



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
- MESTRADO



EMERSON DELAZARI DONINI

Avaliação da resistência de união em reparos entre resinas compostas bulk fill,
bulk fill flow e nanoparticulada envelhecidas.

Cascavel

2017

EMERSON DELAZARI DONINI

Avaliação da resistência de união em reparos entre resinas compostas bulk fill,
bulk fill flow e nanoparticulada envelhecidas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Marcio José Mendonça

Cascavel

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Sistema de Bibliotecas - UNIOESTE)

D737a	<p>Donini, Emerson Delazari. Avaliação da resistência de união em reparos entre resinas compostas bulk fill, bulk fill flow e nanoparticulada envelhecidas. / Emerson Delazari Donini. --- Cascavel (PR), 2017. 28 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Márcio José Mendonça. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Campus de Cascavel, 2017, Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Inclui Bibliografia</p> <p>1. Reparo. 2. Resina bulk-fill. 3. Força de união. I. Mendonça, Márcio José. II. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 617.6</p>
-------	--



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel CNPJ 78680337/0002-65
Rua Universitária, 2069 - Jardim Universitário - Cx. P. 000711 - CEP 85819-110
Fone:(45) 3220-3000 - Fax:(45) 3324-4566 - Cascavel - Paraná



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

EMERSON DELAZARI DONINI

Avaliação da resistência de união de reparos entre resinas compostas bulk fill, bulk fill flow e nanoparticulada envelhecidas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Odontologia, linha de pesquisa Patologia Aplicada À Clínica Odontológica, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a) - Marcio José Mendonça

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Virginia Bosquíroli

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Adriana de Oliveira Silva

Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Cascavel, 3 de março de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação à minha esposa Vera por seu incondicional amor e suporte em todos os momentos, principalmente nos de maior dificuldade e também aos meus filhos Isabela e Pedro, que iluminam minha vida de forma especial e me dão motivos para continuar sempre buscando dar o melhor de mim. Também a dedico aos meus pais Antonio e Maria Suely com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram e fazem por mim ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus por todos os dias de minha vida.

Agradeço de forma especial ao Professor Doutor Marcio José Mendonça, meu orientador, que prontamente me socorreu e teve toda paciência de um verdadeiro “Professor” me ajudando a produzir este trabalho.

Agradeço ainda a todos os professores deste mestrado, que tão importantes foram nesta etapa de minha vida na busca da realização dos meus sonhos.

Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Agradeço às minhas Irmãs Marisa e Ana Paula por serem, desde sempre, minhas maiores amigas e por acreditarem em mim.

Agradeço a todos os meus colegas desta terceira turma do programa de mestrado em Odontologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná que desde o início desta jornada se mostraram verdadeiros amigos sempre solícitos.

Ao meu parceiro de laboratório Saulo Vinícius da Rosa que não poupou esforços para colaborar nesta pesquisa em todos os momentos.

Aos meus grandes amigos da turma XLVII - 90/1 de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina, que juntos iniciamos essa caminhada.

A todos os mestres que até hoje contribuem para minha formação, em especial ao mestre e amigo, professor Amaury de Moraes Silveira, que me estendeu a mão quando eu muito precisei.

Ao meu Amigo Douglas André Roesler por todo incentivo para que eu participasse desse mestrado.

Ao meu colega de mestrado Felipe Ricardi que muito colaborou nesta pesquisa nos auxiliando sempre que necessário no laboratório.

Ao técnico de laboratório, Marcelo, por sua colaboração.

A todos os funcionários da Unioeste que de alguma forma colaboraram conosco nesta empreitada.

Avaliação da resistência de união em reparos entre resinas compostas bulk fill, bulk fill flow e nanoparticulada envelhecidas.

RESUMO

Os reparos em restaurações em resina composta podem ser uma alternativa conservadora para solucionar falhas de adaptação das mesmas, pois preserva partes do dente que normalmente seriam removidas durante uma troca completa. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência de união das resinas compostas pós-reparo e envelhecimento em diferentes soluções (água destilada, água/álcool 75% e ácido nítrico 0,02N). Foram utilizadas cinco resinas compostas, sendo uma resina nanoparticulada (Z350) e quatro resinas bulk fill (Filtek Bulk fill (FBF), Filtek Bulk Fill Flow (FBFF), Surefill SDR Flow (SURE) e Opus Bulk Fill Flow (OPUS)). Foram confeccionados corpos de prova (CP) de 2x2x5 mm em molde de silicone pré-fabricado e envelhecidas por 30 dias, após esse período as resinas receberam o tratamento de superfície e logo após o reparo, tornando-se um CP com 2x2x10mm. Os reparos foram realizados no mesmo molde de silicone através da combinação entre todas as resinas da amostra, formando 75 grupos (n=10), sendo imersas novamente por 30 dias nas soluções avaliadas. Após, os CP foram submetidos ao teste de tração com a máquina DL-200 MF – Emic linha DL. Os valores médios obtidos para cada CP foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis, seguido do pós-teste de Dunn, ($p < 0,05$). De acordo com a metodologia experimental para a base de Z350 envelhecida em água destilada, os reparos feitos com a própria Z350 (5,82+2,10) e com a FBFF (5,88+3,06) não houve diferenças estatísticas significantes. Para os reparos entre a FBF (7,44+1,68) e OPUS (7,25+2,85) não houve diferenças estatísticas significantes, porém elas foram superiores à SURE (3,59+1,57). Na solução água/álcool 75%, todos os reparos feitos na base Z350 mostraram-se semelhantes estatisticamente. Para a solução de ácido nítrico 0,02N e para a base de Z350, os reparos com a FBFF (4,37 +1,08) e SURE (4,44+1,29) não mostraram diferenças entre si e com as FBF (3,37+0,54) e OPUS (5,43+1,21), mas foram superiores aos reparos com a Z350 (2,27+0,61). Quando a base foi a FBF e a solução a água destilada, os reparos com FBF (4,90+1,98), FBFF (5,50+1,56) e SURE (6,08+2,01) não mostraram diferenças às demais. Reparos com a OPUS (7,32+1,74) foram superiores, comparados à Z350 (3,82+1,85). FBF como base na solução de água/álcool 75% e ácido nítrico 0,02N os reparos não mostraram diferenças entre si. Para a

base de FBFF na água destilada, o reparo com a mesma FBFF (7,64+2,86) não mostrou diferenças com as demais resinas. Z350 (3,53+1,55) quando comparada às resinas bulk fill flow, FBFF (7,64+2,86), SURE (7,25+3,03) e OPUS (6,83+2,40), não mostraram diferenças significantes entre si. Para a solução água/álcool 75% não houve diferenças significantes dos reparos comparados entre si. Para a solução de ácido nítrico 0,02N, não houve diferenças estatisticamente significantes quando se comparou as resinas Z350, FBFF e OPUS entre si e as demais. Os resultados foram superiores para a SURE (9,93+3,91) quando se comparou com a FBF (5,67+1,83) ambas como reparo. Para a base SURE na solução de água destilada, não houve diferenças significantes entre todas nos reparos. Na solução de água/álcool 75%, para os reparos com Z350 (1,55+0,67), FBF (2,24+1,09), SURE (2,37+0,85) e OPUS (2,13+0,75) não houve diferenças entre si, mas foram melhores que a FBFF (2,76+0,73), e a FBF (2,24+1,09) não foi diferente quando comparada às demais. Na solução de ácido nítrico 0,02N, todos os reparos foram estatisticamente semelhantes entre si. Para a OPUS como base, na solução de água destilada, os reparos com a SURE (3,20+0,67) e OPUS (4,09+1,12) foram semelhantes entre si e às demais. A Z350 (2,83+1,36) e FBF (2,73+0,94) não mostraram diferenças significantes entre si, mas comparadas à resina FBFF (5,04+1,27) tiveram piores resultados em relação a esta. Em solução de água/etanol 75% e ácido nítrico não houve diferenças estatisticamente significantes entre as resinas utilizadas no reparo. De acordo com os resultados obtidos foi possível verificar que, na maioria das comparações realizadas entre as resinas compostas avaliadas nesse estudo, a resina composta nanoparticulada apresentou os piores valores de resistência a união quando utilizada como reparo. Já as resinas compostas bulk fill apresentaram na maioria das comparações realizadas o melhor comportamento quando utilizada como reparo.

Palavras-chave: Reparo, resina bulk-fill, força de união.

Repair bond strength evaluation between bulk-fill restorative composites to bulk-fill flow restorative composites and to nano-restorative materials aged.

ABSTRACT

Repairing on composite resin restorations can be a conservative alternative to remedy restoration failures as it preserves parts of the tooth that would normally be removed during a complete exchange. The objective of this work was to evaluate the bond strength of post-repair and aging composite resins in different solutions (distilled water, 75% water-alcohol and 0.02N nitric acid). Five composite resins were used, being a conventional resin (Z350) and four bulk fill Filtek Bulk fill (FBF), Filtek Bulk Fill Flow (FBFF), Surefill SDR Flow (SURE) and Opus Bulk Fill Flow (OPUS). Specimens 2x2x5 mm were prepared in prefabricated silicone molds and aged for 30 days, after which the resins were treated with a surface treatment and soon after the repair, becoming a CP with 2x2x10mm. The repairs were performed in the same silicone mold by combining all the resins in the sample, forming 75 groups (n = 10), and immersed again for 30 days in the evaluated solutions. After, the CPs were submitted to the tensile test with the machine DL-200 MF - Emic DL line. The mean values obtained for each CP were submitted to the Kruskal-Wallis test, followed by Dunn's post-test ($p < 0.05$). According to the experimental methodology for Z350 aged in distilled water, the repairs made with the Z350 itself (5.82 + 2.10) and the FBFF (5.88+3.06) showed no statistical differences. For the repairs between FBF (7.44 + 1.68) and OPUS (7.25 + 2.85) there were no statistically significant differences, however, they were higher than SURE (3.59 + 1.57). In 75% water/alcohol solution, all repairs made on the Z350 base were statistically similar. For the 0.02N nitric acid solution and for the Z350 base, the repairs with FBFF (4.37+1.08) and SURE (4.44+1.29) showed no differences between themselves and with FBF (3,37+0.54) and OPUS (5.43+1.21), but were higher than those with Z350 (2.27 + 0.61). When the base was FBF and the solution to distilled water, repairs with FBF (4.90 + 1.98), FBFF (5.50 + 1.56) and SURE (6.08 + 2.01) did not show Differences. Repairs with OPUS were higher (7.32 + 1.74) compared to Z350 (3.82 + 1.85). FBF as a base in the 75% water / alcohol solution and 0.02N nitric acid the repairs showed no differences between them. For the FBFF base in the distilled water, the repair with the same FBFF (7.64 + 2.86) showed no differences with the other resins. (3,63 + 2,86), SURE (7,25 + 3,03), and OPUS (6,83 + 2,40) compared to the bulk fill flow resins, FBFF (7,64 + 2,86). Which did not show significant differences between them. For the 75% water / alcohol solution there were no significant

differences between the repairs compared to each other. For the 0.02N nitric acid solution, there were no statistically significant differences when comparing the Z350, FBFF and OPUS resins with each other. The results were higher for SURE (9.93+3.91) when compared to FBFF (5.67+1.83) both as repair. For the SURE base in the distilled water solution, there were no significant differences between all the repairs. In the 75% water / alcohol solution, for repairs with Z350 (1.55+0.67), FBFF (2.24+1.09), SURE (2.37+0.85) and OPUS (2.13+0.75) were not different from each other, but were better than the FBFF (2.76+0.73), and the FBFF (2.24+1.09) was not different when compared to the others. In the 0.02N nitric acid solution, all repairs were statistically similar to each other. For OPUS as a base, in the distilled water solution, repairs with SURE (3.20+0.67) and OPUS (4.09+1.12) were similar to each other. The Z350 (2.83+1.36) and FBFF (2.73+0.94) showed no significant differences among themselves, but compared to the FBFF resin (5.04+1.27) had worse results than this. In 75% water/ethanol solution and nitric acid there were no statistically significant differences between the resins used in the repair. According to the results obtained, it was possible to verify that, in the majority of the comparisons made among the composite resins evaluated in this study, the nanoparticulate resin presented the worst values of bond strength when used as repair. On the other hand, the bulk fill composites presented the best behavior when used as repair.

Keywords: Repair, bulk-fill resin, bond strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1:	Combinação das resinas utilizadas na amostra.....	15
Quadro 2:	Resinas compostas utilizadas no estudo, marca, composição e lote.....	16
Quadro 3:	Soluções de envelhecimento dos CP.....	19
Diagrama 1:	Distribuição dos grupos.....	16
Diagrama 2:	Formação completa dos grupos de reparo.....	19

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas das publicações científicas: The Journal of Adhesive Dentistry. Disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/bdj/pinstruc.htm>

SUMÁRIO

1.	Introdução	14
2.	Metodologia	15
3.	Preparo dos CP	17
4.	Envelhecimento dos CP iniciais	18
5.	Reparo dos CP	18
6.	Envelhecimento dos CP reparados	19
7.	Teste de resistência adesiva	20
8.	Análise de fratura	20
9.	Análise estática	20
10.	Resultados	21
11.	Discussão	23
12.	Conclusão	26
13.	Referências bibliográficas	27

Artigo: Avaliação da resistência de união em reparos entre resinas compostas bulk fill, bulk fill flow e nanoparticulada envelhecidas.

1. Introdução

Substituir totalmente uma restauração de resina composta por motivos estéticos é bastante comum, porém em muitos casos, grande parte das porções removidas são consideradas clínica e radiograficamente livre de falhas. Além disso, a remoção da restauração em seu todo é, inevitavelmente, acompanhada por desgaste de tecido dental sadio e injúrias repetidas à polpa (1-3). Logo, o reparo das restaurações de resina composta, é uma alternativa conservadora pela substituição parcial do material restaurador infiltrado, permitindo a preservação de parte da restauração e do tecido dental sadio (2). Uma medida que possibilita o reparo é o desenvolvimento de uma excelente adesão na interface entre as superfícies da restauração antiga e a camada do reparo, sendo que este desenvolvimento é refletido na grandeza da resistência adesiva interfacial (4).

Estudos a respeito de reparo de resinas compostas reportam substancial dificuldade em estabelecer adesão durável entre resina composta “envelhecida” e a nova resina composta utilizada para a realização do reparo (3, 5). A interação entre dois fatores principais, o tipo de compósito resinoso utilizado e o tratamento de superfície, mostrou ser de fundamental importância em relação ao aumento da adesão em reparos em resina composta (6). A resistência de união necessária para um reparo em resina composta ser clinicamente satisfatória *in vivo* nunca foi avaliada, por outro lado, muitos estudos *in vitro* têm investigado as variáveis que afetam a resistência de união dos reparos entre compósitos (7).

Tem sido relatado que os reparos em resinas compostas com composição química idênticas não apresentam resistência de união significativamente maior do que os de composição química distintas (7) e existe uma tendência de diminuição da resistência de união compósito/compósito depois do envelhecimento e armazenamento do material do substrato em água ou saliva (8).

Assim, diferentes interações de resinas compostas poderiam ser utilizadas na técnica de reparo. Uma opção bastante interessante para esta técnica é o uso das resinas compostas tipo *bulk fill*, uma vez que os fabricantes recomendam nos casos onde o incremento for maior que 5 mm, a aplicação de uma camada superficial de resina convencional para substituir o esmalte oclusal ou vestibular. Estas resinas compostas surgiram a fim de suprir algumas das desvantagens das resinas convencionais como a contração de polimerização e a consequentemente a micro infiltração marginal. Foi observado também um inovador sistema de iniciação de polimerização que determina a abreviação do tempo de exposição à luz, ao passo que, aumenta a profundidade da fotopolimerização das resinas *bulk fill* (9). A baixa

contração de polimerização e o alto conteúdo de carga inorgânica (nano partículas) permitem que o estresse de contração seja reduzido, possibilitando a utilização de camadas mais espessas que as de 2 mm utilizadas convencionalmente(10).

Diante do exposto e, considerando a ausência de estudos que verifiquem a viabilidade de reparos em restaurações de resinas compostas combinadas entre tipos e marcas comerciais, após envelhecimento por diferentes soluções, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de união de diferentes resinas compostas combinadas entre si após reparo e envelhecimento em soluções ácidas.

2. Metodologia

O cálculo amostral foi feito baseado em distribuições de probabilidades da família F, com delineamento de famílias repetidas, com interação dentro e entre os fatores. O tamanho do efeito utilizado foi de 0,15, erro tipo 1(α) de 0,05, poder de análise de 0,90 garantiu um mínimo de unidades amostrais de 450 (corpos de prova) sendo 6 amostras por grupo experimental O cálculo amostral foi realizado no programa GPower (versão 3.1.9.2- Universidade de Düsseldorf, Düsseldorf - Alemanha)

Para realização deste estudo laboratorial *in vitro* foram confeccionados 450 corpos de prova (CPs) em resina composta numa combinação entre todas as marcas avaliadas: Filtek Z350 XT – 3M Espe®; Filtek Bulk fill 3M – ESPE®; Filtek Bulk Fill Flow 3M – ESPE®; Surefill SDR Flow Dentisply e Opus Bulk fill FGM. (Quadro 1 e diagrama 1)

Quadro 1 – Combinação das resinas utilizadas na amostra

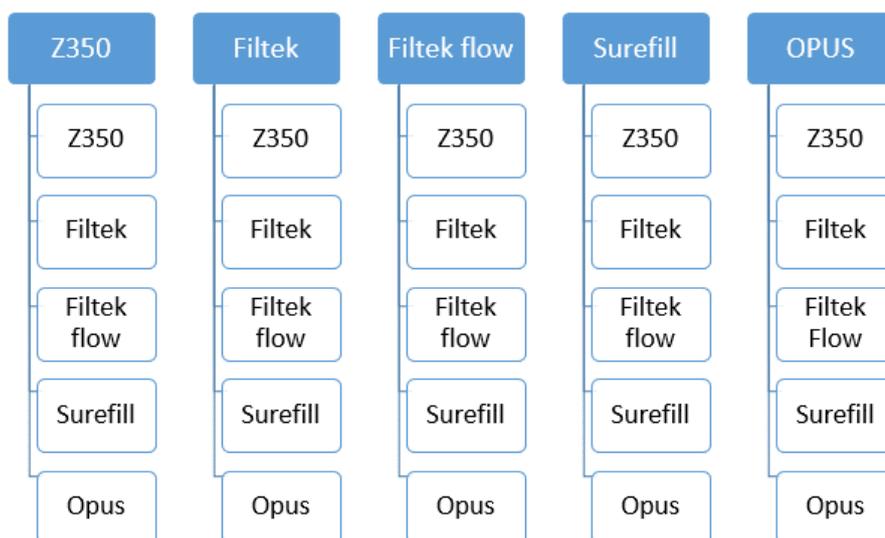
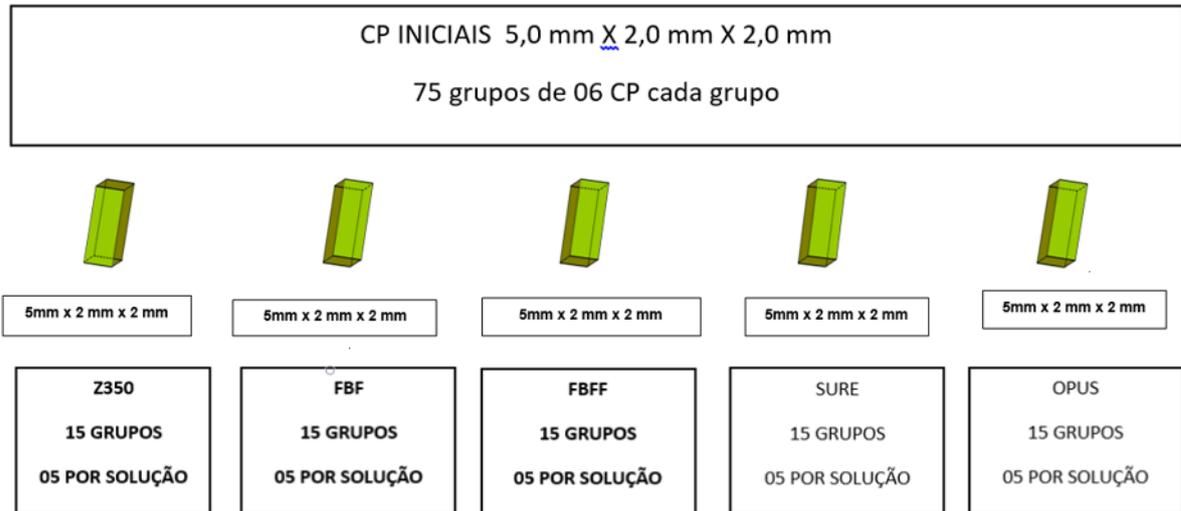


Diagrama 1 - Distribuição dos grupos



Quadro 2 - Resinas utilizadas na Amostra, marca comercial, composição e Lote

Resina utilizada & Marca	Composição	Lote
FILTEK Z350 XT3M - ESPE® Cor B3D	Cerâmica silanizada tratada, Sílica tratada de silano, DiuretanodimetacrilatoUDMA, Bisfenol A polietileno glicol diéterdimetacrilato, Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), Zircônia Silanizada tratada, Polietilenoglicoldimetacrilato, (TEGDMA), 2,6-Di-terc-butil-p-cresol.	1627800505
Filtek Bulk Fill - 3M ESPE® CorA3	Cerâmica tratada com silano, UDMA, Uretano Dimetacrilato aromático, Sílica tratada com silano, fluoreto de itérbio, DDDMA, Zircônia tratada com silano, água, Monômero AFM-1, EDMAB, Benzotriazol, dióxido de titânio.	1522200103

<p>Filtek Bulk Fill Flow - 3M ESPE® Cor A1</p>	<p>Cerâmica tratada com silano, Uretano Dimetacrilato aromático (UDMA), sílica tratada com silano, fluoreto de itérbio,DDDMA, Zircônia tratada com silano, água, Monômero AFM-1, EDMAB, Benzotriazol, dióxido de titânio.</p>	<p>1621600429</p>
<p>Bulk Fill Surefil SDR Flow –Dentsply Cor Universal</p>	<p>Dimetacrilato uretano modificado (UDMA), Bisfenol A dimetacrilatoetoxilado (EBPADMA), trietilenoglicoldimetacrilato (TEGDMA), vidro de bário, boro, flúor, alumínio, silicato e vidro de estrôncio, alumínio, flúor, silicato.</p>	<p>160210</p>
<p>Opus Bulk Fill Flow – FGM Cor A3</p>	<p>Monômeros uretanadimetacrílicos UDMA, estabilizantes, canforoquinona e co-iniciador. Cargas inorgânicas, dióxido de silício(sílica) silanizado, estabilizantes e pigmentos. sistema de fotopolimerização APS (Advanced Polymerization System)</p>	<p>060616</p>

2.1 Preparo dos CP

Para confecção desses 450 CP utilizou-se um molde borrachoso em formato de palito (ODEME, Luzerna, Santa Catarina, Brasil) com proporções originais de 10 mm de comprimento, 2 mm de largura e 2 mm de espessura. Esse molde foi dividido longitudinalmente ao meio com lâmina de bisturi número 15 sem que fosse completamente seccionado para que não se desprendessem as partes. Nessa região foi introduzida uma matriz de poliéster e essa fenda foi colada com cianocrilato para que não cedesse no momento da inserção da resina composta.

Após a inserção da resina composta na metade do molde borrachoso, sobre esta foi posicionada uma tira de poliéster e uma placa de vidro de 177g, mantidos sob pressão de seu

próprio peso por 5 minutos e fez-se a fotoativação com aparelho de luz Blue Phase, IvoclarVivadent, Barueri, São Paulo, Brasil, com densidade de potência de 1200 mW/cm². Produziu-se assim um CP nas dimensões de 5mm de comprimento, 2mm de largura e 2 mm de espessura, o que corresponde à “metade” do corpo de prova final que obtivemos após o reparo.

2.2 Envelhecimento dos CP iniciais

Os CP foram separados em 3 grupos de cada resina composta ficando sob 3 diferentes líquidos para envelhecimento (água Deionizada a 37°C; água deionizada/álcool 70%; e ácido nítrico 0,02N a uma temperatura controlada em estufa de 37°.³⁵(diagrama Diagrama 2- Soluções de envelhecimento da amostra

2.3 Reparo dos CP

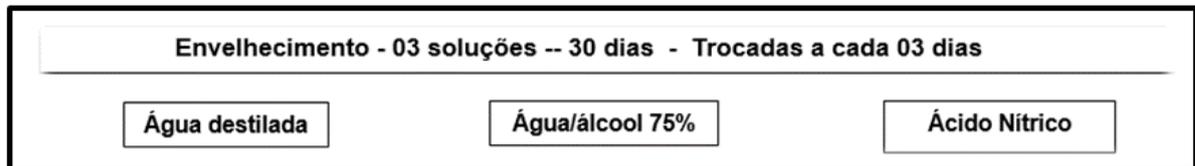
Após esse envelhecimento os CP foram secos e polidos por um disco de soflex cor telha granulação grossa e receberam em sua extremidade onde seria feito o reparo a aplicação de ácido fosfórico 37 % (Condac 37FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) durante 30 segundos, lavados por 30 segundos e secos com papel absorvente .³⁵

Aplicou-se então duas camadas de adesivo Singlebond Universal, 3M ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil, com pincel microbrush, intercaladas por um jato de ar, e polimerizou-se com o fotopolimerizador Blue Phase G2 – IvoclarVivadent 1200 mW/cm² por 20 segundos, conforme indicação do fabricante.

Após esse tratamento os CP foram recolocados no molde borrachoso com sua parte tratada na região central do molde íntegro, posicionou-se uma tira de poliéster e uma placa de vidro de 177g, mantida sob pressão de seu peso e fez-se a fotoativação com o fotopolimerizador Blue Phase G2 – IvoclarVivadent 1200 mW/cm² e completou-se em todo o comprimento dos CP (10,0 x 2,0 x 2,0 mm) utilizando-se todas as resinas da amostra combinadas entre si.

2.4 Envelhecimento dos CP reparados (10,0mm x 2,0mm x 2,0mm)

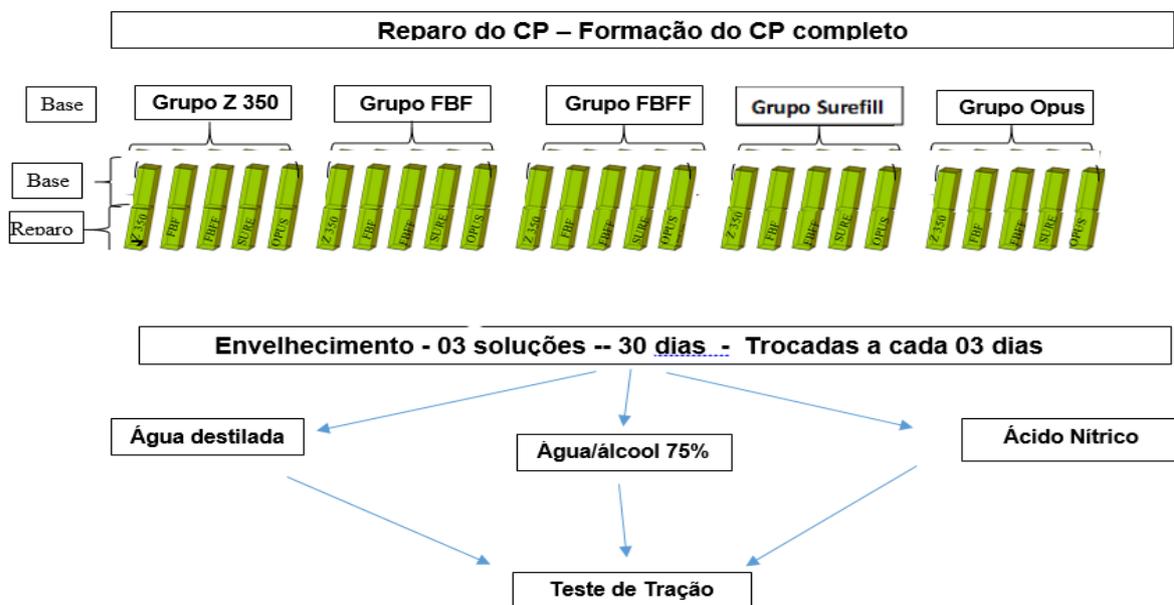
Após a conclusão do reparo os CP retornaram para os seus mesmos 03 grupos de solução de envelhecimento iniciais onde permaneceram em estufa sob temperatura controlada de 37°C por 30 dias, sendo esses líquidos trocados a cada 03 dias.



Quadro 3 - soluções de envelhecimento dos CP

Após esse período os CP foram colados com o adesivo cianocrilato gel (IC Gel, Atascadero, CA, USA) em um berço plástico para tração (ODEME, Luzerna, Santa Catarina, Brasil), com o uso de um gabarito metálico (ODEME, Luzerna, Santa Catarina, Brasil) para padronização da posição de colagem.

Diagrama 2– Formação dos grupos de reparos



2.5 Teste de resistência Adesiva

Os CP foram acoplados ao dispositivo para /o teste de tração na máquina DL-200 MF – Emic. e submetidos a teste de tração com a máquina com uma força de 20KgF com 0,5 mm/minuto, até o momento da fratura e esses dados foram armazenados em programa de computador software Tesc, e submetidos a teste estatístico.

2.6 Análise de fratura

Após o momento de ruptura entre as interfaces base/reparo, as interfaces das fraturas foram avaliadas sob microscopia ótica e fotografias realizadas com câmera de captura SC30 acoplada ao estereomicroscópio óptico trinocular Olympus SZX7 por um examinador calibrado que avaliou as imagens obtidas e determinou o tipo de falha: adesiva, quando ocorre a fratura apenas na superfície de adesão (1); coesiva, quando ocorre fratura apenas na resina composta, tanto da base envelhecida quanto no reparo (2), e mista, quando apresenta os dois tipos de falhas (3).

2.7 Análise estatística

Os valores médios obtidos para cada corpo de prova foram organizados em tabelas e posteriormente submetidos ao teste de Shapiro Wilk a fim de verificar a aderência dos dados à curva de normalidade, considerando o resultado positivo os dados foram então, submetidos ao teste de Análise de Variância (ANOVA), two-way, seguido do pós teste de Tukey, $p < 0,05$, Bioestat 5.3, (Unimarua, 2007, Manaus, Amazonas, Brasil).

3. Resultados

Estão representados abaixo nas tabelas de 01 a 05 os resultados das análises estatísticas dos grupos experimentais.

Tabela 1- Média e desvio padrão dos valores médios obtidos para resistência de união ao teste de tração para os grupos experimentais, para as amostras com resina Z 350 como base (Mpa)

Reparo	Z350	FBF	FBFF	SUREFILL	OPUS
Água destilada	5.07 (+0,74) Aa	7.24 (+1,20) Ab	5.43 (+1,71) Aa	3.02 (+0,48) Ac	6.35 (+1,35) Aab
Água/alcool	1.85 (+0,23) Ba	2.34 (+0,26) Ba	1.65 (+0,33) Ba	1.99 (+0,47) Aa	1.80 (+0,66) Ba
Acido nítrico	2.13 (+0,33) Ba	3.35 (+0,42) Bab	4.22 (+0,71) Cbc	4.24 (+0,42) Bbc	5.60 (+0,62) Cc

Letras diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significantes, $p < 0,05$.

Tabela 2- Média e desvio padrão dos valores médios obtidos para resistência de união ao teste de tração para os grupos experimentais, para as amostras com resina Filtek Bulk Fill como base (Mpa)

Reparo	Z350	FBF	FBFF	SUREFILL	OPUS
Água destilada	3.86 (+1,27) Aa	4.06 (+0,86) Aac	5.28 (+1,71) Aa	6.27 (+1,54) Abc	7.22 (+1,15) Ab
Água/alcool	3.08 (+0,63) Aa	2.48 (+0,49) Aa	2.20 (+0,72) Ba	2.00 (+0,44) Ba	2.76 (+0,35) Ba
Ácido nítrico	4.36 (+0,42) Aa	5.38 (+0,80) Aab	3.87 (+1,00) Aba	5.60 (+1,18) Aab	6.68 (+1,93) Ab

Letras diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significantes, $p < 0,05$.

Tabela 3- Média e desvio padrão dos valores médios obtidos para resistência de união ao teste de tração para os grupos experimentais, para as amostras com resina Filtek Bulk Fill Flow como base (Mpa)

Reparo	Z350	FBF	FBFF	SUREFILL	OPUS
Água destilada	3.88 (+0,99) Aa	4.89 (+0,72) Aab	7.10 (+1,89) Ab	6.31 (+1,91) Aab	5.85 (+1,32) Aa
Água/álcool	2.71 (+0,29) Aa	2.19 (+0,77) Ba	2.09 (+0,19) Ba	2.50 (+0,58) Ba	2.21 (+0,90) Ba
Ácido nítrico	5.95 (+3,53) Aac	5.20 (+0,94) Aa	7.85 (+0,50) Abcd	8.91 (+3,12) Ab	6.09 (+1,90) Aad

Tabela 4- Média e desvio padrão dos valores médios obtidos para resistência de união ao teste de tração para os grupos experimentais, para as amostras com resina Surefill como base (Mpa)

Reparo	Z350	FBF	FBFF	SUREFILL	OPUS
Água destilada	4.60 (+0,31) Aa	5.79 (+0,94) Aa	5.68 (+0,91) Ab	7.34 (+1,40) Ab	7.37 (+2,91) Ab
Água/alcool	1.57 (+0,21) Ba	2.27 (+0,40) Ba	2.86 (+0,20) Ba	2.17 (+0,24) Ba	2.18 (+0,34) Ba
Acido nítrico	6.60 (+1,25) Aa	6.22 (+0,55) Aa	7.53 (+0,64) Aa	8.41 (+0,91) Aa	7.77 (+1,99) Aa

Tabela 5- Média e desvio padrão dos valores médios obtidos para resistência de união ao teste de tração para os grupos experimentais, para as amostras com resina Opus como base (Mpa)

Reparo	Z350	FBF	FBFF	SUREFILL	OPUS
Água destilada	2.71 Aa (+1,09)	2.43 Aa (\pm 0,43)	4.66 Ab (+0,76)	3.19 Aab (\pm 0,41)	3.89 Aab (\pm 0,98)
Água/álcool	2.73 Aa (\pm 0,57)	3.04 Aa (\pm 0,48)	2.87 Aa (\pm 0,59)	3.08 Ba 0.63	3.22 Ba (\pm 0,34)
Ácido nítrico	5.65 Ba (\pm 1,23)	6.09 Ba (\pm 1,43)	7.46 Ba (\pm 0,99)	6.54 Aab (\pm 1,23)	8.33 Ab (\pm 1,48)

4. Discussão

É cada vez mais evidente a necessidade de técnicas mais conservadoras para a durabilidade e viabilidade das restaurações estéticas diretas. O presente estudo avaliou a resistência de união de diferentes resinas compostas combinadas entre si após reparo e envelhecimento em soluções ácidas. Com base nos resultados obtidos foi possível observar que a resistência de união para resinas compostas da mesma marca comercial nem sempre representa os maiores valores obtidos. E que a solução ácida empregada pode influenciar os valores da resistência de união (Tabelas de 01 a 05). Este achado é bastante interessante uma vez que a literatura prega o reparo com o mesmo material. Além disso, trabalhos mostram que os reparos com resinas compostas nanoparticuladas apresentam problemas em longo prazo como cáries recorrentes e fraturas (11). Resultados semelhantes foram encontrados por Uzay et al., 2017, onde a associação da resina composta Bulk Fill como resina composta convencional foi superior ao reparo com resinas compostas iguais.

As combinações entre diferentes tipos e marcas comerciais das resinas compostas avaliadas, revelou que a resina composta Opus apresentou de forma significativa os maiores valores resistência de união em seis combinações de resultados, ou seja, quando imersas nas soluções ácido nítrico, tendo como base as resinas Z350, Filtek Bulk Fill, Filtek Bulk Fill Flow e Opus; quando imersas nas soluções de água destilada, tendo como base as resinas Filtek Bulk Fill, Filtek Bulk Fill Flow e Opus e, por fim quando imersa em solução água/álcool para a resina Z350 como base, e água/álcool, como a melhor opção em seis combinações possíveis mais resultados superiores do que as outras resinas compostas. Tal fato pode ser explicado pela composição química da resina composta Opus, que diferente das demais resinas compostas, apresenta o sistema de fotopolimerização APS (Advanced Polymerization System), talvez este sistema teria auxiliado nesses melhores valores para resistência de união. (12). Outro fator da Opus é o tipo de partícula de carga, o maior volume encontrado é de sílica coloidal, cuja características são: a forte união com diferentes matrizes orgânicas e menor dureza em comparação com as de zircônias e as vítreas (13). Isso poderia ter facilitado o tratamento da superfície com ácido fosfórico aumentando a irregularidade superficial e conseqüentemente aumentando o embricamento mecânico do sistema adesivo e resina composta, promovendo maior resistência de união com os diferentes materiais testados, como aconteceu no presente estudo.

Já a resina composta Z350 quando utilizada para a realização dos reparos simulados apresentou-se inferior em oito combinações avaliadas no ensaio de resistência de união entre as diversas combinações possíveis dos reparos realizados entre diferentes marcas e soluções avaliadas. Resultado semelhante foi encontrado por Tavares et al., 2017, que avaliaram a combinação da resina composta Z350 com ela mesma e resinas compostas nano híbridas e Bulk fill flow. Estes autores encontraram os menores valores de resistência de união por micro cisalhamento na associação Z350 com a Bulk fill flow.

A resina composta Z350 é constituída por partículas de sílica de 20 nm e 4-11nm de partículas de zircônia, enquanto as demais são nano híbridas e micro híbridas. As nano partículas possuem nano aglomerados no interior da matriz (Mitra, 2003)(14), enquanto que as nano híbridas e micro híbridas possuem a combinação dos dois nano aglomerados e partículas convencionais (Swift, 2009). Além disso o menor tamanho das partículas de carga pode influenciar os resultados de resistência adesiva. Avaliando a características mecânicas e estruturais dos materiais resinosos, existe escassez de trabalhos avaliando a resistência adesiva após o reparo (Tavares et al., 2017). Rodrigues et al., observaram que a microestrutura das resinas compostas influencia os valores médias de resistência adesiva, onde as resinas compostas nano híbridas mostraram maior resistência de união quando comparadas com as nanoparticuladas, resultados que corroboram os do presente estudo.

Outro fator que contribui para os bons resultados das resinas compostas *bulk fill*, é a modificação na matriz orgânica que levaria ao aumento da sua translucidez e reduziria sua opacidade, o que permite o aumento da transmissão de luz e conseqüentemente melhor polimerização e efetividade em suas propriedades mecânicas. Os fotoiniciadores presentes nas resinas bulk fill, produzem maior iniciação dos radicais livres que quando comparados aos das resinas tradicionais e, permitem adequada profundidade de polimerização em maiores espessuras.(15), proporcionando, provavelmente, grau de polimerização superior para as resina bulk fill flow quando comparadas a resina Z350.

A outra variável avaliada no presente estudo foi a influência de soluções ácidas no armazenamento dos CP. A inclusão neste estudo de um grupo de envelhecimento com solução de ácido nítrico ocorreu pois nos consultórios odontológicos tem sido relativamente comum pacientes apresentarem distúrbios de bulimia, o que provoca a diminuição do pH do meio bucal, podendo chegar a 1,5 (16). E a solução de ácido nítrico tem pH próximo de 2. Apesar do baixo valor do seu pH, o ácido nítrico apresentou o mesmo padrão de valores de resistência adesiva que a solução controle água destilada. Este achado pode ser justificado,

pois o armazenamento em água por 30 dias é capaz de prover uma superfície envelhecida da resina composta (Padipatvuthikul 2007) que contém atividade radical diminuída de grupos funcionais de monômeros. Nestas soluções, mais uma vez, os resultados superiores foram obtidos com as Resinas Bulk Fill Flow. Talvez este comportamento tenha ocorrido em virtude da alta translucidez destas resinas compostas que permite o alcance da luz nas camadas mais profundas durante o processo de fotoativação (2). A explicação dos fabricantes é que a maior profundidade de cura das resinas bulk fill é também devido ao sistema iniciador mais potente (3). Além disso, essas resinas possuem maior fluidez e conseqüentemente melhor escoamento, podendo serem inseridas em cavidades de difícil acesso preenchendo todo seu espaço. Os moduladores presentes em sua constituição (AFM e AUDMA nas resinas Filtek bulk fill e Filtek Bulk fill flow) diminuem sua contração de polimerização, diminuindo provavelmente o risco de falhas na interface dente/restauração, e com isso, menor risco de cáries secundárias (4-9). Durante a polimerização, o grupo central pode se fragmentar e aliviar as tensões sem prejudicar a resistência ao desgaste. Os fragmentos podem então reagir com a cadeia polimérica em formação, gerando menor tensão em comparação com o estado pré-fragmentado (10) e tais características podem justificar tais resultados.

Já o armazenamento na solução etanol/água reduziu significativamente os valores de resistência adesiva para todas as combinações de resina composta. Corroborando com este achado Yesilyurt, 2009 (17) e Mohammadi 2017 (18), encontraram resistência a flexão reduzida significativamente após o armazenamento em etanol/água. Os efeitos dos fluidos orais sobre a estabilidade dos materiais resinosos são realizados para investigar o processo de envelhecimento expondo as resinas compostas à água, saliva artificial e soluções de etanol / água em diferentes composições, incluindo 75% e 50% (19). Os efeitos destes compostos químicos são diferentes, mas tipicamente incluem a lixiviação dos componentes monoméricos não reagidos e um efeito destrutivo na rede polimérica (20), (19). Os solventes orgânicos absorvidos pela rede polimérica dos compostos à base de metacrilato são uma pequena porcentagem do seu peso total. Esta rede não se dissolve mas começa a inchar as forças de atração entre as cadeias de polímero são maiores do que as forças de atração entre as moléculas de solvente e os componentes da cadeia polimérica.

Assim, a variação resultante da interação dos monômeros secundários levará a um aumento volume da rede, ocasionando maior plasticidade do polímero. Neste momento ocorrerá a separação das cadeias de polímero por moléculas sem ligação química primária com a cadeia, mas atuantes na ocupação espacial da rede polimérica. Assim, o principal efeito

do solvente é a redução da interação entre as cadeias do polímero. A taxa de plasticidade é proporcional à quantidade de absorção de solvente, que começa imediatamente e atinge a sua taxa máxima dentro de um ou dois meses, uma vez que a rede está totalmente saturada pelo solvente. Em um estudo de Vouvoud, 75% de solução aquosa de etanol tiveram efeito maior nas propriedades mecânicas dos compósitos em comparação com água e saliva artificial, que pode ser por causa da natureza organofílica do etanol. O etanol causa amaciamento e degradação da matriz polimérica e elimina a ligação entre partículas de carga e matriz orgânica (19).

Apesar do fato de que os testes laboratoriais não reproduzam fielmente as condições que ocorrem clinicamente, esses representam um importante parâmetro de análise, uma vez que apresentando um eficiente desempenho *in vitro*, provavelmente resultará em uma melhor performance clínica. Assim, ao extrapolarmos os resultados do presente estudo para a condição *in vivo*, deve-se considerar que no caso de reparos em restaurações de compósitos a melhor opção seria a utilização de resinas tipo *bulk fill* e não resinas nanoparticuladas convencionais. Os fabricantes da maioria das resinas composta Bulk fill fazem esta recomendação, de grande relevância de acordo com os resultados aqui obtidos.

5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos foi possível verificar:

- As combinações de diferentes resinas compostas de diferentes constituições foram melhores que o reparo com o mesmo material para a grande maioria dos grupos estudados.
- As soluções de água destilada e ácido nítrico não influenciaram no padrão de resistência adesiva. A solução de etanol/água influenciou na redução da resistência adesiva para grande maioria das combinações estudadas

6. Referências bibliográficas

1. Blum IR, Schriever A, Heidemann D, Mjor IA, Wilson NH. The repair of direct composite restorations: an international survey of the teaching of operative techniques and materials. *Eur J Dent Educ.* 2003;7(1):41-8.
2. Gordan VV, Mjor IA, Blum IR, Wilson N. Teaching students the repair of resin-based composite restorations: a survey of North American dental schools. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(3):317-23; quiz 38-9.
3. Soderholm KJ. Flexure strength of repaired dental composites. *Scand J Dent Res.* 1986;94(4):364-9.
4. Swift EJ, Jr., Cloe BC, Boyer DB. Effect of a silane coupling agent on composite repair strengths. *Am J Dent.* 1994;7(4):200-2.
5. Frankenberger R, Kramer N, Ebert J, Lohbauer U, Kappel S, ten Weges S, et al. Fatigue behavior of the resin-resin bond of partially replaced resin-based composite restorations. *Am J Dent.* 2003;16(1):17-22.
6. Bacchi A, Feitosa VP, da Silva Fonseca AS, Cavalcante LM, Silikas N, Schneider LF. Shrinkage, stress, and modulus of dimethacrylate, ormocer, and silorane composites. *J Conserv Dent.* 2015;18(5):384-8.
7. Papacchini F, Dall'Oca S, Chieffi N, Goracci C, Sadek FT, Suh BI, et al. Composite-to-composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: effect of surface treatment and oxygen inhibition. *J Adhes Dent.* 2007;9(1):25-31.
8. Shahdad SA, Kennedy JG. Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. *J Dent.* 1998;26(8):685-94.
9. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013;38(6):618-25.
10. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent.* 2014;39(4):441-8.
11. style="margin-left:36.0pt pcN, text-align:justify, text-indent:-18.0pt, line-height:150%, Da m-III, Rosa Rodolpho PA DT, Cenci MS, Loguercio AD, Moraes RR, Bronkhorst, et al. 22-Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater*2011. p. 955-63
12. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013;17(1):227-35.
13. Ferracane, style="margin-left:36.0pt JpcN, text-align:justify, text-indent:-18.0pt, line-height:150%, lfo1"> m-III. Resin composite--state of the art. *Dent Mater*2011. p. 29-38.
14. style="margin-left:36.0pt pcN, text-align:justify, text-indent:-18.0pt, line-height:150%, mso-list:l0 level1 lfo1"> Mitra SB WD, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*2003. p. 1382-90.
15. Orłowski M TB, Chałas R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. *Scientific World Journal:* 701262; 2015.
16. Costa MB. Effectiveness of psycossocial ingterventing in eating disorders. An overview of Cochrane Sistemic rewiewls. *Einstein*2016. p. 235-77.
17. Yesilyurt, C YO, Altintas SH, Kusgoz A <p class="Normal1" style="margin-left:36.0pt, text-align:justify, text-indent:-18.0pt, line-height:150%, lfo1"> m-III. Effect of food simulating on the mechanical properties of a silorane-based dental composite. *Dent Mater*2009. p. 362–7.
18. Mohammadi E, Pishavar L, Mirzakouchaki Boroujeni P. Effect of food simulating liquids on the flexural strength of a methacrylate and silorane-based composite. *PLoS One.* 2017;12(12):e0188829.

19. Vouvoudi, EG SIpCnSm-lp, text-align:justify, text-indent:-18.0pt, line-height:150%, lfo1"> m-III. Dynamic mechanical properties of dental nanofilled light-cured resin composites: Effect of food-simulating liquids. *J Biomed Mater*2012. p. 87–96.
20. Sideridou, ID KMSow, ethanol or ethanol water solutions by, resins L-cdd. *Dent Mater. J.dental*2011. p. 1003–10.