadesivo / Júlia Couto Mamede. Belo Horizonte, 2022.
51 f.: il.

Orientador: Alberto Nogueira da Gama Antunes
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Cerâmica odontológica. 2. Materiais cerâmicos odontológicos. 3. Restauração (Odontologia). 4. Cimentos dentários. 5. Resinas acrílicas dentárias - Avaliação. 6. Resistência ao cisalhamento. 7. Adesivos dentários. 8. Materiais dentários. I. Antunes, Alberto Nogueira da Gama. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.314-08

Ficha catalográfica elaborada por Elizângela Ribeiro de Azevedo - CRB 6/3393

Júlia Couto Mamede

**EFEITO DA RUGOSIDADE E DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE UMA
RESINA PROCESSADA PELA TÉCNICA SEMIDIRETA NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO COM UM CIMENTO AUTOADESIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Área Temática: Prótese Dentária.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. João Milton Rocha Gusmão – UESB
- 2- Prof. Dr. Luís Henrique Andrade Maia – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 25 de fevereiro de 2022

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Ladjâne Maria do Couto Mamede e Wantuil Mamede Filho,
ao meu orientador, professores e
aos meus colegas de caminhada durante o mestrado.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me permitido concluir essa importante etapa profissional e ter me guiado com sabedoria e discernimento.

Aos meus pais Ladjâne Maria do Couto Mamede e Wantuil Mamede Filho, pelo incentivo diário e dedicação dados à minha educação. Vocês são a base dessa conquista.

À minha irmã Marcelly Couto Mamede, pela amizade e companheirismo mesmo que distante.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes, que sempre esteve presente com uma enorme bagagem científica, dosada perfeitamente com uma orientação de excelência, através do seu dom de ensinar e compartilhar.

Ao Prof. Dr. Paulo Isaías Seraidarian, por ser exemplo de profissionalismo, pelo conhecimento admirável, pela extrema competência e por ser um professor que desempenha o seu papel com maestria.

Aos meus colegas de mestrado que participaram juntos desta caminhada.

A todos os funcionários envolvidos direta e indiretamente na execução da pesquisa.

À Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, por oferecer uma formação de extrema qualidade.

RESUMO

Materiais resinosos cimentantes autoadesivos, são indicados para cimentação de restaurações indiretas. O objetivo do presente estudo, foi avaliar o efeito do tratamento de superfície de uma resina composta feita pela técnica semidireta na resistência de união ao cimento resinoso autoadesivo U200 (3M ESPE, EUA), utilizando o sistema adesivo universal (Single Bond Universal, 3M ESPE), que contém (MDP) e silano na sua composição, também foram usados o silano (Angelus, 3M ESPE) e o primer para zircônia (MZ Primer, 3M ESPE). Foram produzidos 48 corpos de resina Z100 (3M ESPE EUA), com dimensões: 12 mm x 2 mm. Cada fragmento, foi embutido em resina acrílica, em molde de Policloreto de Polivinila (PVC) de meia polegada (TIGRE, Brasil). Após a presa da resina acrílica, a superfície do conjunto foi polida com lixas 600 ou 1500 de carbetto de silício, com o intuito de criar dois padrões de rugosidades. Cinco pequenos cilindros de resina composta Z100 (1,2 mm x 1,5 mm) foram cimentados com o cimento U200 em cada disco embutido em resina acrílica (n=6). Os grupos foram: sem a aplicação de silano no grupo G0 (controle), com a aplicação de silano (Angelus, Brasil grupo G1), primer para zircônia (MZ Primer grupo G2) e (Adesivo Single Bond Universal, grupo G3). A fotoativação, foi realizada com o Radium Plus+ por 40 segundos. Após a cimentação, os corpos de prova permaneceram em água destilada por 24 horas. O ensaio de resistência ao cisalhamento (0,5 mm/minuto) em máquina de ensaios universais (EMIC, Brasil) equipada com célula de carga de 500 N, usando o dispositivo de cisalhamento (ODEME, Brasil) foi conduzido em seguida. Microscopia eletrônica de varredura foi usada para análise do padrão de fratura resultante das cimentações produzidas. A análise de variância dois-fatores foi feita considerando rugosidades de superfície e método de tratamento de superfície como variáveis. As adesões feitas nas duas rugosidades foram similares e não houveram diferenças estatisticamente significantes entre os materiais usados para tratar a resina Z100.

Palavras-chave: Cimentação. Resistência ao cisalhamento. Silanos.

ABSTRACT

Self-adhesive cementing resin materials are indicated for cementation of indirect restorations. The aim of the present study was to evaluate the effect of the surface treatment of a composite resin made by the semi-direct technique on the bond strength with the self-adhesive resin cement U200 (3M ESPE, USA), using the universal adhesive system (Single Bond Universal, 3M ESPE), which contains (MDP) and silane in its composition, also using the silane (Angelus, 3M ESPE) and the primer for zirconia (MZ Primer, 3M ESPE). 48 Z100 resin bodies were produced (3M ESPE USA), with dimensions: 12 mm x 2 mm. Each fragment was embedded in acrylic resin, in a half-inch Polyvinyl Chloride (PVC) mold (TIGRE, Brazil). After setting the acrylic resin, the surface of the set was polished with 600 or 1500 silicon carbide sandpaper, in order to create two roughness patterns. Five small cylinders of Z100 composite resin (1.2 mm x 1.5 mm) were cemented with U200 cement on each acrylic resin embedded disc (n=6). The groups were: without the application of silane in group G0 (control), with the application of silane (Angelus, Brazil group G1), primer for zirconia (MZ Primer group G2) and (Single Bond Universal Adhesive, group G3). Photoactivation was performed with the Radii Plus+ for 40 seconds. After cementation, the specimens remained in distilled water for 24 hours. The shear strength test (0.5 mm/minute) in a universal testing machine (EMIC, Brazil) equipped with a 500 N load cell, using the shear device (ODEME, Brazil) was then carried out. Scanning electron microscopy was used to analyze the fracture pattern resulting from the cements produced. Two-factor analysis of variance was performed considering surface roughness and surface treatment method as variables. The adhesions made on the two roughnesses were similar and there were no statistically significant differences between the materials used to treat the Z100 resin.

Keywords: Cementation. Shear strength. silanes.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

10-MDP	10-metacriloiloiloxidecil di-hidrogênio fosfato
Bar	Unidade de pressão
Bis-GMA	Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato
°C	Graus Celsius
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
MPa	Megapascal
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
N	Newtons
n	Número de amostras

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Juntas de PVC utilizando resina acrílica autopolimerizável	27
Figura 2: Confeção de cilindros utilizando resina composta Z100.....	28
Figura 3: Amostras para a utilização da parte experimental	28
Figura 4: Materiais utilizados no processo de cimentação dos corpos de resina composta (Z100 3M ESPE, EUA)	30
Figura 5: Conjuntos de amostras para utilização após a cimentação	31
Figura 6: Armazenamento em água destilada por 24 horas.....	31
Figura 7: Ensaio mecânico Emic 500.	32
Figura 8: Amostras recobertas por fina camada de ouro	33
Figura 9: Microscópio eletrônico de varredura (MEV)	33
Figura 10: Amostras visualizadas através do (MEV). A) Imagem representativa de fratura adesiva; B) Imagem representativa de fratura mista.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Materiais utilizados e composição	29
Quadro 2: Organização dos grupos que foram estudados	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
4 ARTIGO CIENTÍFICO	35
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Avanços da Odontologia adesiva são críticos e muito relevantes para que atendimentos mais conservadores e estéticos possam ser oferecidos aos pacientes. Dentre os materiais restauradores que mimetizam a cor do dente, as cerâmicas e as resinas compostas indiretas podem ser utilizadas inclusive para substituir restaurações como *inlays*, *onlays*, facetas laminadas e coroas (SOARES *et al.*, 2005).

A técnica restauradora indireta pode ser utilizada para restabelecer as funções mecânicas e biológicas do elemento dentário, e gerar adequado controle do contato e contorno das faces proximais, melhorando consequentemente a adaptação marginal do material ao decorrer do tempo (MAKISHI *et al.*, 2016). Não somente a natureza química do material e suas propriedades mecânicas são importantes para o desempenho clínico das restaurações. A longevidade clínica das restaurações indiretas feitas de cerâmica ou resina composta indireta depende do sucesso do tratamento e da cimentação. A técnica de cimentação é determinada pelo tipo de material restaurador – cerâmica ou resinas compostas indiretas (SOARES *et al.*, 2005).

Ao levar em consideração as indicações clínicas para uso de resinas compostas indiretas, em algumas situações esses materiais podem complementar eficazmente as restaurações de cerâmica, visto que os polímeros absorvem de modo relativamente melhor a carga mastigatória oclusal (NANDINI, 2010). A primeira geração de resinas desenvolvidas em laboratório, aconteceu no início da década de 1980 para superar algumas das deficiências inerentes às resinas compostas, incluindo contração de polimerização, polimerização inadequada e restauração de contatos proximais. Apesar disso, esses materiais são caracterizados por apresentar baixa resistência ao desgaste e resultados clínicos insatisfatórios (SOARES *et al.*, 2005).

Essa situação estimulou os fabricantes, no início da década de 1990, a desenvolver uma segunda geração de resinas compostas processadas em laboratório. Essas apresentam uma composição semelhante à das atuais resinas compostas diretas, embora tenham sido processadas por técnicas sofisticadas que combinavam calor, pressão, vácuo e alta intensidade de luz (SOARES *et al.*, 2005).

Os compósitos de resina foram introduzidos na odontologia, inicialmente para serem utilizados como materiais restauradores anteriores. Todavia, com o desenvolvimento desse material, foi avaliada a perspectiva de restauração dos dentes

posteriores. Diante disso, sua formulação passou por significativa evolução, desde que o Bis- GMA foi introduzido na área odontológica em 1962 (NANDINI, 2010). Ainda de acordo com os autores citados previamente, modificações foram realizadas na composição das resinas compostas, como o aumento do teor de carga inorgânica e a redução do tamanho das partículas em sua estrutura. Essas alterações proporcionaram aumento na resistência à flexão e benefícios referentes ao módulo de elasticidade dos compósitos. Logo, estes materiais também começaram a ser usados na técnica restauradora semidireta. Na técnica semidireta, a polimerização da resina ocorre fora da boca com a possibilidade de se fazer um método de pós-cura para aumentar o valor do grau de conversão do material (TARUMI *et al.*, 1999).

Esta etapa extra da cimentação adesiva, é crítica para o desempenho clínico das restaurações. Sem o devido domínio técnico ou uso incorreto dos materiais, não há a formação de uma superfície de material adequado para o contato com o cimento resinoso. Durante a mastigação, as tensões criadas na interface tendem a quebrar a união entre o cimento e a superfície da resina indireta/semidireta. Se não há uma boa união, a adesão entre as duas superfícies pode ser facilmente rompida. Por este motivo, métodos mecânicos e químicos são combinados com o propósito de aumentar o contato do cimento com a superfície rugosa da resina indireta (MATINLINNA *et al.*, 2004; SOARES *et al.*, 2005). De acordo com Peutzfeldt (2001), as resinas usadas na técnica indireta são de composição similar às usadas na técnica direta. A diferença das duas modalidades de tratamento está para restaurações indiretas, que possuem composição idêntica aos materiais de uso direto. O diferencial é a polimerização adicional que os materiais para uso indireto são submetidos. A polimerização que é feita usa mecanismos que causam aumento do grau de conversão do material, como por exemplo a aplicação de calor, pressão é realizada por meios auxiliares, tais como: aplicação de calor, pressão e vácuo. Um método de polimerização pós-cura teria os mesmos benefícios químicos se, além da exposição à luz, a aplicação de calor e pressão fosse usada como meio de aperfeiçoamento de seu grau de conversão no caso das resinas compostas processadas pela técnica semidireta.

O tratamento de superfície de restaurações de resina composta processadas em laboratório utilizando ácido fluorídrico promove uma alteração microestrutural do compósito devido à dissolução das partículas inorgânicas presentes nos compósitos microhíbridos. A dissolução completa das partículas inorgânicas promovida pelo ácido fluorídrico, resulta em uma superfície caracterizada apenas pela presença de matriz

orgânica resinosa, o que torna a interface adesiva restauração/cimento menos resistente ao ambiente oral (SWIFT JR *et al.*, 1992). O tratamento mecânico na superfície de compósitos processados em laboratório com jateamento interno de óxido de alumínio durante dez segundos, gera uma degradação não seletiva da resina e promove uma melhor adesão, sendo esta técnica considerada o método de escolha para aumentar a energia de superfície (MATINLINNA *et al.*, 2004). Seguindo o tratamento mecânico, os materiais devem ser tratados com a solução de silano para aumentar a interação química/física entre o cimento resinoso e a restauração.

O silano é um agente de acoplamento feito de silício orgânico, que permite uma ligação entre cimentos resinosos e compósitos dentários. Este agente de ligação tem uma estrutura química geral, $R'-Si(OR)^3$, onde R' é o grupo organofuncional, tipicamente um metacrilato, que reage ao sistema adesivo ou ao cimento, criando uma ligação covalente após a polimerização. O grupo alquila (R) é hidrolisado a um Silanol (SiOH) criando uma ligação covalente com as partículas inorgânicas de silício (GHASEMI *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2005). A aplicação do silano após o jateamento com partículas de óxido de alumínio aumenta a resistência de união entre resina indireta/semidireta e cimento resinoso (MATINLINNA *et al.*, 2004). Essa técnica objetiva criar porosidade com a abrasão gerada pelas partículas de óxido de alumínio para depois a cobertura do agente silano modificar quimicamente a superfície e torná-la mais apta receber o cimento.

Adesivos contendo (MDP) foram introduzidos com o objetivo de condicionar o substrato dentário sem a aplicação de ácido fosfórico. A molécula de MDP é um monômero funcional que adere quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita (MAKISHI *et al.*, 2016). A união química formada é considerada satisfatória resistindo às intempéries do ambiente oral (CUEVAS-SUAREZ *et al.*, 2020; MAKISHI *et al.*, 2016). Por possuir um radical fosfatado, o (MDP) pode ser usado para união química com óxidos metálicos de partículas inorgânicas, funcionando como monômero de tratamento das ligas metálicas não-nobres (MATSUMURA; TAIRA; ATSUTA, 1999). Dessa forma, pode ser usado para tratar partículas inorgânicas de compósitos resinosos previamente expostas pelo tratamento de superfície mecânico.

Após ser realizado o tratamento de superfície da resina composta indireta, a cimentação deve ser feita. Para tal, os cimentos resinosos autoadesivos têm significativa importância, pois esses cimentos geram facilidade de manuseio, apresentam boa estética e adequação às restaurações indiretas além de proporcionar

uma adaptação adequada. Além disso, combinam as propriedades de adesividade e cimento em uma única etapa, esperando-se deste modo uma menor sensibilidade à técnica durante o procedimento de cimentação (NANDINI, 2010).

A técnica semidireta representa uma modalidade de tratamento que visa aumentar as indicações clínicas da resina composta, reduzindo os trabalhos em laboratório e tendo como uma das vantagens a redução de custo. Isso pode representar tratamento restauradores com menor custo para a população. No entanto, como a oferta de materiais é alta, dúvidas relacionadas à técnica restauradora ou sobre a seleção de materiais podem ocorrer principalmente no momento da cimentação. Dessa forma, há a justificativa de estudos que abordem a cimentação das restaurações semidiretas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

A proposta do presente estudo foi avaliar o efeito de tratamento da superfície de resina indireta (Z100) por meio do ensaio de resistência ao cisalhamento de um cimento autoadesivo aderido à superfície da resina.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a resistência ao cisalhamento de diferentes materiais usados no tratamento da resina composta polimerizada pela técnica semidireta previamente desgastada com a lixa de número 600;
- b) avaliar a resistência ao cisalhamento de diferentes materiais usados no tratamento da resina composta polimerizada pela técnica semidireta previamente desgastada com a lixa de número 1500;
- c) comparar os valores de resistência ao cisalhamento de cada um dos métodos de tratamento de superfície feitos sob a resina composta polimerizada pela técnica semidireta desgastada com a lixa 600 e com a lixa 1500;
- d) avaliar o padrão de fratura após a execução do ensaio de resistência ao cisalhamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, foram produzidos 48 discos de resina composta (Z100, 3M ESPE, EUA) nas seguintes dimensões: 12 mm x 2 mm (Fig. 1). O disco foi polimerizado por 40 segundos usando o aparelho Valo (Ultradent, EUA) a 1000mW/cm². Depois que os 48 discos foram produzidos, foram submetidos ao processo de pós-cura em autoclave (140°C por 15 minutos). A autoclave utilizada é a vapor e pressão, Vitale Class (Cristófoli Biossegurança – Brasil), com 12 litros de capacidade e potência 1.200 Watts.

Cada disco foi embutido em resina acrílica, em um molde de Policloreto de Polivinila (PVC) de meia polegada (Tigre, Brasil). Após a presa da resina acrílica, metade destes conjuntos foi polida manualmente com a lixa de carbeto de silício de número 600 sob refrigeração a água. A outra metade dos conjuntos também foi polida com a mesma lixa 600, de forma manual e usando água como lubrificante, porém, seguiu-se com polimento com lixa de carbeto de silício de granulação mais fina (1500) com o propósito de criar uma superfície mais lisa que o primeiro grupo. Depois de cada sequência de polimento, os conjuntos foram lavados em água corrente.

Figura 1: Juntas de PVC utilizando resina acrílica autopolimerizável e os discos de resina na região central



Fonte: Elaborado pela autora

Para fornecer apoio para o material cimentante, 240 pequenos cilindros de resina Z100 (1,2 mm de diâmetro e 0,8 mm de altura) foram produzidos com o auxílio de um molde de borracha. Cada um dos pequenos discos foi polimerizado por 40 segundos, usando o aparelho fotopolimerizador Radian Plus+.

Figura 2: Material usado para a confecção de cilindros utilizando resina composta Z100



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 3: Amostras para realização da parte experimental



Fonte: Elaborado pela autora

O cimento U200 (3M ESPE, EUA) foi manipulado e com auxílio de uma sonda exploradora fina foi colocado em contato com a base deste pequeno cilindro de Z100 e, em seguida, este foi levado para aderir à superfície do disco de Z100 (Fig. 3). Uma leve pressão manual permitiu extravasamento do cimento. Antes do uso da luz do aparelho, este excesso foi removido com a sonda com o cuidado de não deslocar o cilindro de resina. O cimento/cilindro de resina Z100 foi polimerizado por 20 segundos.

Os conjuntos foram distribuídos aleatoriamente em quatro grandes grupos iniciais, com 6 discos de Z100 cada ($n=6$), sendo: G0 grupo controle, sem tratamento; G1 duas camadas do Silano Angelus; G2 duas camadas do MZ Primer; G3 duas

camadas de adesivo universal (Single Bond Universal). O método de uso de cada um dos produtos está descrito no quadro 2.

Em cada disco, foram feitas 5 repetições de cimentação. Essas colagens de cilindros Z100 ocorreu nas superfícies com rugosidade produzida pela lixa 600 e com padrão de desgaste final de lixa 1500.

Quadro 1: Materiais utilizados e composição

Material/ Fabricante	Composição
Resina Z100/3M ESPE	• Bisfenol-A glicidilmetacrilato (Bis-GMA). • Trietilenoglicolmetacrilato (TEGDMA). • Zircônia (Sílica).
Cimento resinoso Dual RelyX U200/3M ESPE.	• Monômeros mono, di e/ou multi-metacrilatos. • Bisfenol-A glicidilmetacrilato (Bis-GMA). • Trietilenoglicol (TEGDMA). • Dimetacrilato de uretano (UDMA). • Hidroxietilmetacrilato (HDMA). • Metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato (10-MDP). • Partículas de carga inorgânica: quartzo, vidro de bário, sílica coloidal.
Single Bond Universal/ 3M ESPE	• Silano, água, iniciadores de etanol, copolímero do ácido polialcenóico modificado por metacrilato, HEMA, resina dimetacrilato, MDP e partículas de carga.
Silano/Angelus	• Silano, etanol, grupo metileno, silício.
MZ Primer/ Angelus	• Bis (2-methacriloiloxi etil) piromellitato, HEMA-P (Methacriloiloxi etil Dihidrogênio Fosfato), ácido metacrilato, peróxido de benzoíla, solvente (acetona).

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 2: Organização dos grupos que foram trabalhados

Grupos avaliados	Tratamento de superfície
G0 (Grupo controle)	Sem tratamento de superfície
G1	Aplicação de duas camadas de Silano (Angelus). A aplicação deste produto, foi realizada com o auxílio de um microbrush. O Silano foi aplicado de forma ativa, por um minuto. Em seguida um leve jato de ar a aproximadamente 5cm de distância foi efetuado por 20 segundos, para volatilizar o solvente do produto.
G2	Aplicação de duas camadas de primer cerâmico (MZ Primer). O uso deste produto, foi realizado com o auxílio de um microbrush. O primer cerâmico foi aplicado de forma ativa, por três minutos. Em seguida um leve jato de ar a aproximadamente 5cm de distância foi efetuado por 20 segundos, para volatilizar o solvente do produto.
G3	Aplicação de duas camadas de (Adesivo Universal Single Bond). A aplicação deste produto, foi realizada com o auxílio de um microbrush. O Adesivo Universal, foi aplicado de forma ativa, por vinte segundos. Em seguida um leve jato de ar a aproximadamente 5cm de distância foi efetuado por 5 segundos, para volatilizar o solvente do produto.

Fonte: Elaborado pela autora

Posteriormente a etapa de confecção e tratamento de superfície, foi realizada a cimentação dos cilindros de resina composta na superfície do molde de Policloreto de Polivinila (PVC) de meia polegada.

Figura 4: Materiais utilizados no processo de cimentação dos corpos de resina composta (Z100 3M ESPE, EUA)



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 5: Conjuntos de amostras preparadas para o ensaio mecânico



Fonte: Elaborado pela autora

Depois das cimentações, os conjuntos foram armazenados em água destilada por 24 horas, em temperatura ambiente (Fig. 6).

Figura 6: Armazenamento em água destilada por 24 horas



Fonte: Elaborado pela autora

O ensaio mecânico realizado foi o de cisalhamento. Cada corpo de prova, o disco de Z100 embutido em resina acrílica, permaneceu preso em no dispositivo para ensaios de cisalhamento (Odeme, Brasil) adaptado à máquina de ensaios universais Emic 500 (Emic, São José dos Pinhais, Brasil). A velocidade de movimentação do cinzel da haste superior foi de 0,5 mm por minuto. A força em Newtons (N) da quebra dos corpos de prova foi anotada para que posteriormente fosse convertida em Mega Pascal (MPa) em função da área de contato do cimento com cada corpo de resina composta (Z100 3M, ESPE) confeccionado (área=1,13 mm²). Os testes foram realizados 24 horas após a cimentação dos cilindros de resina.

Figura 7: Ensaio mecânico Emic 500



Fonte: Elaborado pela autora

Os dados em MPa, foram analisados com o (GraphPad EUA), em sua normalidade. Em seguida, a superfície da resina indireta foi examinada em função do seu padrão de fratura, com a lupa AxioCam Erc 5s- (ZEISS, Oberkrochen, Alemanha) com aumento de cinco vezes, para a classificação da fratura. As fraturas foram classificadas em adesiva, mista ou coesivas no material resinoso.

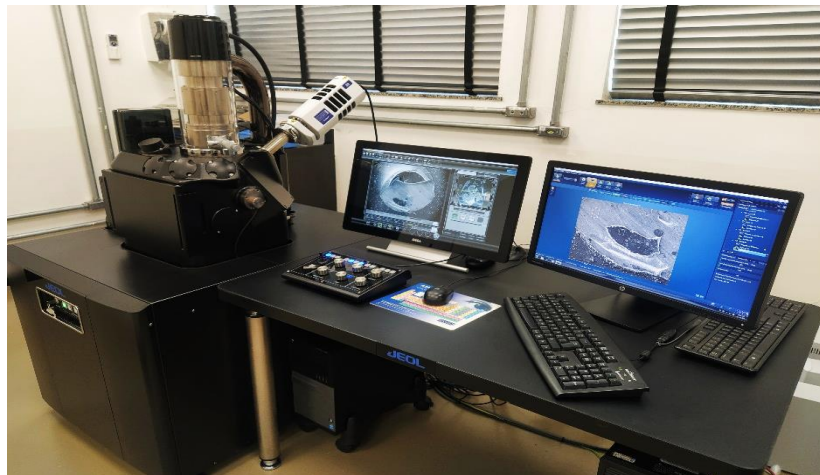
Foi realizada também, a análise dos corpos de prova fraturados utilizados no estudo por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV, JEOL, JSM-IT300, Japão). As amostras foram acopladas no (MEV) e analisadas pelo programa IT300. Para que as mesmas fossem precisamente visualizadas, foi realizado uma cobertura com fina camada de ouro, com finalidade de torná-las mais condutoras de elétrons. Após análise de cada amostra por meio do programa IT300, foi realizada ampliação de 40 vezes, para que a classificação da fratura pudesse ser feita.

Figura 8: Amostras recobertas por fina camada de ouro



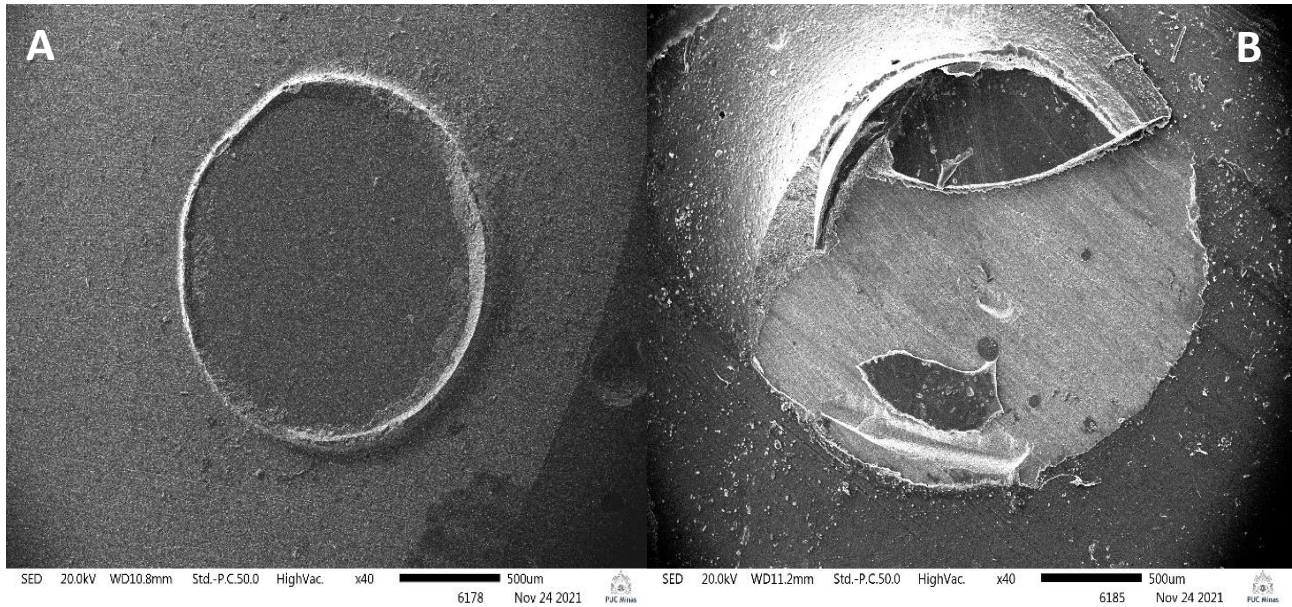
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 9: Microscópio eletrônico de varredura (MEV)



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 10: Amostras visualizadas através do (MEV). A) Imagem representativa de fratura adesiva; B) Imagem representativa de fratura mista



4 ARTIGO CIENTÍFICO

Effect of roughness and surface treatment of a resin processed by the semi-direct technique on the bond strength with a self-adhesive cement

Periódico para o qual o artigo será submetido: **Restorative Dentistry Endodontics (Qualis A3).**

As normas para submissão do periódico encontram-se no link abaixo:
<https://www.rde.ac>

Prótese Dentária

Effect of roughness and surface treatment of a resin processed by the semi-direct technique on the bond strength with a self-adhesive cement

Júlia Couto Mamede¹, Aline Márcia Rocha², Natalya Santos Salvo², Paulo Isaias Seraidarian³, Alberto Nogueira da Gama Antunes³

¹ Master's Student of the Postgraduate Program in Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

² Students of the Undergraduate Course in Dentistry, Department of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

³ Adjunct Professor, Department of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Correspondence: Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes, Programa de Pós-graduação em Odontologia – PUC Minas, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 – Coração Eucarístico, ZIP: 30535-901 – Belo Horizonte/MG, Brazil, Telephone: +55 31 9587- 5312
E- mail: antunes1978@gmail.com

ABSTRACT

Self-adhesive resin materials are indicated for cementation of indirect restorations. *Objective:* The aim of the present study was to evaluate the effect of surface treatment of a composite resin made by the semi-direct technique on the bond strength with self-adhesive resin cement U200 (3M ESPE, USA), using the universal adhesive system (Single Bond Universal, 3M ESPE), which contains (MDP) and silane in its composition, also using silane (Angelus, 3M ESPE) and the zirconia primer (MZ Primer, 3M ESPE). *Methods:* Forty-eight Z100 resin bodies (3M ESPE USA) were produced, with dimensions: 12 mm x 2 mm. Each fragment was embedded in acrylic resin, in mold of Polyvinyl Chloride (TIGRE, Brazil). After that, the surface of the set was polished with 600 or 1500 silicon carbide sandpaper, in order to create two different roughness patterns. Five small cylinders of Composite Resin Z100 (1.2 mm x 1.5 mm) were cemented with U200 cement on each disc embedded in acrylic resin (n=6). The groups were: without the application of silane in group G0 (control), with the application of silane (Angelus, Brazil group G1), primer for zirconia (MZ Primer group G2) and (Universal Single Bond Adhesive, Group G3). Photoactivation was performed with Radii Plus+ for 40 seconds. After cementation, the specimens remained in water for 24 hours. The shear strength test (0.5 mm/minute) in a universal test machine (EMIC, Brazil) equipped with a load cell of 500 N, using the shear device (ODEME, Brazil) was then conducted. Scanning electron microscopy was used to analyze the fracture pattern resulting from the cementations produced. *Results:* Two-factor variance analysis was performed considering surface roughness and surface treatment method as variables. *Conclusion:* The adhesions made in the two roughness were similar and there were no statistically significant differences between the materials used to treat the Z100 resin.

Keywords: Cementation; Shear strength; Silanes.

INTRODUCTION

Advances in adhesive dentistry were crucial and necessary so that more conservative and aesthetic treatments can be offered to patients¹. The indirect restorative technique can be used to restore the mechanical and biological functions of the dental element, allowing better marginal adaptation of the material². The cementing technique is determined by the type of restorative material – ceramics or indirect composite resins¹.

Indirect composite resins, in some clinical situations, can effectively replace ceramic restorations³. The first generation of resins developed in the laboratory, happened in the early 1980s to overcome some of the deficiencies inherent to composite resins, including polymerization contraction and restoration of proximal contacts¹. This situation encouraged manufacturers in the early 1990 to develop a second generation of laboratory resins - composite resins processed in laboratory¹. With the development of this type of material, the perspective of restoration of the posterior teeth with the composite resin was evaluated and its formulation has undergone significant evolution since Bis-GMA was introduced in the dental area in 1962³.

Modifications were made in the composition of composite resins, such as the increase of the inorganic load content and the reduction of particle size in its structure. Soon, these materials also began to be used in the semi-direct restorative technique. The semi-direct technique benefits from the polymerization of the resin being developed outside the mouth with the possibility of making a post-cure method to increase the value of the degree of conversion of resin materials⁴.

Without proper technical mastery or incorrect use of materials, there is no creation of a surface suitable for contact with luting material. This is why mechanical and chemical methods are combined with the purpose of increase the contact of resin cement with the asperized surface of indirect resin^{1,5}. According to Peutzfeldt⁶, the resins used in indirect technique are of similar composition to resin materials applied in the direct technique. The differential is the additional polymerization procedures.

The surface treatment of composite resin restorations processed in the laboratory using hydrofluoridric acid promotes a microstructural change of composite⁷ and should not be used as surface treatment method in the case of resin material. Mechanical treatment on the surface of laboratory-processed composites with internal aluminium oxide blasting for ten seconds generates a non-degradation selective resin and promotes better adhesiveness, and this technique is considered the preferred method of choice to increase surface energy⁵.

Silane is a coupling agent made of organic silicon, which allows a connection between the organic and inorganic phases of dental composites^{1,8}. The application of silane after blasting

with aluminum oxide particles increases the bond strength between indirect/semi-direct resin and resin cement⁵.

Adhesives that contain MDP were introduced in order to condition dental tissue without the application of phosphoric acid. The MDP molecule is a functional monomer that chemically interacts to hydroxyapatite calcium^{2,9}. As it has a phosphate radical, it can be used for chemical bond with the metal oxides of inorganic particles¹⁰.

After the surface of the indirect composite resin is treated, cementation can be done. For this, self-adhesive resin cements have significant importance. These cements combine the properties of adhesivity and cementation in a single step, thus expecting a lower sensitivity to the technique during the cementation procedure³.

The semi-direct technique represents a treatment modality that aims to increase the number of clinical applications of composite resin. Situations that would previously require service from an external laboratory are within the reach of the dentist at a reduced cost. However, as the supply of materials is high, doubts related to the restorative technique or about the selection of materials can occur mainly at the time of cementation.

MATERIAL AND METHODS

For the present study, 48 composite resin discs (Z100, 3M ESPE, USA) were produced in the following dimensions: 12 mm x 2 mm (Figure 1). The disc was polymerized for 40 seconds using the Valo (Ultradent, USA) at 1000 mW/cm². After the 48 discs were produced, they were submitted to the autoclave post-cure process (140°C for 15 minutes). The autoclave used is steam and pressure, Vitale Class (Cristófoli Biosafety – Brazil), with 12 liters of capacity and power 1,200 Watts.

Each disc was embedded in acrylic resin, in a half-inch Polyvinyl Polychloride (PVC) mold (Tigre, Brazil). After the acrylic resin is fastened, half of these assemblies were manually polished with silicon carbide sandpaper number 600 under cooling the water. The other half of the sets were also polished with the same sandpaper 600, manually and using water as a lubricant, but followed with polishing with thinner granulated silicon carbide sandpaper (1500) with the purpose of creating a smoother surface than the first part of the Z100 discs embedded in acrylic resin. After each polishing sequence, the sets were washed under tap water.

To provide support for the cementing material, 240 small Z100 resin cylinders (1.2 mm in diameter and 0.8 mm in height) were produced with the aid of a rubber mold. Each of the small discs was polymerized for 40 seconds using the Radii Plus+ light curing device.

The U200 cement (3M ESPE, USA) was manipulated and with spatula and with the aid of a thin explorer probe was used to carry the cement at the base of the Z100 disk (Figure 3). A slight manual pressure allowed extravasation of the cement. Before using the light of the appliance, this excess was removed with the probe but very careful not to dislocate the cylinder from its initial position. The Z100 resin cement/cylinder has been polymerized for 20 seconds.

The sets were randomly distributed into four large initial groups, with 6 disks of Z100 each (n=6), being: G0 control group, without treatment; G1 two layers of Silane Angelus; G2 two layers of MZ Primer; G3 two layers of universal adhesive (Single Bond Universal). The method of use of each of the products is described in Table 2.

In each disc, five cementations were performed so the mean of those were used to the statical analysis. These Z100 cylinder bonding procedures occurred on the rough surfaces produced by sandpaper 600 and/or with final wear pattern of sandpaper 1500.

Frame 1. Materials used and composition

Material/ Manufacturer	Composition
Z100/3M ESPE Resin	• Bisfenol-A glicidilmetacrilato (Bis-GMA). • Trietilenoglicolmetacrilato (TEGDMA). • Zirconia (Silica).
Dual RelyX U200/3M ESPE resin cement.	• Mono, di and/or methacrylate monomers. • Bisfenol-A glicidilmetacrilato (Bis-GMA). • Trietilenoglicol (TEGDMA). • Urethane dimethacrylate (UDMA). • Hidroxietilmetacrilato (HDMA). • Methacryloyloxydecil dihidrogênio phosphate (10-MDP). • Inorganic charge particles: quartz, barrio glass, colloidal silica.
Single Bond Universal/ 3M ESPE	• Silane, water, ethanol primers, copolymer of polyalenoic acid modified by methacrylet, HEMA, dimethacrylast resin, MDP and charge particles.
Silane/Angelus	• Silane, ethanol, methylene group, silicon.
MZ Primer/ Angelus	• Bis (2-methacryloyloxy ethyl) pyromellitate, HEMA-P (Methacryloyloxyethyl Dihydrogênio Phosphate), methacrylate acid, benzoyl peroxide, solvent (acetone).

Frame 2. Organization of the groups that have been studied

Groups evaluated	Surface treatment
G0 (Control Group)	No surface treatment
G1	Application of two layers of Silano (Angelus). The application of this product was carried out with the aid of a microbrush. Silane was actively applied for one minute. Then a light air jet approximately 5 cm away was made for 20 seconds, to volatize the solvent of the product.
G2	Application of two layers of ceramic primer (MZ Primer). The use of this product was carried out with the aid of a microbrush. The ceramic primer was actively applied for three minutes. Then a light air jet approximately 5 cm away was made for 20 seconds, to volatize the solvent of the product.
G3	Application of two layers of (Universal Single Bond Adhesive). The application of this product was carried out with the aid of a microbrush. The Universal Adhesive was actively applied for twenty seconds. Then a light air jet approximately 5 cm away was made for 5 seconds, to volatize the solvent of the product.

After the preparation stage, the composite resin cylinders were cemented on the surface of the polyvinyl (PVC) mold of half an inch.

After cementation, the sets were stored in distilled water for 24 hours at room temperature.

The shear bond strength was then conducted. The Z100 disc embedded in acrylic resin, was fixed to the shear testing device (Odeme, Brazil) adapted to the Emic 500 universal testing machine (Emic, Saint Joseph of the Pine, Brazil). The chisel movement speed of the upper shank was set to 0.5 mm per minute. The force in Newtons (N) that led to the fracture of the specimens was noted so that it was later converted into Mega Pascal (MPa) as a function of the contact area of the cement with each composite resin body (Z100 3M, ESPE) made (area of 1.13 mm^2). The tests were performed 24 hours after cementation of the resin cylinders.

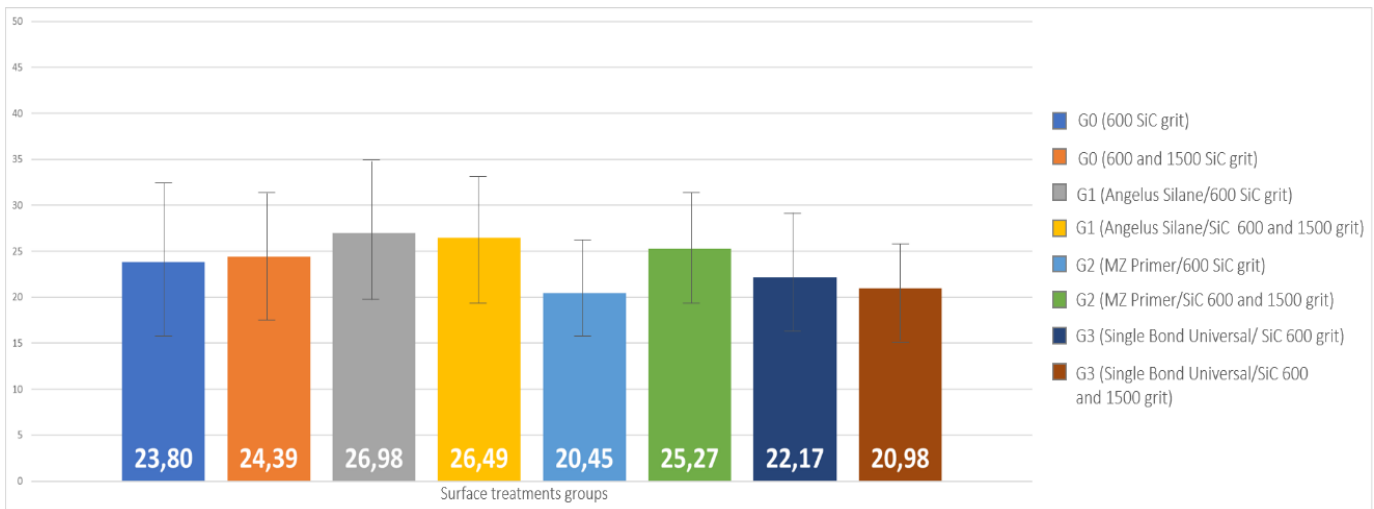
The data in MPa were analyzed with the (GraphPad, USA) in its normality. Then, the surface of the indirect resin was examined according to its fracture pattern, with the AxioCam Erc 5s- magnifying glass (ZEISS, Oberkrochen, Germany) with a 5x augmentation for the classification of the fracture. Fractures were classified as adhesive, mixed or cohesive in the resinous material.

Some fractured specimens used in the study was also visualized using the scanning electron microscope (SEM, JEOL, JSM-IT300, Japan). Each fracture area was gold sputtered and images at 40X of magnification were done aiming a better view of the failure site.

RESULTS

Shear resistance

The values of the groups in MPa are found in figure 1. The 2-way ANOVA (Table 1) evaluated the surface type factors, provided by sandpaper 600 or polishing up to 1500, and treatment method, corresponding to the materials used in the surface treatment process. According to table 1, it was verified that the factor "treatment method" ($p=0.422994703$) and "surface" ($p=0.680274505$), as well as the interaction ($p=0.782423531$), did not present statistically significant results. Thus, the surface, smoother or less smooth, as well as the treatment method did not produce statistically significant values.

Graph 1. MPa values of the bond shear strength test**Table 1.** Two way- ANOVA

<i>Cause of variation</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F critical</i>
Treatment method	174,0164129	3	58,00547097	0,955702	0,422994703	2,838745
Surface	10,45893408	1	10,45893408	0,172322	0,680274505	4,084746
Interaction	65,48920625	3	21,82973542	0,359668	0,782423531	2,838745
Residue	2427,763189	40	60,69407972			
Total	2677,727742	47				

Fracture pattern

The analysis of the fracture pattern (Graph 1) revealed that the predominant fracture was the adhesive type. In group G1 with sandpaper of 1500 there was a greater balance between the types of fracture. Cohesive fracture in resin outst material was not found. Then, representative fractures were analyzed on through scanning electronic microscopy (40x of magnification) as seem in figure 1.

Figure 2. Distribution of fracture pattern of the groups evaluated

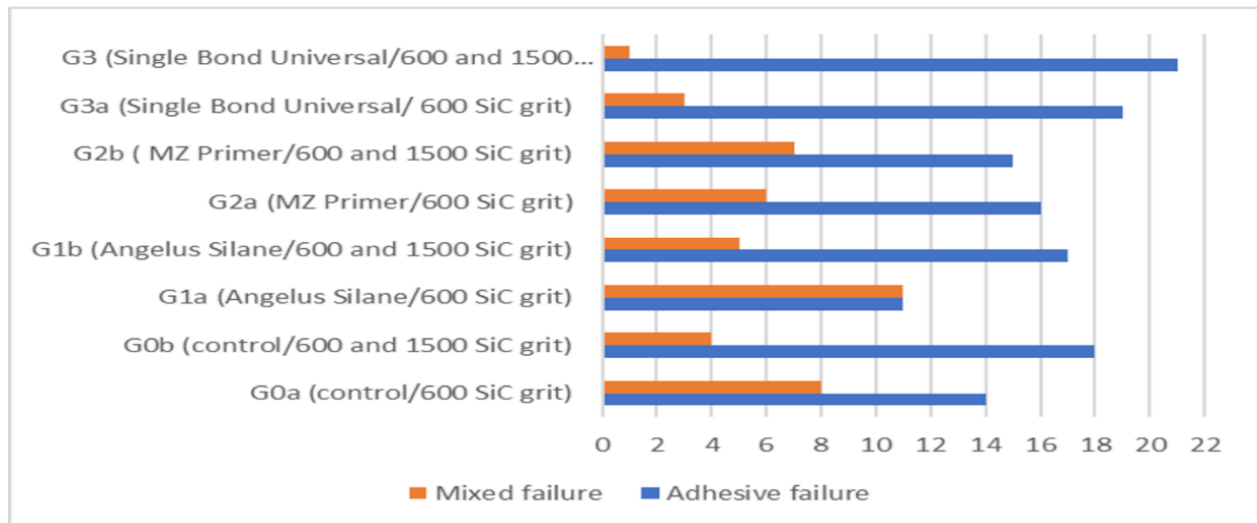
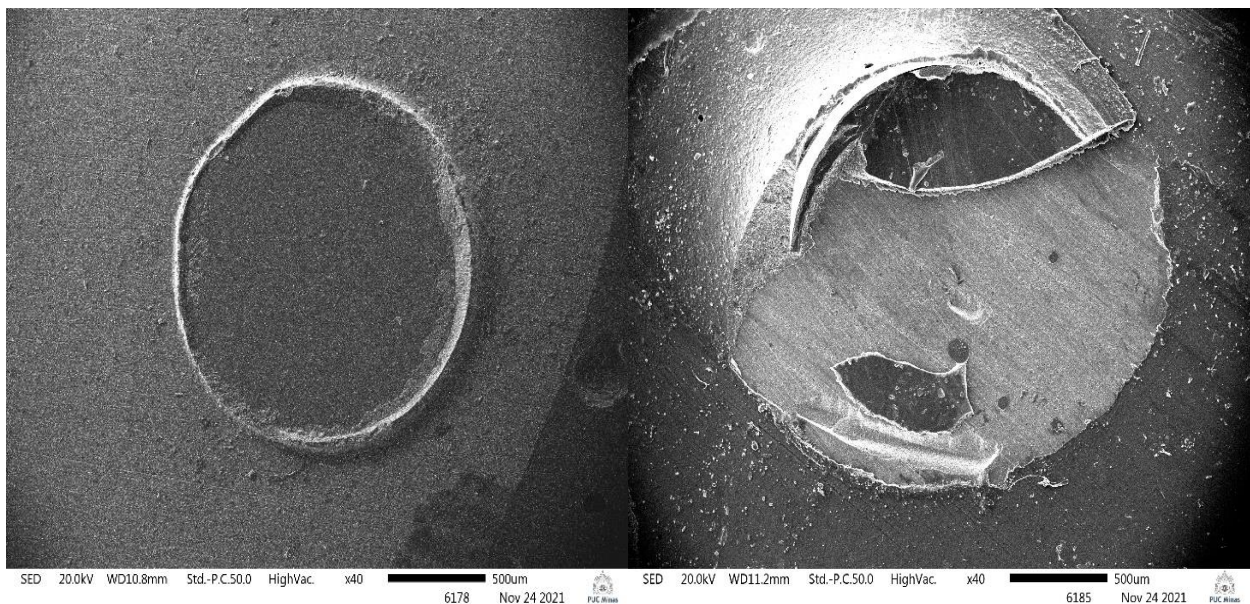


Figure 3: Samples visualized through scanning electronic microscopy. A) Representative image of adhesive fracture; B) Representative image of mixed fracture showing both cohesive fracture of the resins cement and adhesive failure.



DISCUSSION

Composite resin is always associated with direct restorative procedures. In shallow cavities or medium depth, selecting the restorative technique is ideal for the rehabilitation of shape and function. There are situations in which this choice is not possible, such as the example of larger cavities or when there is a need for cusp rehabilitation. At this point, the indirect restorative technique should be chosen, but it is not only due to a greater chance of fracture of the material. When restoring a tooth with very wide and deep cavity design, there is the problem

of controlling the stresses developed at the moment of polymerization of the material¹¹. Also, according to the authors mentioned above, high contraction values produce deflexion of the cusps and risk of dental fracture. Using the indirect or semi-direct technique does not allow the resin contraction to break the adhesive layer created by the hybridization during the photoactivation.

Composite resin is a restorative material that presents in its composition Bis-GMA monomers converted into polymers after their photoactivation. This type of material is used indirect, indirect and semi-indirect techniques, and can effectively replace ceramic restorations³. In the semi-direct or indirect technique, the restoration structure is done outside the oral environment, eliminating the effects of polymerization contraction¹². After production, the prosthetic part should be cemented to the tooth by means of adhesive systems and resin cements. Cementation with self-adhesive cements emerged recently and is an interesting material for its simplicity and for dispense with the use of adhesive systems on the dental substrate. Nevertheless, the inner part of the prosthetic parts should not be neglected. There are ways to deal with the internal surface of the restoration, the one that will be in contact with resin cement/tooth, in order to improve the contact between the cement and the prosthetic part¹³.

The proposal of surface treatment of an indirect restoration, regardless of its chemical nature, is to modify its surface to make it more compatible with cementing material of resinous nature⁶. Generally, mechanical treatment with aluminum oxide is used for the treatment of indirect restorations. In this mode, particles of a size of 50 μm leaves the tip of the device with pressure of 2 Bar. By hitting the surface with high speed, the particle impact creates micro irregularities in the surface and thus there is an increase of the surface area of the indirect restoration. This allows, for example, that even self-adhesive cement increases its filling capacity and creates a greater number of chemical bonds with the inner part of the indirect resin restoration².

In the present study, blasting was not used, but the effects of a mechanical treatment were simulated with manual polishing with 600 and/or 1500 sandpaper. According to table 1, there was no statistically significant difference as a function of surface roughness. Within each condition (G1, G2 or G3) the seizures that occurred on a rougher or less rough surface was the same. There was no increase when silane was applied. This result is in accordance with a study by Fuentes et al. 2013¹⁴ that did not find significant differences when the union strength of a resin produced by the semi-direct technique (Z250, 3M ESPE) cemented with self-adhesive cements with and without silane was compared.

Silane is a coupling agent made of silicon that allows a connection between the organic and inorganic phases of dental composites⁸. The intention of its use in the present study is to act on the surface of the inorganic particle of the Z100 resin, formed by the silicon-zirconia mixture exposed by sanding. Despite this, its effect was not enough to cause increased values of union resistance, even when the final finish with silicon carbide sandpaper 600, the roughest of the study, was employed. The same reasoning would be valid for the action of the MZ Primer, which contains the Hema-P and the Universal Single Bond adhesive, formed by MDP. The two materials present resin monomer with phosphate radical with chemical union property to basic metal oxides. It is speculated that the action of these monomers self-conditioning can happen on the surface of the particle exposed by abrasion with the sandpaper, in the same way as idealized by the action of silane.

The fracture pattern of the most frequent groups evaluated was the adhesive type (Figure 2 and 3), with total displacement of cement from the surface of the semi-direct resin. The cohesive fracture was not found. In group G1 with sandpaper of 1500 there was a greater balance between the types of fracture, despite that the adhesive failure was the most predominant.

Although statistically significant differences have not been observed between treatment materials and surface roughness, it is difficult to affirm that this same result would remain the same over time in a wet environment. This is why future studies should evaluate bond strength in samples stored in moist medium for example. Subjecting the bonding interface to a hydrolytic challenge, under in vitro studies, might be a good way to simply test any surface treatment method. Another suggestion is the type of cementing material. In the future, new resin materials must be tested in the same way that the present study evaluated.

CONCLUSION

Within the limitations of the present study, it was possible to conclude that there were no statistically significant differences between the different products used to treat the surface of the Z100 resin in the two wrinkles tested (produced by sandpaper 600 and 1500). Similarly, there is no marked difference in relation to the fracture pattern found. Adhesive failure was the most frequent in all groups.

REFERENCES

1. Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(4):224-35.
2. Makishi P, André CB, Silva JPL, Bacelar-Sá R, Correr-Sobrinho L, Giannini M. Effect of storage time in bond strenght performance of multimod adhesives to indirect resin composite and lithium dissilicate glass ceramic. *Oper Dent*. 2016;41(5):541-51.
3. Nandini S. Indirect resin composites. *J Conserv Dent*. 2010;13(4):184-94.
4. Tarumi H, Imazato S, Ehara A, Kato S, Ebi N, Ebisu S. Post-irradiation polymerization of composites containing bis-GMA and TEGDMA. *Dent Mater*. 1999;15:238-42.
5. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont*. 2004;17(2):155-64.
6. Peutzfeldt, A. Indirect resin and ceramic systems. *Oper Dent*. 2001,2001(Suppl.6):153-76.
7. Swift EJ Jr, Brodeur C, Cvitko E, Pires JA. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater*. 1992;8(3):193-6.
8. Ahmadzadeh A, Ghasemi Z, Panahandeh N, Panahandeh X, Golmohammadi F, Kavyani A. Effect of silane on shear bond strength of two porcelain repair systems. *J Dent Sch*. 2016;34(1):9-18
9. Cuevas-Suárez CE, da Rosa WLO, Vitti RP, da Silva AF, Piva E. Bonding strength of universal adhesives to indirect substrates: a meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthodont*. 2020;29:298-308.
10. Matsumura H, Taira Y, Atsuta M. Adhesive bonding of noble metal alloys with a triazine dithiol derivative primer and an adhesive resin. *J Oral Rehabil*. 1999;26(11):877-82.
11. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res*. 1996;75(3):871-8.
12. Touati B, Aidan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent*. 1997;9(3):108-18.
13. Kalavacharla V, Lawson N, Ramp L, Burgess J. Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Oper Dent*. 2015;40:372-8.
14. Fuentes MV, Ceballos L, González-López S. Bond strength of self-adhesive resin cements to different treated indirect composites. *Clin Oral Invest*. 2013;17:717-24.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Modificar a superfície de uma restauração indireta é geralmente conhecido como tratamento de superfície. Este processo implica, em uma alteração morfológica da parte interna da restauração indireta.

Mediante o presente estudo realizado, foram analisadas diferentes rugosidades (Lixa de Carbetto de Silício 600/1500) no intuito de simular peças protéticas que foram abrasionadas em menor ou maior quantidade. Diante deste fator, analisamos o comportamento de preenchimento do agente utilizado como tratamento de superfície, através de uma adesão imediata para os grupos (G1, G2 e G3). Foi possível avaliar que, o comportamento do cimento resinoso autoadesivo U200 (3M ESPE, EUA) em relação a superfícies rugosas e lisas não apresentou diferenças significativas constatadas.

No que tange aos aspectos referentes à união entre resinas indiretas e cimentos resinosos autoadesivos, poucos foram os artigos encontrados na literatura. Em contrapartida, são consideráveis os estudos que fazem essa avaliação em cerâmicas.

REFERÊNCIAS

- CUEVAS-SUÁREZ, C.E. *et al.* Bonding strength of universal adhesives to indirect substrates: a meta-analysis of in vitro studies. **Journal of Prosthodontics**, v.29, n.4, p. 298-308, Apr. 2020.
- GHASEMI, A. *et al.* Effect of silane on shear bond strength of two porcelain repair systems. **Journal of Dental School**, v.34, n.1, p. 9-18, 2016.
- MAKISHI, P. *et al.* Effect of storage time in bond strength performance of multimod adhesives to indirect resin composite and lithium dissilicate glass ceramic. **Operative Dentistry**, v.41, n.5, p. 541-551, 2016.
- MATINLINNA, J.P. *et al.* An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. **The International Journal of Prosthodontics**, v.17, n.2, p. 155-164, Mar./Apr. 2004.
- MATSUMURA, H.; TAIRA, Y.; ATSUTA, M. Adhesive bonding of noble metal alloys with a triazine dithiol derivative primer and an adhesive resin. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.26, n.11, p. 877-882, Nov. 1999.
- NANDINI, S. Indirect resin composites. **Journal of Conservative Dentistry**, v.13, n.4, p. 184-194, Oct./Dec. 2010.
- PEUTZFELDT, A. Indirect resin and ceramic systems. **Operative Dentistry**, v.2001, Suppl. 6, p. 153-176, Aug. 2001.
- SOARES, C.J. *et al.* Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.17, n.4, p. 224-235, 2005.
- SWIFT JR, E.J. *et al.* Treatment of composite surfaces for indirect bonding. **Dental Materials**, v.8, n.3, p. 193-196, May 1992.
- TARUMI, H. *et al.* Post-irradiation polymerization of composites containing bis-GMA and TEGDMA. **Dental Materials**, v.15, n.4, p. 238-242, July 1999.