



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

MARIA JOSÉ DOMINGUES DE CASTRO

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO
NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE RESINAS *BULK FILL*
FLOW E RESINA NANOPARTICULADA EM REPAROS**

2018

MARIA JOSÉ DOMINGUES DE CASTRO

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE RESINAS *BULK FILL FLOW* E
RESINA NANOPARTICULADA EM REPAROS**

Tese apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTORA, pelo programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA.

Área: Dentística. Linha de pesquisa: Avaliação clínica e laboratorial de alterações da estrutura dental, de materiais e de técnicas de prevenção e tratamento em dentística.

Orientadora: Prof. Assoc. Rebeca Di Nicoló

Coorientadora: Prof. Dra. Fernanda Alves Feitosa

São José dos Campos

2018

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2019]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Castro, Maria José Domingues de

Influência da aplicação de um sistema adesivo na resistência de união entre resinas Bulk Fill flow e resina nanoparticulada em reparos / Maria José Domingues de Castro. - São José dos Campos : [s.n.], 2018.
73 f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2018.

Orientador: Rebeca Di Nicoló

Coorientador: Fernanda Alves Feitosa

1. Sistemas adesivos. 2. Resinas compostas. 3. Resistência à tração. I. Di Nicoló, Rebeca , orient. II. Feitosa , Fernanda Alves, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Associado Rebeca Di Nicoló (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Associado Eduardo Bresciani

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Eduardo Galera da Silva

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Levy Anderson Cesar Alves

Universidade de Guarulhos (UNG)

Campus de Guarulhos

Prof. Dr. Fabio Matuda

Universidade do Vale do Paraíba (Univap)

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 04 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar por estar presente em tudo na minha vida.

Pelos livramentos, pelos nascimentos e despedidas momentâneas uma vez que somos seres eternos tendo experiência humana de aprendizado e resgate.

Tivemos essa permissão e nos propusemos a cumprir provas que nos achamos capazes de superá-las.

Tudo é aprendizado.

Tudo faz parte.

Alguns ensinam pelo amor, outros ensinam pela dor.

“Ninguém dá o que não tem.” Admiro os que ensinam por atos e ações e que pelo verbo nos fascina e pelas atitudes nos conquistam.

Salmo 23

O Senhor é meu pastor!

Nada me faltará!

Ainda que eu ande pelo vale das sombras e da morte não temerei mal algum!

Tu estás comigo! Tua vara e teu cajado me protegem.

Prepara uma mesa perante mim na frente dos meus inimigos.

Unge minha cabeça com óleo e meu cálice transborda.

A bondade e a misericórdia divina me seguirão.

Todos os dias da minha vida!

E habitarei na casa do Senhor eternamente!

A minha Mãe

Agradeço a maior incentivadora da minha vida.

Líder, guerreira e determinada.

Que soube agir em todos os momentos da sua vida. Falávamos línguas diferentes às vezes, mas o tempo a lapidou em mim um símbolo de força, garra e determinação:

Sra. Marina Ramos Vianna Domingues de Castro.

Mãe, esposa, diretora de escola, pedagoga, avó e amiga de longa data.

Um privilégio tê-la como mãe!

“Conhece a Verdade e ela te libertará”

“Não seja morno que te vomito!”

Ao meu Pai

Agradeço ao grande Homem da minha vida.

Esse falava línguas diferentes a maior parte do tempo, mas que nos trouxe uma educação digna, e valores morais que valem para toda uma vida. Deu exemplo de garra e determinação.

Bravo, determinado, meio teimoso e lindo!

O Homem mais bonito que já conheci na vida!

Aliás, todos os meus antepassados o são!

Família bonita.

Ao meu antepassado José Domingues de Castro e esposa que vieram de Portugal a convite do Imperador pra construir igrejas aqui no Brasil. Em Cunha e Paraty.

Esse foi determinado e valente, desbravando terras e edificando moradas.

A Sede da Fazenda Santana é memorável. O alicerce é perfeito! Mantida até hoje no seio da nossa família. Com muito orgulho!

A minha Orientadora Prof. Dra. Assoc. Rebeca Di Nicoló Vice-Diretora Livre Docente

e a minha Coorientadora Prof. Dra. Fernanda Alves Feitosa.

Mulheres brilhantes e acima do tempo.

Líderes natas que cativam pela postura ilibada acima de tudo.

Um privilégio ter sido orientada por ambas onde o diálogo e a conversa franca nortearam todos os momentos.

A minha Filha Fernanda de Castro Lin

Meu porto seguro, minha vida.

Presente Divino!

Aos professores da Disciplina de Dentística que muito tem nos ensinado.

Por participarmos das aulas e dos laboratórios, onde muito aprendemos e também ensinamos. A melhor técnica é aquela onde existe uma interação dinâmica entre o que se sabe e o que se ensina. É muito bom. Exige humildade de reconhecermos que não sabemos tudo, mas sabemos mais do que achamos que sabemos.

Respeito à opinião alheia, respeito ao Professor que estudou muito para elaborar uma aula, que deu seu melhor na sala de aula. Que respondeu atravessado um dia por que não estava num bom dia.

Normal, cabe a nós discernirmos o que nos cabe e o que não nos cabe.

Jogar fora o que não nos pertence. Melhor carregar só a própria carga e deixar a do outro com ele mesmo.

E aprendemos a ser cada vez mais resolvidos.

“Conhece a Verdade e ela te libertará”

As Técnicas do Departamento:

Uma graça todas as duas Josi e Fernanda.

Ensinam-nos a utilizar melhor os aparelhos caros de que dispomos, nos ensinam a disciplina de ter tudo organizado no mesmo lugar. De pegar e colocar de volta no devido lugar.

Batalhadoras e dinâmicas.

A Secretária da Disciplina

Liliane, um porto seguro, um dia de sol!

Dinâmica, prática e linda também.

É um privilégio conviver com toda a equipe. Um aprendizado dinâmico.

Aos Colegas do Mestrado e Doutorado

Um aprendizado conquistado todos os dias onde colegas convivem, dão dicas, dão apoio, ensinando o que aprenderam e tem o prazer de te ensinar. Os que se disponibilizam a ajudar nos diversos momentos que precisamos de parceria. Que nos auxiliam na hora de fotografar que ninguém é super-herói de clinicar e fotografar ao mesmo tempo, sendo excelente em ambas as coisas. E a disciplina ensina isso, a parceria, a formação de equipe, do dinamismo e a interação. Tudo faz parte.

“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena.”

Sou extremamente grata a todos vocês por essa grande oportunidade de aprendizado.

Tenho orgulho de pertencer a esta casa. Sou filha da Casa com muito orgulho!

UNESP

A Capes

Órgão Digno que proporciona o incentivo científico. Que tornou possível minha participação em todos os eventos tais como SBPQO, CIOSP, Brazil-Japan em Piracicaba, CIDOF, Odontomeeting entre outros. Por acreditar e investir na

Ciência como instrumento de expansão das fronteiras do conhecimento e permitir um intercâmbio de conhecimentos revertidos em ensino, na divulgação de artigos, além do crescimento técnico e científico.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Evoluções das resinas compostas	20
2.2 Sistemas adesivos	23
2.3 Envelhecimento	24
3 PROPOSIÇÃO.....	38
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1 Material	39
4.2 Métodos.....	40
4.2.1 Divisão dos grupos experimentais.....	40
4.2.2 Confeção dos espécimes em resina composta <i>Flow</i>	41
4.2.3 Divisão dos espécimes em envelhecidos e não envelhecidos.....	43
4.2.4 Aplicação do sistema adesivo	43
4.2.5 Reparo dos espécimes envelhecidos e não envelhecidos com resina nanoparticulada convencional.....	44
4.2.6 Ensaio mecânico.....	45
4.2.7 Análise das fraturas.....	46
4.2.8 Análise qualitativa em microscópio eletrônico de varredura	47
4.2.9 Forma de análise dos resultados	47
4.2.10 Planejamento estatístico	48
5 RESULTADOS.....	49
5.1 Teste mecânico de resistência a tração	49

5.2 Classificação das fraturas.....	60
5.3 Análise em microscópio eletrônico de varredura.....	60
6 DISCUSSÃO.....	62
7 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de divisão dos grupos experimentais.....	40
Figura 2 - Dimensão dos espécimes em formato tronco-cônicos.....	41
Figura 3 - Aparato metálico e matriz de <i>teflon</i> utilizada para confecção dos espécimes em formato tronco-cônicos.....	42
Figura 4 - Cicladora térmica Nova Ética 521.....	43
Figura 5 - Adaptação dos espécimes em ampulheta no modelo metálico para ensaio mecânico	46
Figura 6 - Diagrama demonstrando a interação entre as variáveis envelhecimento, adesivo e resina no teste de tração em MPa	50
Figura 7 - Diagrama de apresentação do desempenho das resinas envelhecidas e não envelhecidas com e sem adesivo.....	50
Figura 8 - Gráfico dos valores médios de resistência à tração	51
Figura 9 - Diagrama de desempenho dos sistemas adesivos na presença e ausência de envelhecimento	53
Figura 10 - Gráfico demonstrativo da média e desvio padrão dos valores de	

adesão dos grupos envelhecidos	55
Figura 11 - Gráfico demonstrativo da média e desvio padrão dos valores de adesão dos grupos não envelhecidos.....	57
Figura 12 - Gráfico do teste de Normalidade dos valores residuais e desvio padrão	58
Figura 13 - Imagens representativas das falhas adesivas para todos os grupos estudados observadas no estereomicroscópio.....	60
Figura 14 - Imagens de microscopia eletrônica de varredura	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFM	Fragmentação adicional molecular (<i>Additional fragmentation molecules</i>)
AUDMA	Dimetacrilato aromático (<i>Aromatic dimethacrylate</i>)
Bis-GMA	Bisfenol Gicidil Metacrilato (<i>Bisphenol A glycol dimethacrylate</i>)
DDMA	Dimetacrilato 1, 12 (<i>1,12 dodecane dimethacrylate</i>)
DSC	Varredura Diferencial de Calorimetria (<i>Differential Scanning Calorimetry</i>)
FTIR	Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (<i>Fourier-transform Infrared spectroscopy</i>)
RBC	Compósitos a base de resina (<i>Resin Based Composites</i>)
SBC	Compósitos a base de silorano (<i>Silorane based Composites</i>)
TEG DMA	Trietileno glicol dimetacrilato
TG	Termogravimetria (<i>Thermogravimetry</i>)
UDMA	Uretano dimetacrilato (<i>urethane dimethacrylate</i>)
USPHS	Serviço de saúde pública dos Estados Unidos - <i>United States Public Health Service</i>

Castro MJD. Influência da aplicação de um sistema adesivo na resistência de união entre resinas *Bulk Fill flow* e resina nanoparticulada em reparos [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2018.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência da utilização ou não do bond do sistema adesivo Adper Scotchbond Multiuso(A) e o bond Gluma da Heraeus(G) na resistência de união entre as resinas do tipo flow Filtek Bulk Fill Flow(F) e X-tra base (X) como base e uma convencional nanoparticulada Z350 XT(Z)) como cobertura. Simulando assim seu uso em reparos de restaurações diretas em dentes posteriores. Foram confeccionados 120 espécimes em resina composta do tipo flow no formato tronco-cônico com as dimensões de 2mm base menor, 4mm de altura e 4 mm de base maior. 60 Filtek Bulk Fill(F) e 60 X-tra base (X). Metade de cada grupo (n=30) foi envelhecida por termociclagem 5.000 ciclos de 5°C a 55°C, (FE, XE), a outra metade não sofreu envelhecimento (FN e XN). Esses espécimes foram divididos em 3 subgrupos (n=10), sobre a base menor dessas 10 amostras foi aplicado o Bond de cada sistema adesivo após condicionadas pelos seus respectivos ácidos nos tempos preconizados pelos fabricantes. As outras 10 unidades de cada grupo não receberam qualquer sistema adesivo. Na simulação do reparo as duas primeiras metades em teflon foram invertidas ficando a área menor voltada pra cima. Sobre essa face foram colocadas outras duas metades em teflon com a área menor voltada para baixo. Foi inserida então a resina Z350 pela técnica incremental e fotopolimerizada por 20s a 800mw/cm². Após 24h de armazenamento em água destilada, em estufa bacteriológica os espécimes, agora com formato de ampulheta, foram tracionados na máquina de ensaios universais (EMIC). Todos os espécimes fraturados tiveram o tipo de falha analisados ao estereomicroscópio e também ao microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os dados coletados no ensaio de tração foram analisados através de ANOVA 3-fatores e teste de Tukey (p<5%). Houve diferença significativa (p<5%) para a variável aplicação de sistema adesivo para a resina Filtek *Bulk Fill flow* que apresentou médias maiores (24,99 ± 4,3 MPa) quando comparadas ao grupo no qual não foi aplicado adesivo (18,20 ± 5,31 MPa). O mesmo não ocorreu com a resina X-tra base, na qual o fator adesivo não interferiu significativamente. Quando comparado o desempenho das resinas Filtek *Bulk Fill flow* e X-tra base (26,99 ± 6,11 MPa) sem aplicação de sistema adesivo, também se verificou diferença significativa, o que não ocorreu para a resina X-tra base quando

comparados ambos os subgrupos. As falhas foram 100% adesivas para todos os grupos.

Palavras-chave: Sistemas adesivos. Resinas compostas. Resistência à tração.

Castro MJD. Adhesive system influency on Bond strength between bulk fill flow and conventional nanoparticulated cover resin on a repair procedure [doctorate thesis]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2018.

ABSTRACT

The aim of our paper was to analyse the bonding influence of Adper Scotchbond Multipurpose Adhesive (A) and Heraeus Gluma universal bond (G), or no bond application, on bond strength between microhibrid Filtek Bulk Fill Flow (F) and nanohibrid X-tra base (X) as based composite resin and the conventional nanoparticulate Z350 XT (Z)) as cover. Simulating non-invasive repairs of direct restorations on posterior teeth. A total of 120 specimens were made from flow composite resin in the conical trunk format with the dimensions of 2x4x4, for 40s with Led-5 (N/S LD51803005) at 800mw/cm². Sixty Filtek bulk fill (F) and sixty X-tra base (X) were made. Half of each group (n=30) was aged by thermocycling 5,000 cycles from 5° C to 55° C, (FE, XE), the other half were not subjected to any aging procedure (FN, XN). These specimens were randomly divided into 3 subgroups (n = 10), on the smaller diameter of the 10 samples the Bond of each adhesive system were applied after conditioned by their respectively acids at the time recommended by the manufacturers. The other 10 units of each group did not receive any adhesive system. In the sequency of repair simulation the first two Teflon halves were turned up with the smaller diameter turned upwards. Above this face were placed two other halves in Teflon with the smaller diameter facing down. The Z350 repair composite resin were inserted by incremental technique and photopolymerized for 20s at 800mw/cm². After 24h of storage in distilled water in a bacteriological oven, the now hourglass-shaped specimens were drawn in the universal testing machine EMIC. All the fractured specimens had the type of failure analyzed in stereomicroscope. The most significant faulting specimens were evaluated with electronic microscope (MEV). The data collected at the traction test were analyzed through 3-factor ANOVA and Tukey's test (p <5%). There was a significant difference (p <5%) for the variable adhesive system application for Filtek Bulk Fill flow resin that presented averages (24.99 ± 4.3 MPa) when compared to the group in which no adhesive was applied (18.20 ± 5.31 MPa). The same did not occur with X-tra base resin, in which the adhesive factor did not interfere significantly. When comparing the performance of Filtek Bulk Fill Flow resins and X-tra base (26.99 ± 6.11 MPa) without application of adhesive system, a significant difference was also observed, which did not occur for X-tra base resin when compared both subgroups. Most of the failures were adhesive

for all groups. Scanning electron microscopy images do not reveal any traces of discontinuity between the layers of the materials used (resin x resin or resin x adhesive).

Keywords: Adhesive systems. Composite resin. Tensile strength.

1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas foram lançadas no mercado na década de sessenta após estudos de Bowen que melhoraram suas propriedades, acrescentando um bisfenol ao metacrilato de glicidila (GMA), que resultou na formação de Bis-GMA. Um composto mais estável dimensionalmente, com menor contração de polimerização e menor coeficiente de expansão térmica, reduzindo as porosidades do material (Bowen, 1956, 1963). Apesar das melhorias, entretanto, houve a necessidade do aprimoramento desse composto para que pudesse ser utilizado com sucesso no meio bucal.

Na prática e na pesquisa odontológica sempre é aspirado o desenvolvimento de materiais biocompatíveis, com excelentes propriedades mecânicas, menos susceptíveis às alterações do meio bucal e que apresentem resultados estéticos e longevidade. Entretanto, apesar de os avanços, é comum observarmos defeitos como fraturas, infiltrações marginais, lesões de cárie secundárias, manchamento, entre outros.

Adeptos ao princípio de mínimo desgaste na estrutura dental a fim de evitar a remoção total das restaurações parcialmente comprometidas, avaliam o reparo como uma opção de tratamento. Atualmente, os reparos têm se restringido ao tecido ou material restaurador comprometido, sendo mais conservadores e minimamente invasivos, acrescentando incrementos de resina composta nas áreas comprometidas, devolvendo forma, função e estética (Costa et al., 2010; Ozcan et al., 2014; Spyrou et al., 2014; Eliasson et al., 2014; Machado et al., 2016).

Em resposta à necessidade clínica de um material com excelente função mecânica, além de reduzido tempo clínico e contração de polimerização, foram desenvolvidas as resinas denominadas *bulk fill flow*, ou de inserção em massa.

As resinas *bulk fill* possuem uma fase pré-gel prolongada que resulta em maior facilidade de escoamento e adaptação nas margens da cavidade, diminuindo a indução de estresse decorrente da sua contração. Ainda são mais resistentes aos esforços oclusais quando comparados às resinas compostas convencionais (Czasch, Ilie, 2013; Van Ende et al., 2013; Van Dijken, Pallesen, 2015, Van Ende et al., 2016).

As resinas *bulk fill* surgiram revolucionando o mercado com aplicações em incrementos de 4 a 5 mm agilizando os procedimentos clínicos (Finan et al., 2013; Awad et al., 2015; Engelhardt et al., 2016). Isso foi possível devido ao fato de as resinas *bulk fill* apresentarem translucidez aumentada, permitindo que a luz do fotopolimerizador alcançasse maiores profundidades de material sem que fosse necessária a inserção por pequenos incrementos (Ilie, Stawarczyk, 2016).

Apesar das resinas do tipo *bulk fill* serem positivamente avaliadas nas pesquisas científicas, existe uma lacuna quanto à sua utilização para reparos em restaurações de resinas compostas, e no que diz respeito a sua utilização como base, ou seja, situação em que deve ser recoberta por resina composta convencional. Tavares et al. (2017) e Koç-Vural et al. (2017), avaliaram o reparo com resinas *bulk fill* quando unidas à resina composta nanoparticulada, entretanto para todos os grupos avaliados foi utilizado algum tipo de tratamento associado, como asperização de superfície e condicionamento ácido previamente à aplicação de sistema adesivo. Estudos que avaliem a influência da utilização ou não do sistema adesivo entre as resinas convencionais e *bulk fill* em situação de reparo, ou quando utilizada como base, como indicado pelos fabricantes, poderiam poupar o tempo de passos desnecessários, como demais tratamentos de superfície, e ainda diminuir o número de falhas na interface entre os dois tipos de resina, resultando em um procedimento mais viável e aceitável na prática clínica.

Considerando o exposto acima, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a influência da presença e da ausência do sistema adesivo na resistência de união entre resina de base microhíbrida ou nanohíbrida e a resina convencional nanoparticulada como cobertura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Evoluções das resinas compostas

As resinas compostas surgiram nos anos sessenta, como material restaurador estético, com melhor característica de mimetização do dente. Em 1956, Bowen acrescentou ao metacrilato de glicidila (GMA) um bisfenol, formando o Bis-GMA (bisfenol A metacrilato de glicidila), composto mais estável dimensionalmente, com menor contração de polimerização, e menor coeficiente de expansão térmica, contribuindo para que houvesse menos porosidades internas (Bowen, 1956, 1963). Entretanto, a consistência imprópria para uso clínico demandou melhorias em sua composição. Dentre os agentes testados, o TEG-DMA (trietilglicol glicidil dimetacrilato) e o UDMA (uretano dimetacrilato), monômeros de baixo peso molecular, se ajustaram adequadamente a esta finalidade. Posteriormente, foram incorporadas partículas inorgânicas à matriz orgânica, combinando o tratamento de superfície com um agente silanizador como o 3 metacriloxipropiltrimetoxi silano. As resinas compostas são formadas por uma parte orgânica chamada de matriz orgânica e uma parte inorgânica (carga inorgânica). Lutz e Phillips (1983) propuseram uma forma de classificação baseada no tamanho das partículas componentes de cada tipo de resina composta visando facilitar sua identificação e sua indicação (Lutz, Phillips, 1983).

Com base nessa classificação, considera-se que as primeiras resinas compostas lançadas no mercado foram as chamadas macroparticuladas (0,1 a 100 μm), que forneciam resistência mecânica adequada. No entanto, apresentavam dificuldade de polimento. Havia também o destacamento das

partículas superficiais durante a função mastigatória, incorrendo em rugosidades, alterações de cor e manchamento. Em seguida, foram apresentadas as microparticuladas (0,04 μm), que forneciam excelente polimento, mas não eram resistentes aos esforços mecânicos (Hervás-García et al., 2006). Foram então desenvolvidas as resinas híbridas que combinavam as de macropartículas e micropartículas, agora com maior resistência, melhor polimento, mas ainda incorrendo em contração de polimerização indesejável, embora superiores às anteriores.

Mais recentemente foram lançadas então as nanohíbridas, com menor contração de polimerização e melhores propriedades estéticas e mecânicas. Atualmente, foram lançadas as nanoparticuladas, compostas somente por nanopartículas com maior conteúdo inorgânico, apresentando menor contração de polimerização e maior resistência aos esforços mecânicos, permitindo um excelente polimento e considerável resistência mecânica (Cramer et al., 2011).

Mesmo com os avanços nas dimensões e proporção das partículas das resinas compostas, ainda é recomendável que as mesmas sejam inseridas nas cavidades pela técnica incremental, respeitando-se os fatores de configuração cavitária (Benetti et al., 2015). Esta técnica é preconizada com o objetivo de permitir a penetração da luz do fotopolimerizador por toda a profundidade do incremento (2 mm), além de diminuir a contração de polimerização e o stress a ela associado (Fronza et al., 2015). Ainda assim, a técnica incremental possui desvantagens como a falta de praticidade, demanda de maior tempo clínico e a possibilidade de incorporação de bolhas e impurezas entre as suas camadas.

As resinas compostas do tipo *Bulk Fill flow* mesmo inseridas em camadas de até 4 a 5mm geram baixo stress de polimerização. A parte inorgânica correspondente a cerca de 76,5% de seu total em peso (58,4% em volume). Mais indicadas como preenchimento em restaurações de dentes posteriores, restaurações diretas anteriores e posteriores, como base sob

restaurações diretas (sempre recobertas com pelo menos 2 mm de resina composta convencional), em restaurações indiretas incluindo inlays, onlays, restaurações de dentes decíduos, vedação de fissuras em molares e pré-molares e reparação de defeitos de restaurações de porcelana. Sua polimerização tem se mostrado mais eficiente, diminuindo a cito toxicidade relacionada à falta de conversão de monômeros em polímeros.

Todas essas combinações foram elaboradas com o objetivo de melhorar as propriedades das resinas compostas, minimizar a contração de polimerização, o coeficiente de expansão térmica, a sorção de água, melhorar as propriedades mecânicas como dureza e escoamento, diminuir a tensão superficial, aperfeiçoar a capacidade de polimento, aumentar a profundidade de cura e suas propriedades ópticas (Garcia et al., 2014).

A evolução das resinas compostas vem sendo comprovada por pesquisas científicas que avaliam as propriedades firmadas pelos fabricantes, através de ensaios mecânicos de dureza Vickers, de profundidade de cura, de contração de polimerização, de escoamento das tensões de superfície, da translucidez, do brilho, da diminuição da tensão superficial, do grau de polimento e da cor (Engelhardt et al., 2016; Baur, Ilie, 2013).

No início dos anos setenta surgiram as resinas microparticuladas. A sílica coloidal foi utilizada como componente inorgânico, com tamanho médio de 0,04 μm . Essas resinas foram representadas no mercado pelas marcas comerciais Isopast (Vivadent) e Silar (3M). Por serem mais fluidas, exigiam melhor técnica de inserção na cavidade. Com o acréscimo da sílica conseguiu-se melhor lisura superficial em detrimento, porém, de maior deformação sob tensão e alteração da cor. Assim, essa deformação provocava microinfiltrações na interface dente/restauração e consequente reincidência de cárie (Bowen, 1963).

As resinas apresentam, na sua maioria, uma parte orgânica composta pela matriz Bis-GMA, TEGMA, DEGMA, e UDMA e TUDMA (produtos que

empregam as poliuretanas), e uma parte inorgânica chamada de carga, formada de: quartzo, vidro, sílica coloidal, lítio-alumínio, silicato, sílica contendo bário, estrôncio ou zircônio, entre outros. A carga pode apresentar-se com 30 a 70% em peso ou 50 a 85% em volume. Os agentes de ligação entre as duas fases são titanatos, zirconatos, ou silanos orgânicos.

2.2 Sistemas adesivos

Shahdad e Kennedy (1998), verificaram *in vitro* a efetividade de dois sistemas adesivos utilizados como material intermediário entre duas resinas convencionais levando em consideração também o tratamento de superfície (abrasão superficial) e o tempo de envelhecimento. As resinas utilizadas foram a Helio Progress (HP) e a Herculite XRV (XRV), e os sistemas adesivos foram: Dentastic (DT) e AllBond 2 (AB2). Os resultados demonstraram que a abrasão superficial melhorou significativamente a resistência de união ($P < 0,001$), e o uso de sistemas adesivos após a abrasão superficial também melhorou a adesão mas, não significativamente. O reparo da HP com a mesma após o tratamento de superfície, seguido da aplicação do Dentastic (DT) produziu a maior força de adesão, que foi 99% em relação aos espécimes sem material intermediário e sem o tratamento de superfície. Os autores concluíram que o tratamento de superfície e a aplicação do sistema adesivo entre resinas idênticas produziu a melhor força de união após o reparo.

Tezvergil et al., em 2003, avaliaram a efetividade de diferentes *primers* e adesivos de um e de dois passos utilizados no reparo entre resinas no que diz respeito à força de adesão sobre a resina envelhecida. Foi utilizada a resina de preenchimento Z250 (3M ESPE) envelhecida em água por 8h a 37°C graus por 3

semanas. O substrato envelhecido foi seco e polido com lixa *carbide* #320 e os espécimes foram randomizados (8 unidades) para serem utilizados com o sistema de um passo do *primer* e adesivo: Compoconnect (CC) (Heraeus Kulzer), ou com o sistema de multi passos: Clearfil (CF) (Kuraray) ou com uma resina adesiva intermediária Scotchbond Multi-purpose (3M-ESPE). Os espécimes sem tratamento de superfície foram utilizados como grupo controle (C). Nova resina Z250 foi acrescida ao substrato em incremento de 2 mm e fotopolimerizada. Os espécimes foram estocados em água por 48 h ou 24 h e termociclados por 6000 ciclos. A força de adesão foi testada numa máquina de ensaio universal Emic a uma velocidade de 1,0 mm/min. Os resultados foram avaliados com ANOVA dois fatores e teste de Tukey ($p=0,05$). As superfícies tratadas apresentaram melhor desempenho que a superfície controle ($p < 0,05$), e o tempo de estocagem não influenciou significativamente a força de adesão ($p > 0,05$). Desta forma, o *primer* e adesivo de multi passos demonstrou melhor *performance* que o de passo único ou mesmo quando comparado a resina intermediária.

2.3 Envelhecimento

Rinastiti et al., em 2011, avaliaram o efeito do envelhecimento sobre o reparo entre resinas microhíbridas, nanohíbridas e nanoparticuladas e as características da interface entre essas superfícies. Discos em resina foram submetidos a três técnicas de envelhecimento: (1). Termociclagem 5.000 x 5 - 55° C. (2). Estocagem em água a 37° C por um tempo de 3 e 6 meses. (3). Imersão em ácido cítrico a 37° C com pH 3 por uma semana. O grupo controle não sofreu envelhecimento. Receberam também dois condicionamentos de

superfície: um adesivo resinoso intermediário (IAR) e a aplicação de um jato de sílica seguido de silanização e da aplicação do sistema adesivo resinoso intermediário respectivo. As resinas compostas de mesma combinação que o substrato foram unidas de acordo com um dos dois condicionamentos e depois submetidas ao teste de tração. O tipo de partícula inorgânica de preenchimento exposta após o envelhecimento foi examinado por espectroscopia fotoelétron (Raios-X) e a rugosidade superficial foi analisada através do microscópio de força atômica utilizando um *scanner* de elétrons e microscopia de força atômica. A exposição das partículas somente ficou nítida após a termociclagem e a imersão em ácido cítrico. Portanto, o tipo de resina composta, o condicionamento superficial e o método de envelhecimento influenciaram significativamente na força de adesão ($p < 0,05$) Anova 3 fatores. As menores modificações foram observadas nos espécimes imersos em água. A força de adesão nos espécimes envelhecidos, acrescidos do sistema adesivo intermediário foi melhor em relação aos espécimes não envelhecidos, enquanto que os espécimes que sofreram aplicação do silano seguido da resina intermediária demonstraram melhores resultados de resistência de união após a termociclagem e a estocagem em água. Estes apresentaram mais falhas coesivas que os que receberam somente a resina intermediária independente do envelhecimento.

Baur e Ilie (2013), realizaram um estudo comparativo entre duas resinas: Surefil®SDR™ flow (SF) e Venus® Bulk Fill (VB). Os autores compararam o grau de conversão (DC), dureza Vickers e propriedades macromecânicas (resistência flexural e módulo de elasticidade). A profundidade de cura foi avaliada utilizando a espectroscopia infravermelha (FTIR) nas profundidades de 1, 2, e 4 mm e 6 mm incremental e tempos de irradiação 10, 20, 40 s. As propriedades micromecânicas ($n=6$) e macromecânicas ($n=20$) foram avaliadas automaticamente com microdurômetro indentando três pontos após terem sido estocadas em água destilada por 24 h a 37°C. Todas as amostras

foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura para identificar o tamanho da carga inorgânica utilizada. Os resultados foram avaliados utilizando uma análise de variância, teste Tukey de significância, análise multivariada ($\alpha=0,05$) e teste t independente. Foi utilizada a análise Weibull para acessar a tensão. Os resultados demonstraram um grande grau de conversão (VB, 62,4-67,4%; SF, 57,1-61,9%), mas um baixo grau das propriedades micromecânicas (VB, E07.3– 8.8 GPa, HV040.7–46.5 N/mm²; SF, E010.6–12.2 GPa, HV055.1–61.1 N/mm²). Ambas as resinas mostraram alta confiabilidade (VB, m021.6; SF, m026.7) e profundidade de cura de pelo menos 6mm em todos os tempos de polimerização.

Reis et al. (2013), avaliaram a influência do envelhecimento artificial acelerado na microestrutura das resinas e nas propriedades mecânicas das resinas Filtek Z250, Filtek Supreme, 4 Seasons, Herculite, P60, Tetric Ceram e Charisma. A composição das resinas foi caracterizada por espectroscopia infravermelha (FTIR) e análise térmica (análise de calorimetria e termogravimetria). A microestrutura foi analisada por microscopia eletrônica. A dureza superficial e a resistência a compressão foram plotadas e avaliadas estatisticamente através de Análise de variância e Teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Os resultados demonstraram diferença significativa entre as resinas escolhidas quanto a dureza de superfície ($F=86,74$, $p<0,0001$) e também a resistência a compressão ($F=40.31$, $p<0,0001$), mas o envelhecimento acelerado não afetou as propriedades (dureza superficial: $F=0,39$, $p=0,53$; e resistência a compressão ($F=2.82$, $p=0.09$) de nenhuma das resinas avaliadas. As análises de FTIR, DSC e TG demonstraram que a polimerização foi completa e não houve diferença do espectro e da curva termal dos materiais obtidos antes e depois do envelhecimento. Estatisticamente foi confirmada a ausência de compostos voláteis, o que evidenciou boa estabilidade termal até 200°C. Uma quantidade semelhante de resíduos foi encontrada em todas as resinas avaliadas.

Baur e Ilie (2013), analisaram a compatibilidade e reparabilidade entre resinas compostas fotopolimerizáveis (Resin-Based Composites RBC's) microhíbrida, nanohíbrida e condensáveis. Foram utilizadas seis resinas, com diferentes composições de matriz e carga inorgânica, desde matriz pura de metacrilato (Methacrylate-based Composite MBC), as ormocers (Ormocer-based Composite OBC) e as a base de silorano (Silorane-based Composite SBC). Cada tipo de resina foi combinado com ela mesma e com as outras 5 RBC, resultando num total de 36 combinações (n=20). Os espécimes foram polimerizados e envelhecidos por 8 semanas em água destilada a 37°C e então reparados com um kit de reparo. Posteriormente, foram estocados por 24 h em água destilada a 37°C seguido de termociclagem 5.000 ciclos (5 - 55°C) e adicionalmente estocados por 4 semanas em água destilada a 37°C. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração e os tipos de fratura foram avaliados. Os resultados demonstraram que a composição dos diferentes materiais afeta significativamente a força de adesão, principalmente quando este é utilizado como preenchimento ou como reparo. Isto significa que determinadas resinas apresentaram melhor desempenho como preenchimento que como reparo e vice-versa. Filtek silorano demonstrou menor força de adesão quando utilizado como preenchimento, entretanto quando utilizado como material de reparo obteve melhores resultados (28,7 MPa). As ormocer utilizadas como preenchimento apresentaram os melhores resultados especialmente combinadas com elas mesmas e com as de SBC. As resinas a base de metacrilato, quando combinadas com elas mesmas, também apresentaram alto valor de adesão. As combinações das SBC como material de preenchimento combinadas com MBCs Tetric Ceram HB, Ester X ou Filtek Supreme XT demonstraram os menores valores. Os reparos com materiais idênticos apresentaram melhores resultados que os efetuados com material diferente. O mesmo efeito foi detectado quando da combinação de diferentes materiais de matriz orgânica. Quanto ao material da

carga inorgânica RBC, microhíbrida, nanohíbrida e condensável, os resultados obtidos não revelaram influência na força de adesão. Com relação ao tipo de fratura, a combinação da filtek silorane com o material de preenchimento combinadas (MBC) com Esthetic X, Filtek Supreme XT e Tetric (Ceram HB) apresentaram mais fratura do tipo adesiva. A combinação da Filtek Silorano com a Ormocer apresentou mais falhas coesivas. Entretanto, quando Filtek Silorane foi utilizada para reparo houve mais falhas coesivas tanto como preenchimento quanto como reparo.

Eliasson et al. (2014), avaliaram o efeito do tratamento de superfície na adesão entre compósitos estocados de um a doze meses. Foram confeccionados 72 cilindros em resina composta (Tetric Evo Ceram, Ivoclar), estocados em água destilada por duas semanas seguido de termociclagem de 5000 ciclos entre 5°C e 55°C e utilizados como substrato. Os cilindros foram polidos com lixa de silicone, condicionados com ácido fosfórico 37%, lavados e divididos igualmente em três grupos experimentais: Grupo I: sem tratamento de superfície. Grupo II: foi aplicado um jato de sílica (CoJet tribochemical silica sand, 3M ESPE; Microetcher II, Danville Engineering Inc); e Grupo III: recebeu aplicação de um silano (Bis-Silane, BISCO Inc). Oito cilindros foram preparados sob condições idênticas e submetidos ao mesmo processo de envelhecimento do substrato. Cada grupo experimental foi dividido em subgrupos de acordo com o sistema adesivo: Sistema auto-condicionante de um passo (Adhesive One, Ivoclar Vivadent), Sistema auto-condicionante de dois passos (Clearfill SE, Kuraray America) e o Sistema de três passos (Adper Scotchbond Multi-Purpose, 3M ESPE). Após o condicionamento foi adicionada a parte complementar em resina composta (Tetric Evo Ceram, Ivoclar) e fotopolimerizada. Os espécimes foram armazenados em água destilada por uma semana e termociclados da mesma forma que os outros espécimes. Oito espécimes controle passaram pelo mesmo processo em igual período de tempo.

Uma metade dos espécimes de cada grupo foi testada após 30 dias da confecção e a outra metade após 12 meses. Os cilindros foram seccionados numa máquina de corte sequencial automática produzindo de 10 a 20 espécimes cilíndricos de 1,1 X 1,1mm. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração. A superfície da fratura foi examinada ao estéreomicroscópio para posterior classificação. A resistência de união do grupo controle foi 54.5 ± 6.0 MPa aos 30 dias e 49.6 ± 5.1 MPa aos 12 meses. A força de tração para os demais grupos reparados foi de 26.4 ± 6.8 MPa a 49.9 ± 10.4 MPa aos 30 dias e 21.2 ± 9.9 MPa a 41.3 ± 7.5 MPa aos 12 meses. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$) aos 30 dias. Essa diferença estava menos pronunciada aos 12 meses. A maior força de reparo foi demonstrada no grupo com aplicação do silano concomitantemente ao sistema adesivo de dois passos. O sistema adesivo Clearfil proporcionou uma maior força de adesão em todos os grupos. Houve uma tendência à diminuição da força de adesão aos 12 meses, comparada aos 30 dias. A maioria das fraturas foi adesiva, o número maior de falhas coesivas foi de 16% aos 30 dias e 12% aos 12 meses obtida nos grupos com as maiores médias de força de tração. Concluíram que houve maior resistência de união quando da aplicação do silano seguido do adesivo de dois passos.

Caixeta et al. (2015), avaliaram a força de adesão de restaurações feitas em resina composta com diferentes preenchimentos e fotoativadas com aparelhos LED. Foram utilizados trinta dentes bovinos selecionados e preparados na face frontal com uma cavidade cônica. Todos os preparos foram condicionados com Scotchbond gel por trinta segundos (30 s) conforme instrução do fabricante. Foi aplicado o sistema adesivo Adper Scotchbond seguido de fotoativação e o preenchimento foi feito em incremento único com Filtek Z 350 XT, Filtek Z350 *flow* e *Bulk Fill* X-tra ($n=10$) seguido de fotoativação conforme instrução do fabricante. Os testes de microtração foram feitos na máquina

Universal Emic. Os resultados em MPa foram submetidos ao teste de T Student a 5% de nível de significância. A força de adesão foi menor para a resina X-tra (5,12 MPa), enquanto as demais obtiveram os valores de 6.54 MPa para a Z 350 e 6.76 MPa para a Z350 fluida. Após a análise de fratura os espécimes foram avaliados ao microscópio óptico sob aumento de 10 vezes. A maioria (80 a 90%) das amostras apresentou alta prevalência de fratura adesiva.

Benetti et al. (2015), avaliaram a influência do conteúdo da matriz orgânica na contração de polimerização de resinas *flow*. Foi considerado o tipo de monômero e a carga inorgânica de cada tipo de resina, conforme os grupos: Venus *Bulk Fill* (Heraeus), SDR (Dentisply), X-tra Base (Voco), Tetric Ceram (Ivoclar – Vivadent), Sonic fill (Kerr), Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent). Houve diferença significativa na contração de polimerização entre os materiais avaliados ($p < 0,001$). A resina convencional Tetric Evoceram apresentou a menor contração de polimerização, diferença não significativa com a SonicFill ($p = 0,061$) mas significativamente menor que Tetric Evoceram *Bulk Fill* ($p = 0,001$). A resina *Bulk Fill* de baixa viscosidade demonstrou maior contração de polimerização: SDR e X-tra *base* demonstraram desempenho intermediário, enquanto que a Venus *Bulk Fill* apresentou a maior contração de polimerização ($p < 0,001$). Quanto a profundidade de cura houve um melhor desempenho com a resina fluida, quando comparado com a convencional ($p < 0,001$). Sonic Fill demonstrou possuir uma profundidade de cura estatisticamente semelhante à resina convencional Tetric EvoCeram ($p = 0,056$). As resinas de baixa viscosidade X-tra *base* e Venus *Bulk Fill* demonstraram considerável profundidade de cura comparadas com a *Bulk Fill* fluida SDR ($p < 0,01$) ou com a Tetric Evo Ceram *Bulk Fill* ($p < 0,001$). Os autores concluíram que as resinas de alta viscosidade como a Tetric Evoceram *Bulk Fill* e Sonic Fill demonstraram contração de polimerização e formação de lacunas semelhantes às convencionais. Entretanto, a profundidade de cura foi consideravelmente menor

que o estabelecido pelos fabricantes. Algumas ainda apresentaram muita contração de polimerização e muitas lacunas, embora tenham apresentado melhor profundidade de cura. Uma em particular, SDR apresentou melhor profundidade de cura e comparativamente menor formação de lacunas apesar da grande contração de polimerização.

Fernandez et al. (2015), efetuaram um estudo duplo cego para verificar a longevidade do reparo em resinas compostas indicadas para substituição. Foram recrutados 28 pacientes na faixa etária dos 18 aos 80 anos com 50 restaurações inclusas nos parâmetros dessa pesquisa. As restaurações selecionadas foram escolhidas porque apresentava anatomia deficiente, bordas marginais irregulares, infiltrações marginais e/ou cárie secundária adjacente à restauração em resina composta. Foram, portanto, avaliadas clinicamente para serem reparadas ou substituídas de acordo com o critério USPHS e randomicamente indicadas para o grupo do reparo (n=25) ou para o grupo da substituição. As restaurações eram avaliadas de forma não identificada por dois examinadores. O testes de Wilcoxon foi efetuado para comparar as notas dentro do mesmo grupo (95% CI), e o teste Friedman foi utilizado para que houvesse múltiplas comparações entre os diferentes anos dentro de cada grupo. Os resultados observados durante a década foram que: dois grupos se comportaram semelhantemente quanto ao parâmetro de adaptação marginal (MA) ($p>0,05$), cárie secundária (SC) ($p>0,05$), e cor (C) ($p>0,05$). Concluíram que quanto aos parâmetros avaliados as ocorrências foram similares em ambos os grupos, o reparo da resina composta deveria ser eleito sempre que clinicamente indicado, por ser um procedimento minimamente invasivo e poder contribuir significativamente para a longevidade da restauração. Portanto, o reparo é um procedimento viável que pode aumentar consideravelmente a longevidade da restauração.

Machado et al., em 2016, verificaram a adesão de resinas a base de metacrilato (Z350, 3M ESPE) e a base de silorano (P90, 3M ESPE) utilizando três técnicas de preenchimento em cavidades de 6x3x3mm em dentes bovinos. Os incrementos foram inseridos de forma oblíqua, horizontal e com o sistema bulk. O teste de tração foi efetuado nas 24 h seguintes. A análise dos dados ($\alpha=5\%$) demonstraram que as resinas a base de metacrilato e a técnica de preenchimento horizontal demonstraram os maiores valores de adesão ($10,2 \pm 3,9$, $p<0,05$). Para as resinas a base de silorano os resultados não revelaram resultados estatisticamente significantes quando das diferentes técnicas de inserção ($p>0,05$).

Lemos et al., em 2016, avaliaram a resistência ao cisalhamento de resinas compostas reparadas antes e pós envelhecimento simulado. Foram confeccionados 90 espécimes. Destes, 10 foram utilizadas como grupo Controle GC (não receberam reparo); 40 GI (reparados após 7 dias de confecção); e 40 GII (foram reparados após 180 dias). Os Grupos I e II foram divididos em 4 subgrupos de 10 espécimes cada, de acordo com o sistema adesivo e a resina composta utilizada: A) Adper Scotch Bond Multipurpose com Filtek Z350XT; (B) Adper Single Bond Plus com Z350 XT; (C) Adper Scotch Bond Multipurpose com Esthet-X; (D) Adper Single Bond Plus com Esthet-X. Os espécimes foram cisalhados em máquina de ensaios universal. Os resultados foram analisados através de Anova 2-fatores, e teste de Fischer ($\alpha=0,05$). O grupo controle apresentou melhor desempenho que os demais grupos. Não houve diferença significativa quando se comparou diferentes adesivos e resinas compostas. A força de adesão foi maior ao sétimo dia do que ao final dos 180 dias. O reparo em resina diminui a resistência de união da restauração. O envelhecimento do substrato diminui a força de união no passar do tempo independente do sistema adesivo ou da resina composta utilizada.

Engelhardt et al., em 2016, compararam a resina *flow* com a resina *Bulk Fill* convencional utilizadas para restaurações em dentes posteriores. Foram avaliadas oito resinas *flow*: (5 convencionais e 3 *Bulk Fill*). Os espécimes foram fabricados para testar a resistência a abrasão superficial, a resistência a flexão (três pontos), a microdureza *Vickers*, a transmissão da luz através do vidro, calorimetria diferencial e a carga inorgânica fracionada, e a análise gravimétrica térmica. Uma *veneer* em resina composta foi utilizada como referência e a variação de fratura e valores de desgaste dos espécimes foram relacionados a essa referência. As imagens geradas pelo microscópio eletrônico de varredura foram utilizadas para análise de fractografia e investigação microestrutural. Os dados foram submetidos a ANOVA 1-fator, teste Bonferroni e teste de correlação de *Person* ($\alpha = 0,05$). A resistência a fratura variou de 0,64 a 1,34 ($1 = 1,69 \text{ MPam}^{1/2}$) e a abrasão relativa ficou entre 1,24 e 0,55 ($1 = 134 \mu\text{m}$). A dureza *Vickers* ficou numa faixa entre 14,4 e 57,2 HV. A análise gravimétrica térmica mostrou preenchimento fracionado 55 e 77 wt%. Os valores de TG variaram entre -67,8 e -40,9°C. Nenhum dos testes identificou diferença significativa entre as resinas *Bulk Fill flow* e a *flow* convencional. A correlação de Pearson coeficiente (cc) demonstrou uma correlação significativa ($Cc > 0,583$; $p < 0,001$) entre linha de fratura, dureza e conteúdo inorgânico. Houve uma correlação significativa entre desgaste relativo, transmissão de energia através da matriz (profundidade de cura ou entre fração de enchimento e dureza *Vickers* ($cc > 0,702$; $p < 0,001$)). A conclusão é que as resinas *Bulk Fill flow* não demonstraram melhor resistência à abrasão e fratura em comparação a *flow* convencional. O conhecimento das propriedades das resinas é essencial para a seleção do material a ser empregado.

Colak et al. (2016), realizaram um estudo comparando a força de adesão das resinas *Bulk Fill* com as resinas convencionais. Utilizaram 60 molares livres de cárie, seccionados na oclusal expondo a dentina média coronária. Os dentes

foram randomicamente divididos em quatro grupos. Utilizaram um único sistema adesivo, Adper Scotch Bond XT (3M ESPE) aplicado a dentina de todos os grupos, reduzindo dessa forma essa variável nos resultados. A superfície da dentina exposta dos espécimes foi coberta pelos seguintes materiais: Grupo(1) Sonic Fill, Grupo(2) Tetric EvoCeram TBF, Grupo (3) Herculite XRV Ultra, Grupo(4) TBD *Bulk Fill*. As restaurações foram feitas no formato cilíndrico de 2X3 mm com a utilização de um aparato seguido do teste de microtração em EMIC. Os resultados foram avaliados pelos testes de Kruskal Wallis e Mann Whitney. Os maiores resultados obtidos foram do Grupo 3 ($14,42 \pm 4,34$ MPa). O que demonstrou menor força de adesão foi o grupo 4 ($11,16 \pm 2,76$ MPa), havendo uma diferença estatisticamente significativa entre esses grupos ($p=0,046$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os valores dos outros grupos. Concluiu-se que existe a necessidade de maior estudo longitudinal quanto a força de adesão somado aos sucessos clínicos desse adesivo e do sistema *Bulk Fill*.

Koç-Vural et al. (2017), analisaram a força de adesão no reparo entre resinas nanoparticuladas envelhecidas; combinadas com elas mesmas e com resinas *Bulk Fill*. Setenta e dois discos foram confeccionados (Filtek Ultimate/FU, Herculite XRV ultra/HXRV e Reflectys/R). Todos foram estocados por 8 semanas em água destilada a 37°C. Após este período, cada material foi combinado com ele mesmo ou com as resinas do tipo *Bulk Fill* (Filtek Ultimate + Filtek/G1; Filtek Ultimate + TetricBF/G2; Herculite XRV + Herculite XRV/G3; Herculite XRV + TetricBF/G4; Reflectys + Reflectys /G5; Reflectys+TetricBF/G6). Após a estocagem em água a 37°C por 8 semanas, as superfícies dos espécimes foram padronizadas com lixa carbide #320 por 5 s. As superfícies do reparo foram condicionadas com ácido fosfórico 37 % por 15 s e lavadas por igual período. Então, foi aplicado o Prime & NT, da Dentsply, polimerizado conforme instrução do fabricante. Após o reparo os espécimes

foram submetidos ao teste de tração e a região da fratura foi examinada. De acordo com os resultados obtidos houve uma diferença significativa entre os materiais quando reparados com eles mesmos e com resina *Bulk Fill*. A resina *Bulk Fill* apresentou resultados estatisticamente significativos para o teste de tração ($p=0,001$). A conclusão foi de que o reparo com *Bulk Fill* mostrou o melhor desempenho, exceto para a Filtek Ultimate, que demonstrou melhor desempenho de reparo quando unidas a ela mesma. Um aumento da incidência de fraturas coesivas foi observado quando da baixa adesão. Houve diferença significativa entre os três materiais, reparados com eles mesmos e com *Bulk Fill* com SBS ($p=0,001$). FU e R foram consideradas similares enquanto que a HXRV mostrou diferença significativa com as demais, demonstrando o menor desempenho entre os grupos. Houve diferença significativa entre o G1 e G2 ($p=0,006$), enquanto que não houve diferença entre os G3 e G4 ($p=0,142$) e G5 e G6 ($p=0,346$). Os espécimes que utilizaram o reparo com as resinas *Bulk Fill* obtiveram os melhores resultados de adesão, com exceção da resina Filtek Ultimate que demonstrou os melhores resultados quando reparadas com ela mesma.

Brum et al. (2017), avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície sobre a força de adesão quando do reparo entre uma resina nanohíbrida (Express Direct) e uma nanoparticulada (Filtek Z 350XT). Cento e vinte espécimes de cada material (7,5 x 4,5 x 3 mm) foram preparados e polidos com lixa. Metade dos espécimes foram mantidos em água por sete dias e a outra metade por 6 meses. Foram divididos em seis grupos de acordo com o tipo de tratamento de superfície recebido. O grupo controle não recebeu qualquer tratamento. Os tratamentos de superfície consistiram em jato de óxido de alumínio (Al_2O_3), acetona líquida, acetona gel, álcool líquido, álcool gel seguido da silanização e do sistema adesivo. Foram fabricados os espécimes de resina em forma cilíndrica e fotopolimerizados por 20 s conforme instrução dos

fabricantes. A mesma resina composta foi utilizada para o reparo. Adicionalmente 10 espécimes intactos de cada resina composta sem reparo foi preparada como grupo controle (grupo controle positivo). Os espécimes foram submetidos aos testes de microtração. Três espécimes adicionais foram fabricados de cada grupo. O tratamento de superfície foi analisado por microscopia de força atômica de superfície, por espectroscopia (EDS) e escâner de microscopia (SEM). Como resultado, as resinas nanoparticuladas apresentaram melhor força coesiva que a nanohíbrida. O envelhecimento afetou a força de adesão das nanoparticuladas. O jato com óxido de alumínio foi mais eficiente para as nanoparticuladas e promoveu maior rugosidade em ambas as resinas. O solvente demonstrou ser mais efetivo para as nanohíbridas daí concluírem que a força de adesão conseguida com a utilização dos solventes eram material dependentes e o jato de oxido de alumínio foi efetivo para ambas as resinas.

Kiomarsi et al., em 2017, estudaram a influência do efeito do envelhecimento através da termociclagem (5000 e 10.000 ciclos) e da aplicação do laser (Er,Cr,YSGG) como tratamento de superfície sobre a força de adesão no reparo entre resinas compostas. Foram confeccionados 120 espécimes medindo 6x4x4mm com Filtek Z250 que foram randomicamente divididos em três grupos (n=40). Baseado no protocolo inicial de envelhecimento, o grupo controle não sofreu envelhecimento (a), foi estocado em água destilada a 37°C por 24 h, (b) passou por 5.000 ciclos de (5°C a 55°C), (c) passou por 10.000 ciclos de (5°C a 55°C). Cada grupo foi randomicamente subdividido em dois subgrupos (n=20) baseado no tratamento mecânico de superfície (laser ou asperização com ponta diamantada) e todos receberam silano prévio a aplicação do adesivo Adper Single Bond 2. O reparo em resina foi efetuado sobre esta superfície. Metade dos espécimes de cada grupo foi submetido a 5.000 ciclos térmicos. A metade restante foi mantida em água destilada a 37°C por 24 h e

todos os espécimes foram submetidos ao teste de microtração numa máquina de teste universal com uma velocidade de 1mm/min. Os dados obtidos foram submetidos a Análise variância 1-fator e ao Teste Tukey ($p = 0,05$). Os espécimes asperizados com ponta diamantada apresentaram melhor força de união quando comparados ao laser ($p < 0,001$). O envelhecimento de 10.000 ciclos diminuiu significativamente a resistência de união dos reparos realizados.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da aplicação dos sistemas adesivos Adper Scotchbond e Gluma da Heraeus na técnica de reparo entre resinas compostas microhíbridas e nanohíbridas do tipo *Bulk Fill flow e* convencional nanoparticulada quando do reparo, através de:

- a) Análise da resistência de união;
- b) Análise da influência do envelhecimento na resistência de união;
- c) Análise da influência do envelhecimento para os sistemas adesivos;
- d) Análise da influência do envelhecimento nas diferentes resinas;
- e) Análise das fraturas em Estéreo microscópio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Foram selecionadas duas resinas tipo bulk fill flow para o experimento: uma microhíbrida e outra nanohíbrida simulando a base da restauração e uma resina convencional nano particulada, como de cobertura, simulando um reparo clínico. Foram escolhidos dois sistemas adesivos. Suas marcas comerciais e composição estão discriminadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Material, nome comercial, fabricante e composição dos principais produtos utilizados nesse estudo

Material	Nome Comercial	Carga inorgânica	Composição
Resina composta Bulk Fill Flow	Filtek Bulk Fill flow Microhibrida 3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA	76,5% em peso 58,4 em volume	AFM, AUDMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA, zirconia-sílica
Resina Composta X-tra base	X-Tra Base Nanohibrida Voco GmbH, Cuxhaven, Alemanha	86,0% em peso 70% em volume	AUDMA, AFM, Bis-GMA, uretano dimetacrilato, trietilenoglicol metacrilato ,cerâmica- vidro, SiO ₂
Resina composta convencional	Z350 XT Nanoparticulada 3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA	82% em peso 76% em volume	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA, nanosilica, zircôni
Adesivo	Adper ScotchBond Multiuso 3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA		DMA, HEMA, copolímero de ácido polialcenóico, silica coloidal, etanol, água, fotoiniciador
Adesivo	Gluma universal Heraeus		UDMA, HEMAo: 4-META, ácido poliacrílico, nanopartículas, glutaraldeído, etanol, água e fotoiniciadores.

Fonte: Elaborado pelo autor.

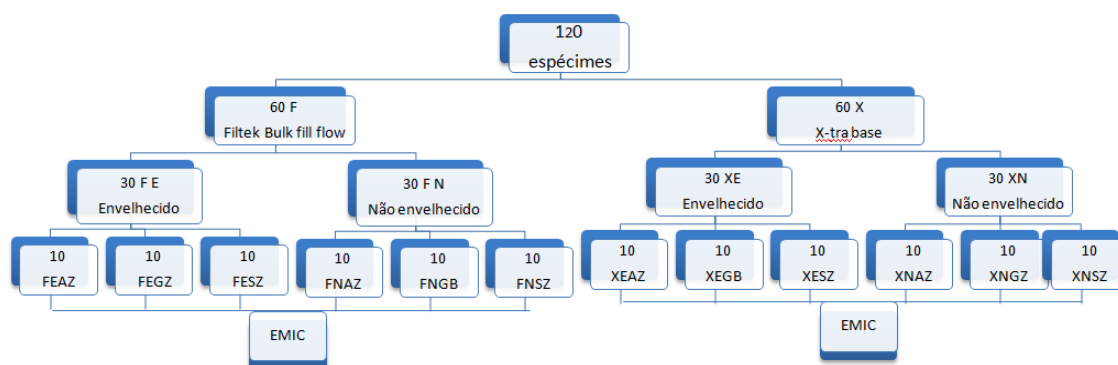
4.2 Métodos

4.2.1 Divisão dos grupos experimentais

Os grupos experimentais foram divididos conforme ilustrado na Figura 1.

Foram confeccionados cento e vinte espécimes, sendo: 60 Filtek (F) e 60 X-tra base (X). Metade das amostras de cada grupo foi submetida ao envelhecimento 30(FE), 30(XE). A outra metade não foi submetida ao envelhecimento 30(FN), 30(XN). Um terço de cada um desses grupos recebeu e a aplicação do Bond do sistema adesivo Adper Scotchbond Multiuso, o Bond universal da Gluma da Heraeus e um terço não recebeu qualquer adesivo. Após o reparo todos os espécimes foram mantidos em água por 24 h (Quadro 2).

Figura 1 – Esquema de divisão dos grupos experimentais



Fonte: Elaborada pelo autor.

Quadro 2 – Diagrama esquemático dos grupos experimentais

FE	FN	XE	XN
(A) FESZ	(D) FNSZ	(G) XESZ	(J) XNSZ
(B) FEAZ	(E) FNAZ	(H) XEAZ	(K) XNAZ
(C) FEGZ	(F) FNGZ	(I) XEGZ	(L) XNGZ

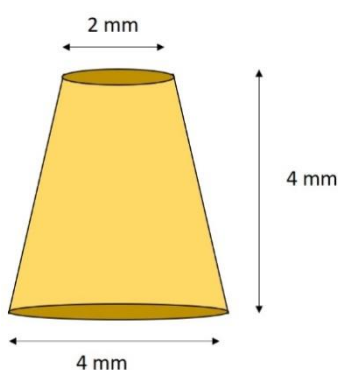
Legenda: F=Filtek *Bulk fill flow*, X= X-tra *base*, Z= Z350, E = Envelhecido, N= Não Envelhecido, A-Adper, G- Gluma, S=Sem Adesivo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Confeção dos espécimes em resina composta *Bulk Fill flow*

Foram confeccionados 120 espécimes em resina *Flow* divididos em dois grupos: Filtek Bulk Fill *flow* (n=60) e X-tra *base* (n=60), conforme discriminado no Quadro 1. Os espécimes possuíam formato tronco-cônico com as dimensões de 4 mm de altura, 2 mm de base menor e 4 mm de base maior (Figura 2).

Figura 2 – Dimensões dos espécimes em formato tronco-cônico

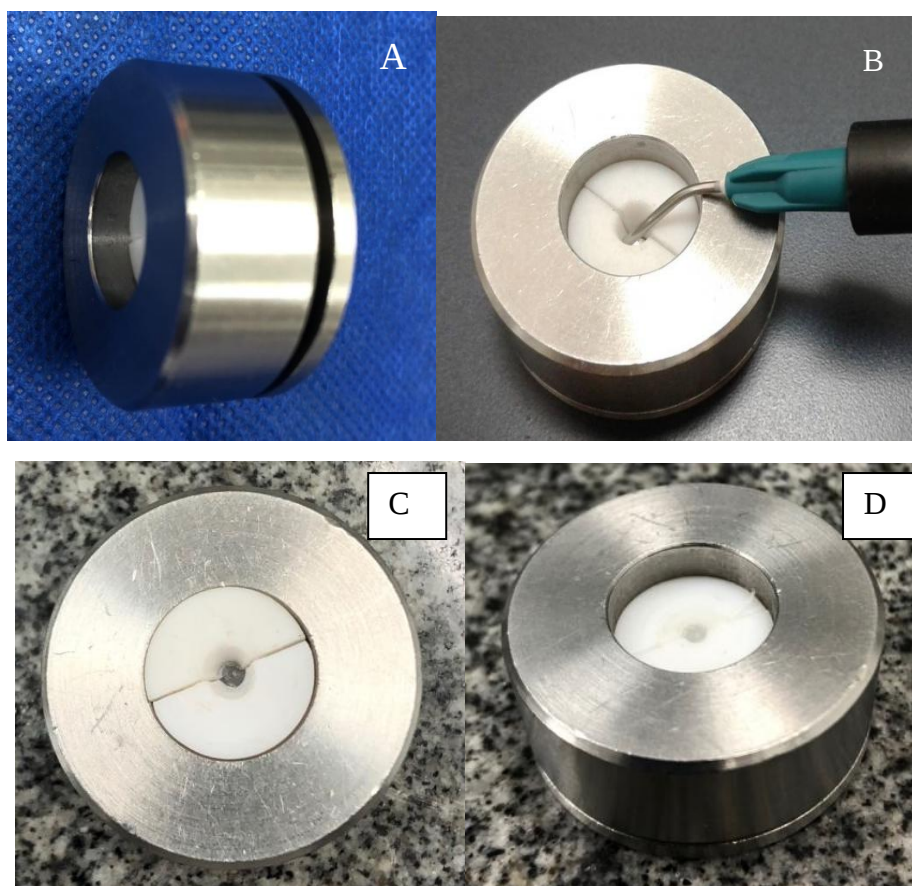


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a obtenção do formato tronco-cônico foram utilizadas duas partes em *teflon* (Figura 3), com as dimensões desejadas, posicionadas no centro de uma base metálica circular com o diâmetro menor voltado para baixo, em contato com o metal da base metálica.

As resinas flow foram inseridas em incremento único nessa matriz, mantidas unidas pelo operador, através de uma ponta aplicadora disponibilizada pelos fabricantes e fotopolimerizadas com luz LED (LED-5, Kondentech, São Carlos, São Paulo, Brasil), radiância de 800mw/cm², por 40 s.

Figura 3 – Aparato metálico e matriz de *teflon* utilizada para confecção dos espécimes em formato tronco-cônicos



Legenda: A) Aparato metálico com uma base metálica removível; B) Aparato metálico com as primeiras metades em teflon, área menor voltada para baixo; C) Close das metades em teflon com diâmetro menor voltado para baixo; D) Aparato metálico com as duas metades de teflon com o diâmetro menor voltado pra cima.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.3 Divisão dos espécimes em envelhecidos e não envelhecidos

Cinquenta por cento dos espécimes (30 Filtek e 30 X-tra *base*) sofreram envelhecimento através da Termociclagem de 5.000 ciclos de 5°C a 55°C. (Cicladora Térmica Nova Ética 521) representado na figura 4.

Os outros cinquenta por cento não sofreram envelhecimento foram mantidos em água por 24 h a 37°C antes de serem submetidos ao procedimento de reparo.

Figura 4 – Cicladora Térmica Nova Ética 521



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.4 Aplicação do sistema adesivo

Conforme exposto na Figura 1, dos 60 espécimes confeccionados da Filtek Bulk fill flow e da X-tra *base* 50% foi envelhecido na termociclagem com 5000 mil ciclos e a outra metade não sofreu envelhecimento $n=30$. Um terço de cada grupo não recebeu qualquer sistema adesivo o outro terço recebeu o *Bond do Adper scotchbond* e o ultimo terço recebeu o *Gluma da Heraeu*. Idem para os espécimes confeccionados com X-tra *base*. Inicialmente as superfícies foram

condicionadas com o respectivo ácido fosfórico 37% ou ácido ortofosfórico a 35% da Heraeus durante 20 s, lavadas abundantemente em água corrente por igual período e em seguida secas com jato de ar. Todos que receberam um sistema adesivo tiveram aplicados sobre sua superfície menor (2 mm) o *bond* do sistema adesivo do Adper Scotchbond Multiuso e o *bond* do Gluma da Heraeus. Sequencialmente, também com auxílio de *microbrush*, uma fina camada de adesivo foi aplicada vigorosamente sobre as superfícies, também sendo espalhada com breves jatos de ar por 5 s. A fotopolimerização foi feita com luz LED (LED-5, Kondentech, São Carlos, São Paulo, Brasil) por 20 s, com 800 mw/cm² de radiância.

4.2.5 Reparo dos espécimes envelhecidos e não envelhecidos com a resina composta nanoparticulada convencional

As primeiras duas metades em teflon com o corpo de prova em resina flow no interior foram adaptadas ao dispositivo metálico com o menor diâmetro voltado para cima. Onde foram condicionadas com os respectivos ácidos preconizados por cada fabricante no tempo estipulado pelos mesmos. Lavados abundantemente e secados por igual período. Depois foi aplicado ativamente o bond dos sistemas adesivos e jato de ar por 5 s. Foi adaptada a segunda metade em teflon com o diâmetro menor voltado para baixo. E de forma incremental foi inserida a resina convencional (Z350 XT) no formato tronco-cônico, conforme descrito para as resinas compostas *Bulk Fill*.

A resina composta convencional foi inserida na matriz, que permaneceu com suas duas partes unidas pelo operador, com a utilização de espátula antiaderente, em 2 incrementos de 2 mm e fotopolimerizados por 20 s cada,

conforme recomendação do fabricante, utilizando-se fotopolimerizador com luz LED, com irradiância de 800 mw/cm².

Um sub-grupo dos espécimes em resina Filtek *Bulk Fill flow* (n=20) e X-tra *base* (n=20) recebeu a inserção da resina composta convencional Z350 XT sem qualquer sistema adesivo, porém utilizando o mesmo protocolo de utilização da matriz de *teflon*.

O formato final obtido para todos os espécimes foi de uma ampulheta pela união das bases menores dos troncos de cone (Quadro 1) (Barcelos et al., 2008; Andrade et al., 2017; Feitosa et al., 2017).

Os espécimes em forma de ampulheta foram armazenados em água destilada em estufa bacteriológica a 38°C por um período de 24 h.

4.2.6 Ensaio mecânico

Os ensaios mecânicos foram realizados em uma máquina de ensaios universais (DL-200MF, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), com uma célula de carga de 50 Kgf, a uma velocidade de 1 mm/min, segundo as normas descritas na ISO/TS 11405, 2003. Os valores foram descritos em N (Newton) e transformados por meio de software acoplado à máquina universal em MPa empregando-se um dispositivo especialmente construído para alojar as amostras. Esse dispositivo é constituído por duas peças cilíndricas em aço inox, cada uma com uma haste para acoplagem à máquina de ensaios universal. No interior de cada uma dessas peças cilíndricas existe um dispositivo cônico em latão, bipartido em seu longo eixo, para alojar as extremidades das amostras em forma de ampulheta (Figura 5). No início do ensaio a amostra permanece solta no interior do dispositivo até que, com o aumento da distância entre as porções

ativas da máquina, os dispositivos se alinham possibilitando que a interface adesiva se localize perpendicularmente ao longo eixo de incidência da força, até ocorrer a fratura. Conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Adaptação dos espécimes em ampulheta ao modelo metálico para ensaio mecânico



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2.7 Análise das fraturas

Após a realização do teste de tração, os espécimes ensaiados e fraturados foram analisados ao estéreo microscópio (Discovery V20, ZEISS, Oberkochen, Alemanha). A região da fratura de cada espécime foi analisada e classificada como: 1) Adesiva - representada prevalentemente pela falha adesiva na interface de união das resinas (independentemente do uso de sistema adesivo); 2) Coesiva

- Representada prevalentemente pela fratura coesiva em resina composta; e 3) Mista - Considerada quando a falha não pode ser classificada prevalentemente como nenhum dos tipos anteriores. Conforme preconizado na ISO/TS 11405 de 2003.

4.2.8 Análise qualitativa em microscópio eletrônico de varredura

Duas amostras mais significativas de cada grupo foram analisadas ao Microscópio eletrônico de varredura (MEV). Evidenciando a camada de adesivo entre as resinas.

4.2.9 Forma de análise dos resultados

Os dados obtidos no ensaio mecânico de tração foram submetidos à ANOVA 3-fatores e teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Foram utilizados os programas SAS/SPSS e InStat graphpad.

4.2.10 Planejamento estatístico

Segundo a proposta deste estudo, as hipóteses de nulidades avaliadas foram:

- a) A ausência de envelhecimento não influencia de forma significativa a resistência adesiva;
- b) A presença do envelhecimento não influencia de forma significativa a resistência adesiva;
- c) A ausência de adesivo e envelhecimento não resulta em influência significativa na resistência adesiva;
- d) O envelhecimento alterou a resina de base influenciando a resistência adesiva;
- e) O tipo de adesivo foi efetivo com e sem envelhecimento das resinas de base.

5 RESULTADOS

5.1 Teste mecânico de resistência a tração

A análise dos dados de resistência à tração foi efetuada em duas partes: a primeira descritiva e a segunda inferencial.

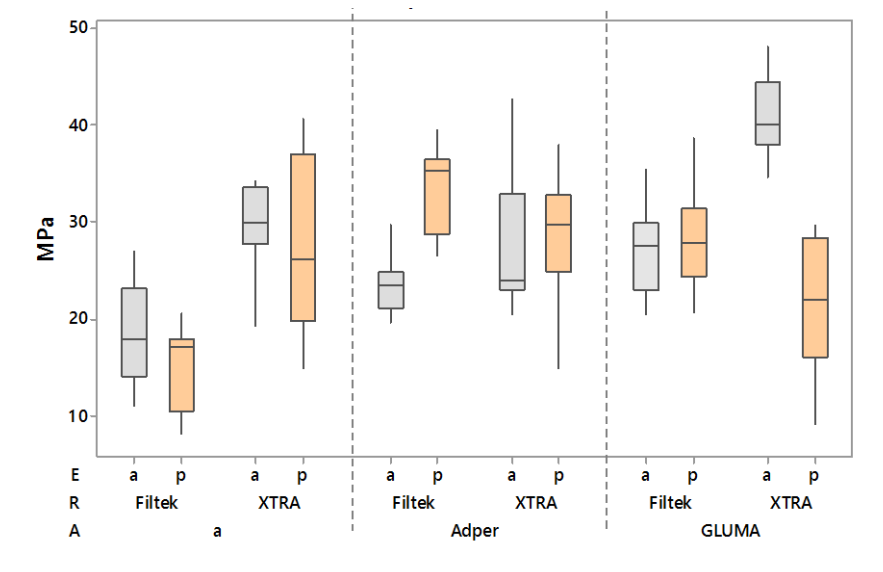
A análise descritiva dos valores de resistência para os diferentes sistemas adesivos são mostrados na tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva em MPa para resistência dos diferentes sistemas adesivos

Grupo	N	Média	Desvio Padrão
FESZ	10	15,069	4,226
FEAZ	10	33,362	4,456
FEGZ	10	28,316	5,187
XESZ	10	18,571	5,578
FNSZ	10	23,387	2,919
FNAZ	10	27,087	4,938
FNGZ	10	27,337	8,840
XEAZ	10	28,348	6,714
XEGZ	10	21,570	6,888
XNSZ	10	29,487	4,710
XNAZ	10	27,416	7,081
XNGZ	10	40,992	4,221

Legenda: F-Filtek *Bulk fill flow*, X- X-tra *base*, Z- Z350, E- Envelhecimento, N- Não Envelhecido, A- Adper, G- Gluma, S-Sem Adesivo, N- quantidade de corpos de prova.

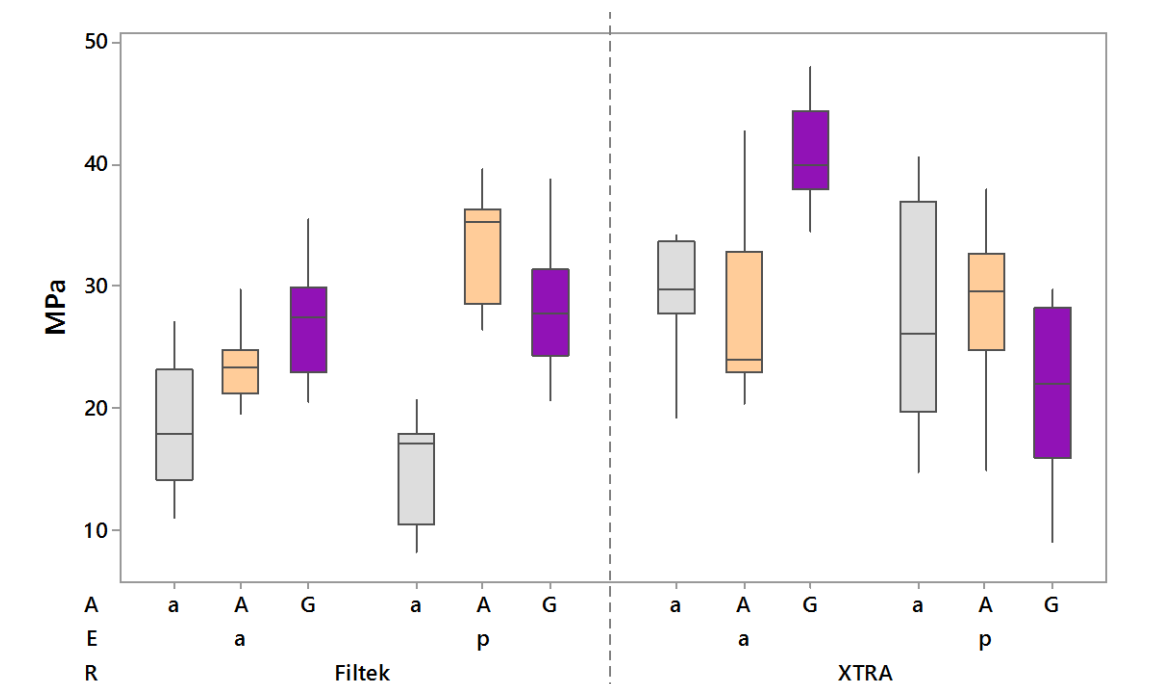
Figura 6 - Diagrama demonstrando a interação entre as variáveis envelhecimento, adesivo e resinas no teste de tração em MPa



Legenda: Na base a direita estão as variáveis E=envelhecimento, R= resina e A=adesivo p= presença envelhecimento, a=ausência de envelhecimento.

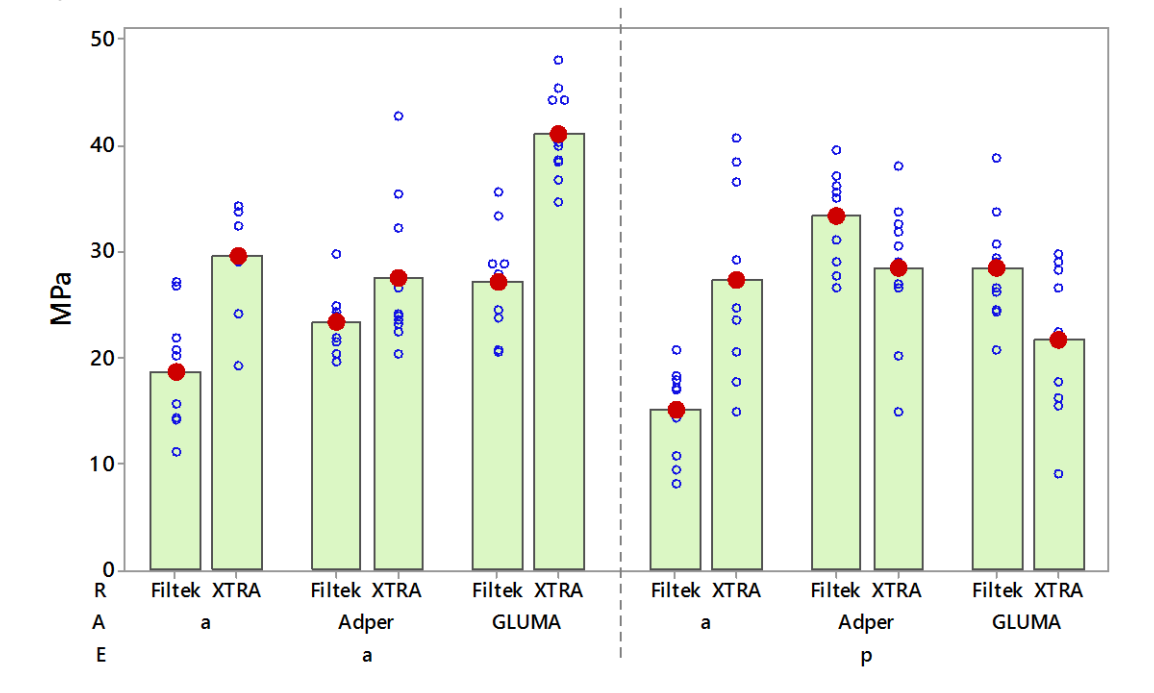
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 7 – Diagrama de apresentação do desempenho das resinas envelhecidas e não envelhecidas com e sem adesivo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 8 – Gráfica dos valores médios de resistência à tração



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 -Estatística descritiva: MPa – variável envelhecimento

Variável	E	N	Media	D.P	CoefVar	Minimo	Mediana	Maximo
MPa	a	60	27.82	8.45	30.36	11.06	26.63	48.03
	p	60	25.67	8.41	32.76	8.15	26.52	40.64

Tabela 3 -Estatística descritiva: MPa – variável resina

Variável	R	N	Media	D.P.	CoefVar	Minimo	Mediana	Maximo
MPa	Filtek	60	24.299	7.598	31.27	8.150	24.375	39.540
	XTRA	60	29.19	8.63	29.56	9.09	29.03	48.03

Tabela 4 -Estatística descritiva: MPa – variável sistema adesivo

Variável	A	N	Mean	D.P.	CoefVar	Minimo	Mediana	Maximo
MPa	a	40	22.62	8.43	37.28	8.15	20.65	40.64
	Adper	40	28.13	6.44	22.89	14.93	26.70	42.72
	GLUMA	40	29.49	8.87	30.09	9.09	28.78	48.03

Tabela 5 - Estatística descritiva: MPa resultados para a variável resina com o Envelhecimento = ausente

Variável	R	N	Media	D.P.	CoefVar	Minimo	Mediana	Maximo
MPa	Filtek	30	23.01	5.70	24.75	11.06	23.34	35.51
	XTRA	30	32.63	8.05	24.68	19.23	32.97	48.03

Tabela 6 – Estatística descritiva para a variável resina com o Envelhecimento E= presente

Variável	R	N	Media	D.P.	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
MPa	Filtek	30	25.58	9.03	35.31	8.15	26.52	39.54
	XTRA	30	25.75	7.89	30.62	9.09	26.69	40.64

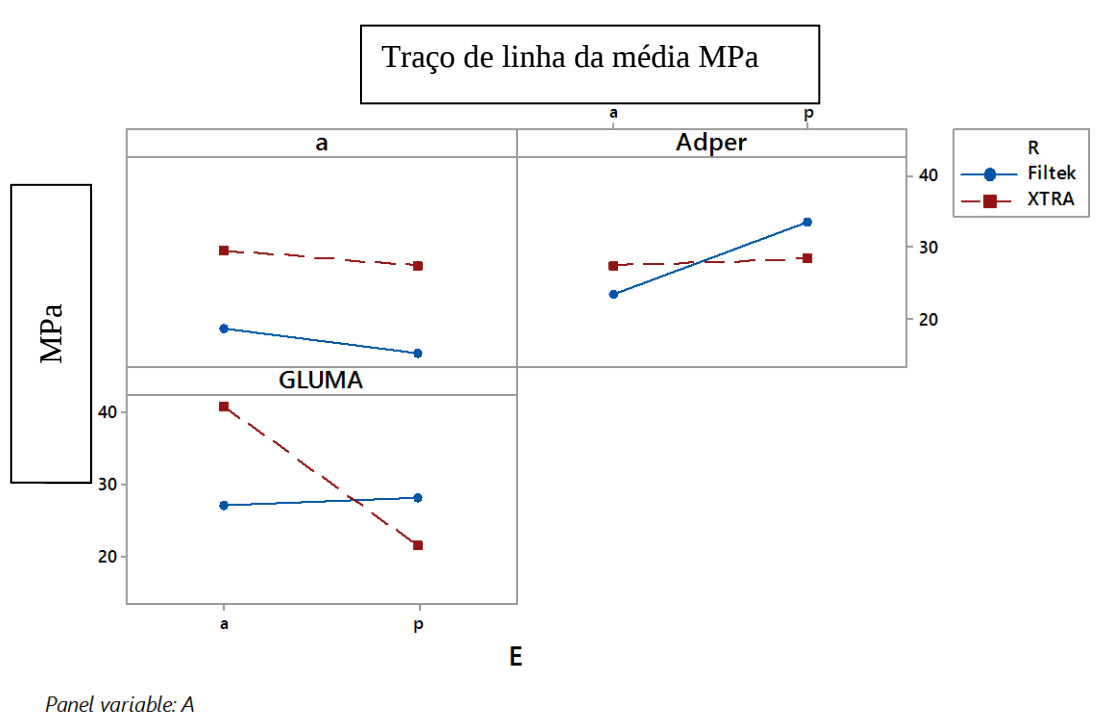
Tabela 7 - Resultados para R = Filtek

Variável	A	N	Media	D.P.	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
MPa	a	20	16.82	5.14	30.56	8.15	17.09	27.06
	Adper	20	28.37	6.29	22.18	19.52	27.10	39.54
	GLUMA	20	27.70	4.97	17.94	20.48	27.52	38.73

Tabela 8 - Resultados para R = XTRA

Variável	A	N	Media	D.P.	CoefVar	Minimo	Mediana	Maximo
MPa	a	20	28.41	6.98	24.57	14.81	29.05	40.64
	Adper	20	27.88	6.73	24.15	14.93	26.68	42.72
	GLUMA	20	31.28	11.41	36.47	9.09	32.13	48.03

Figura 9 – Diagrama de desempenho dos sistemas adesivos na presença e ausência de envelhecimento



Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste de comparação é apresentado na Tabela 9.

Apresentação da segunda parte inferencial que são: os resultados do teste Anova conforme Tabela 9, o teste de Normalidade Tabela 10 e o teste de Tukey Tabela 11.

Tabela 9 - Resultados do teste Anova

Fatores	GL	SQ	QM	P
E	1	139,5	139,49	0,041
R	1	718,2	718,24	0,001
A	2	1.060,2	530,08	0,001
E*R	1	669,4	669,39	0,001
E*A	2	1.065,2	532,62	0,001
R*A	2	756,1	378,03	0,001
E*R*A	2	605,8	302,89	0,001*
Erro	108	3.504,9	32,45	

Fonte: Programa Minitab versão 17 (2013)

Por meio do modelo ANOVA foi verificado que o efeito interação tripla, ou seja, referente aos três fatores em estudo (Resina, Adesivo, Envelhecimento) foi estatisticamente significativa.

Os grupos FESZ e XESZ obtiveram as médias mais baixas de adesão em relação aos outros grupos, e esses valores foram estatisticamente diferentes entre si. Foram observados valores médios sem diferença significativa para os grupos FESZxFNAZ, FNSZ x FNGZ, FNSZxFNGZ, FEAZxXNGZ, XNSZxXNGZ. Os grupos XNGZ, XNSZ, XEAZ, FEGZ, apresentaram os maiores valores médios de adesão, porém os que foram estatisticamente significativos entre si estão todos relacionados abaixo:

Apresentaram valores estatisticamente significativos os grupos FESZ x FEAZ que são: Filtek envelhecida sem adesivo com Z350 em relação a Filtek envelhecida com Adper e Z350.

Apresentaram valores estatisticamente significativos os grupos FESZ x FEGZ que são a resina Filtek envelhecida sem adesivo com Z350 em relação a Resina Filtek envelhecida com Gluma e Z350.

Apresentaram valores estatisticamente significativos os grupos FESZ x FNGZ que são a resina Filtek envelhecida sem adesivo com Z350 em relação a resina Filtek sem envelhecimento com Gluma e Z350.

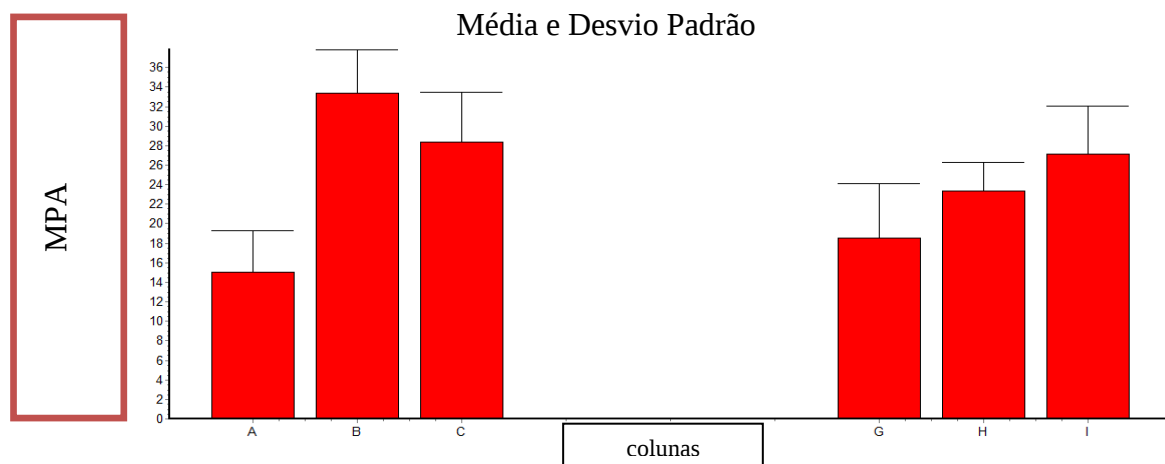
Apresentaram valores estatisticamente significativos os grupos FEAZ x FNSZ a resina Filtek envelhecida com Adper e Z350 com a resina Filtek não envelhecida sem adesivo e Z350.

Apresentaram valores estatisticamente significativos os grupos FEAZ x FNAZ que são a resina Filtek envelhecida com Adper e Z350 em relação a Filtek não envelhecida com Adper e Z350.

Apresentaram valores significativos os grupos FEGZ x FNSZ que são a resina Filtek envelhecida com Gluma e Z350 em relação a Filtek não envelhecida sem adesivo com Z350.

A figura 10 apresenta os resultados dos grupos envelhecidos com a utilização dos sistemas adesivos.

Figura 10 - Gráfico demonstrativo da média e desvio padrão dos valores de adesão dos grupos envelhecidos (A)FESZ, (B)FEAZ, (C)FEGZ, (G)XESZ, (H)XEAZ, (I)XEGZ



Legenda: F-Filtek *Bulk fill flow*, X- X-tra *base*, Z- Z350, E Envelhecimento, N- Não Envelhecido, A- Adper, G- Gluma, Sem Adesivo, (A)FESZ, (B)FEAZ, (C)FEGZ, (G)XESZ, (H)XEAZ, (I)XEGZ
 Fonte: Elaborada pelo autor. Programa InStat

Quanto a resina X-tra *base* houve diferença estatisticamente significativa a relação entre os grupos XESZ x XNGZ Resina X-tra *base* envelhecida sem adesivo com Z350, em relação ao grupo Resina X-tra *base* não envelhecida com Gluma e Z350.

Dos grupos XEGZ x XNGZ Resina X-tra *base* envelhecida Gluma e Z350, em relação ao grupo Xtra não envelhecida com Gluma e Z350.

E os grupos XNAZ x XNGZ Resina X-tra *base* não envelhecida com Adper e Z350 com relação ao grupo Resina X-tra *base* não envelhecida com Gluma e Z350.

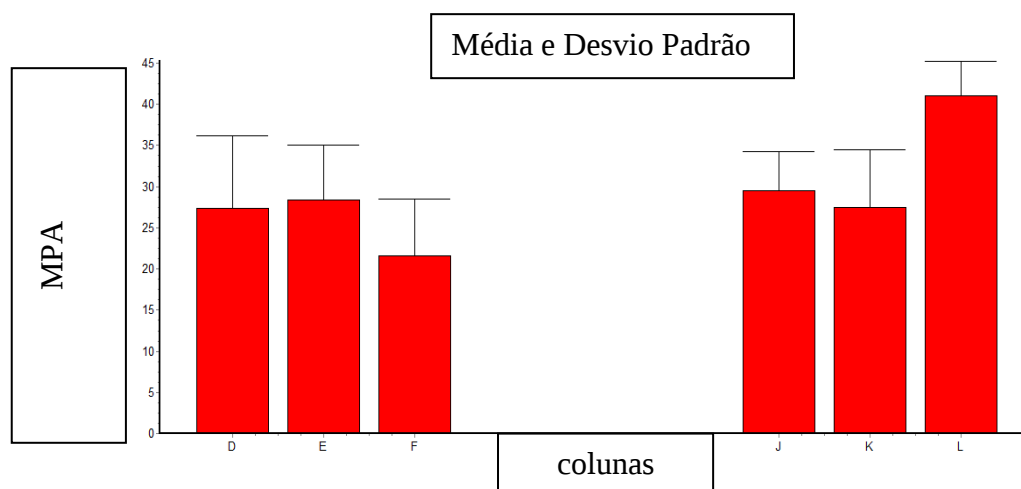
Existe relação estatisticamente significativa entre os grupos (FESZ x XESZ) que é a resina Filtek envelhecida sem adesivo com Z350 em relação ao grupo Xtra *base* envelhecida sem adesivo com Z350. O mesmo ocorrendo com os grupos (FESZ x XNSZ) que é a resina Filtek envelhecida sem adesivo com Z350 em relação a Xtra não envelhecida sem adesivo com Z350.

A Tabela 10 apresenta o Teste de normalidade entre todos os grupos para a variável adesão.

Tabela 10 - Teste de Normalidade

Grupos	Parâmetros	
XESZ	0,1495 >0,10	sim
XEAZ	0,1887 >0,10	sim
XEGZ	0,1620 >0,10	sim
FNGZ	0,2538 >0,10	sim
XNAZ	0,2832 >0,10	sim
XNGZ	0,1716 >0,10	sim
FESZ	0,2761 >0,10	sim
XESZ	0,1495 >0,10	sim
FNSZ	0,1966 >0,10	sim
XNSZ	0,2538 >0,10	sim

Figura 11 - Gráfico demonstrativo da média e desvio padrão dos valores de adesão dos grupos não envelhecidos



(D)FNSZ, (E) FNAZ, (F) FNGZ, (J) XNSZ, (K) XNAZ, (L) XNGZ.

Legenda: F-Filtek *Bulk fill flow*, X- X-tra base, Z- Z350, E Envelhecimento, N- Não Envelhecido, A- Adper, G- Gluma, S- Sem Adesivo. Programa InStat.

Fonte: Elaborada pelo autor.

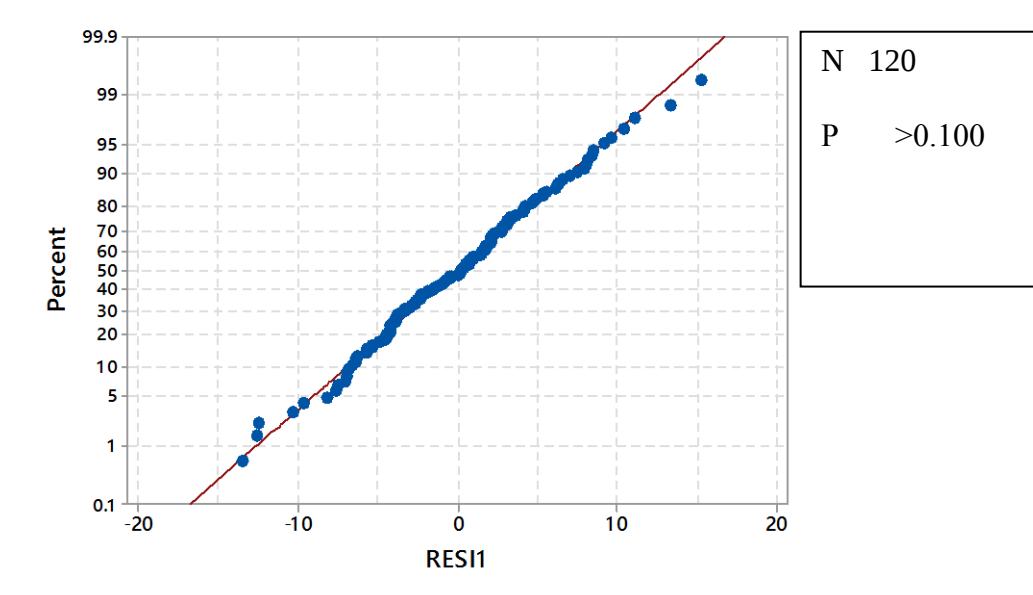
O teste de Variância e o teste de Tukey demonstraram os valores de resistência adesiva utilizando o teste de tração para os grupos envelhecidos (FESZ, FEAZ, FEGZ, XESZ, XEAZ, X2EGZ), não envelhecidos (FNSZ, FNAZ, FNGZ, XNSZ, XNAZ, XNGZ), com adesivo e sem adesivo. Os não envelhecidos atuaram como grupo Controle. (FNSZ, FNAZ, FNGZ, XNSZ, XNAZ, XNGZ). O teste de Tukey é apresentado na Tabela 5.

Tabela 11 - Teste de Tukey de comparações múltiplas (Mpa). Termos avaliados: E- envelhecimento, R-Resina composta e A- Adesivo

	Fatores	unidades	valores	
N	X-traS	10	29,486	B C
N	X-traG	10	40,992	A
N	X-tra Adper	10	27,416	B C
N	Filtek Gluma	10	27,087	B C
N	Filtek Adper	10	23,387	C
E	Filtek Adper	10	33,362	A B
N	Filtek S	10	18,57	
E	X-tra Adper	10	28,348	B C
E	Filtek Gluma	10	28,316	B C
E	Xtra S	10	27,337	B C
E	Xtra Gluma	10	21,570	
E	Filtek S	10	15,069	

Tukey comparações múltiplas E*R*A

Figura 12 - Gráfico Teste de Normalidade dos valores residuais e Desvio Padrão



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nas figuras 10 e 11 pode-se observar que a resina Filtek sem envelhecimento combinou melhor com o Gluma e após o envelhecimento foi

melhor com o adesivo Adper. A resina X-tra *base* também combinou melhor com o Gluma, mas após o envelhecimento obteve melhores resultados com o Adper.

Apresentou resultado estatisticamente significante a relação dos grupos A1EABxA2EGB Resina Filtek envelhecida com Adper e Z350 em relação a resina X-tra *base* envelhecida com Glumer e Z350.

Os grupos A1EGBxA2NGB Resina Filtek envelhecida Gluma e Z350 em relação ao grupo X-tra *base* não envelhecida Gluma e Z350.

Os grupos A2EAB x A2NGB resina X-tra *base* envelhecida Adper e Z350 com Resina X-tra não envelhecida Gluma e Z350.

Os grupos A2EGB x A2NGB que são a resina X-tra envelhecida Gluma e Z350 com o grupo Resina X-tra *base* não envelhecida Gluma e Z350.

Os grupos A1NAB x A2NGB que são Filtek não envelhecida Adper e Z350 com o grupo X-tra *base* não envelhecido Gluma e Z350.

A2EGBxA2NGB que são X-tra envelhecida Gluma e Z350 em relação ao grupo X-tra *base* não envelhecido Gluma e Z350.

A2NAB x A2NGB Xtra *base* não envelhecida Adper e Z350 em relação ao grupo X-tra *base* não envelhecida Gluma e Z350.

A1NABxA2NGB que são Filtek não envelhecida com Adper e Z350 em relação a X-tra *base* não envelhecida com gluma e Z350.

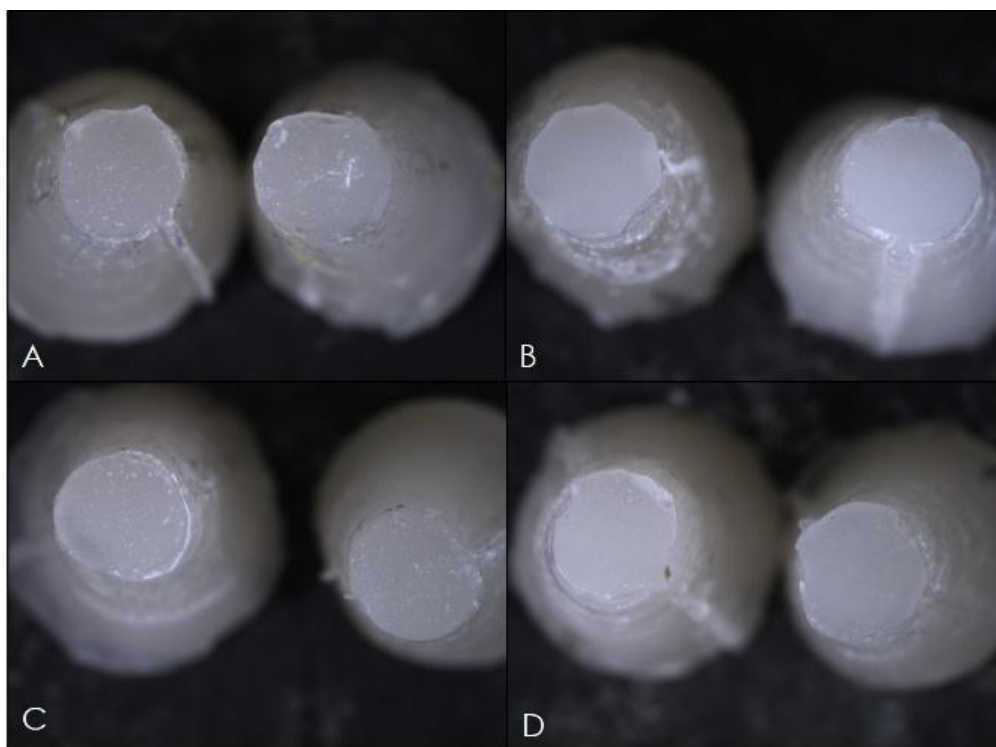
A1NGBxA2NGB que são a Filtek não envelhecida com Gluma e Z350 em relação a Xtra *base* não envelhecida com Gluma e Z350.

A2NABxA2NGB que são a Xtra não envelhecida com Adper e Z350 em relação a Xtra *base* não envelhica com Gluma e Z350.

5.2 Classificação das fraturas

A análise dos espécimes em estereomicroscópio após realização do teste mecânico de tração revelou que a maioria das falhas foram adesivas. Imagens ilustrativas de todos os grupos estão representadas na Figura 11.

Figura 13 – Imagens representativas das falhas adesivas (100% das amostras) para todos os grupos estudados vistas junto ao estereomicroscópio



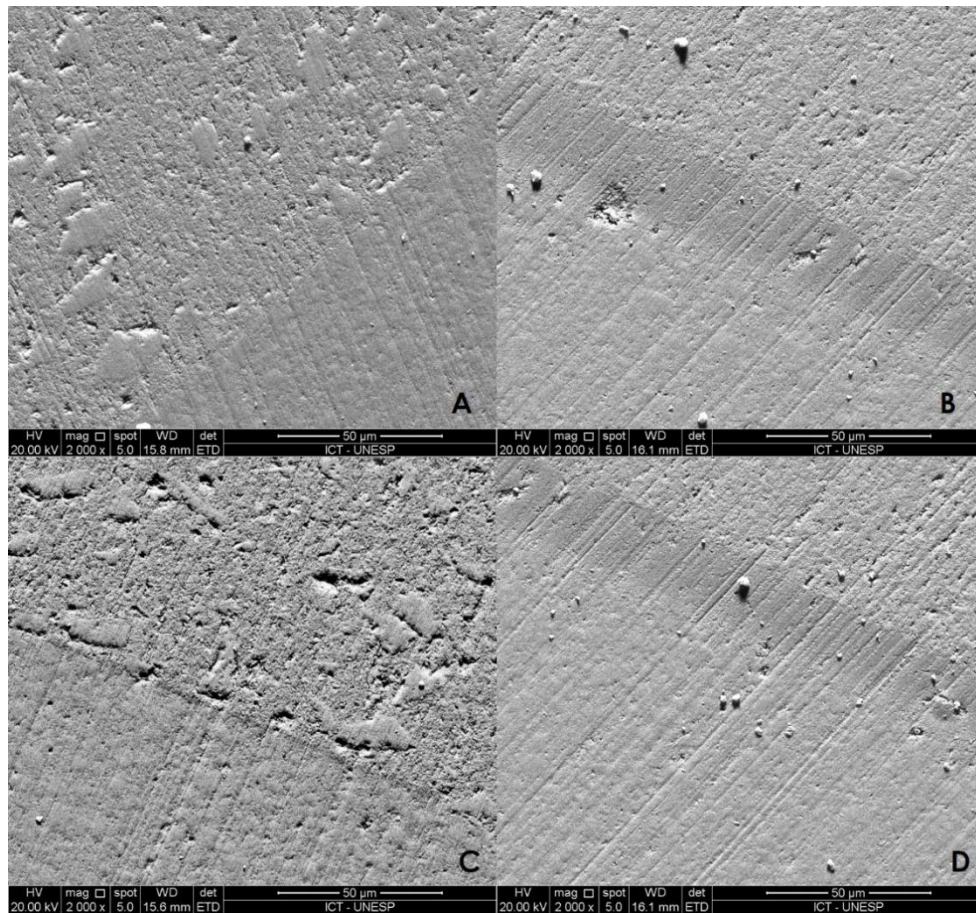
Legenda: A) falha adesiva representativa do grupo Filtek *Bulk Fill Flow* com adesivo; B) falha adesiva representativa do grupo Filtek *Bulk Fill Flow* sem adesivo; C) falha adesiva representativa do grupo X-tra *base* com adesivo; D) falha adesiva representativa do grupo X-tra *base* sem adesivo.

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.3 Análise em microscópio eletrônico de varredura

As imagens analisadas no MEV estão descritas na Figura 14.

Figura 14 – Imagens de microscopia eletrônica de varredura



Legenda: Imagens A e C representando respectivamente Grupos Filtek *Bulk Fill Flow* sem adesivo e X-tra *base* sem adesivo; Imagens B e D representando grupos Filtek *Bulk Fill Flow* e X-tra *base* com adesivo. Nas imagens B e D é possível visualizar a camada de adesivo, entretanto para nenhum dos 4 grupos é possível perceber qualquer descontinuidade entre os materiais (resina x resina ou resina x adesivo).

Fonte: Elaborada pelo autor.

6 DISCUSSÃO

As resinas compostas são amplamente empregadas na odontologia restauradora e pesquisas são realizadas com o objetivo de alcançar um material compatível com a estrutura dental. (Baur, Ilie, 2013; Benetti et al., 2015; Brum et al., 2017)

Sua utilização tem sido cada vez maior por atender os requisitos de estética, dureza, polimento, função, adesão, contribuindo para preservar mais a estrutura dental, pois requerem preparos mais conservadores evitando desgastes de superfícies sadias.

A composição das resinas continua a ser essencial no desempenho das mesmas. A grande maioria é formada por Bis-GMA, EMA AFM, AUDMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA Bis-GMA (2,2-bis[4-(20-hidroxi-30-metacriloxi-propoxi)fenil]propano), UDMA (uretano dimethacrilato), e TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato), e as diferentes cargas inorgânicas, variando essas em tamanho e volume. Quanto menor a carga maior o volume correspondente e menor a contração de polimerização.

Estudos também têm buscado parâmetros que permitam melhorar a resistência de união tais como a realização de abrasão superficial, asperização, diferentes primers e adesivos na superfície dentinária (Tezvergil et al., 2003).

Inúmeros sistemas adesivos têm sido elaborados desde então. No presente estudo foi restringido a dois tipos de sistemas adesivos. O de três passos: o Bond e o primer do Adper e o Gluma de dois passos onde o Bond e o primer estão num único frasco.

Estudos tem proposto além do condicionamento ácido, a aplicação de substâncias como a acetona e o álcool gel seguido do silano e do adesivo, para melhorar a energia de superfície (Brum et al., 2017).

Outro fator considerado em diversos estudos já realizados é o processo de envelhecimento, realizado em sua maioria, através da termociclagem com 5.000 ou 10.000 ciclos de 5°C a 55°C, alterando a superfície do corpo de prova simulando o que ocorre na cavidade bucal (Baur, Ilie, 2013; dos Reis et al., 2013; Koç-Vural et al., 2017), além da degradação hidrolítica da resina em meio aquoso.

Desde seu lançamento no mercado as resinas Bulk fill flow tiveram grande aceitação por serem de fácil inserção, ter excelente escoamento, maior fluidez e poderem ser inseridas com incrementos de até 4mm, diminuindo assim o tempo de trabalho clínico. Assim representa uma facilidade para o profissional que associa o preenchimento da cavidade com resina bulk *fill flow* e uma resina convencional nanoparticulada ou nanohíbrida como cobertura. Desta maneira, no presente estudo optou-se pela utilização das mesmas como a base dos corpos-de-prova.

Como as fraturas continuam a ocorrer por inúmeros fatores tais como fendas marginais, *gaps*, infiltrações marginais e deflexão de cúspides ou trauma oclusal, o reparo tem sido uma constante nas clínicas odontológicas. Pesquisadores também tem testado diferentes combinações de resinas e diferentes sistemas adesivos para verificarem com qual deles a adesão apresenta um melhor desempenho (Baur, Ilie, 2013; Fernandez et al., 2015; Elliasson et al., 2014; Koç-Vural et al., 2017).

Este estudo foi idealizado estabelecendo a resina *flow* (microhíbrida e nanohíbrida) como a base da restauração que fraturou e necessita de reparo, e assim, amostras foram submetidas à técnica de envelhecimento simulando a cavidade bucal.

Neste estudo foi testado um sistema adesivo de três passos onde o *Bond* é separado do Primer uma vez que lidando somente com resina não utilizamos o *primer*. O segundo adesivo é do tipo universal.

Com a evolução gradativa das resinas inúmeros trabalhos avaliam a eficácia da alternância dessas resinas em diferentes posições, ora como base ora como cobertura. Demonstrando quais apresentam melhor desempenho quando utilizadas em determinada posição e associada a determinado adesivo (Rinastiti et al., 2011; dos Reis et al., 2013; Ozcan et al., 2014; Lemos et al., 2016; Kiomarsi et al., 2017).

As resinas flow não são indicadas para cobertura exatamente por não apresentarem a resistência a compressão ou melhor, aos esforços mecânicos exigidos para a restauração de um dente posterior. Elas são indicadas preferencialmente como base de preenchimento em dentes posteriores. Assim, são resistentes apenas como base pois não apresentam resistência mecânica para serem utilizadas como cobertura (Czasch et al., 2012; Finan et al., 2013; Feitosa et al., 2017)

Outro item bastante estudado é se o envelhecimento altera a qualidade da resina e também sua interação com o sistema adesivo que venha a ser utilizado em reparos. Segundo Reis et al. (2013), não existe diferença entre um reparo a ser confeccionado em restaurações realizadas recentemente em relação àquelas realizadas por período bem superior (Eliasson et al., 2014; Lemos et al., 2016; Ilie, Stawarczk, 2016; Kiomarsi et al., 2017)

A questão é se o tipo de resina faz diferença assim como o tipo de sistema adesivo que venha ou não a ser utilizado nos reparos. A resina tem uma composição original, assim que é inserida na cavidade existe uma camada de oxigênio que impede a polimerização total dessa última camada permitindo ainda novo incremento sem a necessidade de novo condicionamento ácido e aplicação de adesivo. Com o envelhecimento houve o desgaste da matriz orgânica na superfície da restauração, precisando ser avaliada novamente pois, o adesivo que foi efetivo na primeira utilização, já não é mais tão efetivo, após o envelhecimento. Apresentando uma adesão reduzida (Van Ende et al., 2013;

Elliasson et al., 2014; dos Reis et al., 2013; Caixeta et al., 2015; Tavares et al., 2017).

A resina X-tra *base*, por exemplo, apresentou boa adesão tanto com a utilização de adesivo quanto sem, com envelhecimento ou não. A mesma é do tipo nanohíbrida e ormocer. Estudos têm reportado seu desempenho em diversas aplicações. Assim, a camada superficial da X-tra *base* poderia ser melhor estudada no sentido de avaliar o que permite que essa adesão seja mais homogênea independentemente da utilização do sistema adesivo ou não. Outros fatores como grau de conversão, interação atômica, rugosidade entre outros também devem ser considerados (Oscan et al., 2014; Fronza et al., 2015; Tezvergil et al., 2003; Van Ende et al., 2013; Lemos et al., 2016; Machado et al., 2016).

No presente estudo foi demonstrado que em relação aos adesivos utilizados, o desempenho de um sistema adesivo não é o mesmo quando da confecção de reparos após o envelhecimento. Um sistema adesivo pode ser excelente assim que o reparo for realizado em pouco tempo, entretanto esse mesmo adesivo não é tão eficaz numa resina envelhecida (Finan et al., 2013; Lemos et al., 2016; Kiomarsi et al., 2017).

A proposta desse estudo foi avaliar a influência da aplicação ou não de um sistema adesivo no reparo entre resinas bulk fill *flow* e convencionais nanoparticuladas.

As resinas Filtek bulk *fill* e X-tra *base* apresentaram desempenho distintos quando o envelhecimento foi considerado ou não considerado.

Com o envelhecimento de apenas 24 h em água destilada, a Filtek e a X-tra *base* combinaram muito bem com o adesivo universal Gluma. Entretanto, quando do envelhecimento de 5.000 ciclos esse mesmo adesivo não apresentou um desempenho significativo. O Adper foi o que apresentou um desempenho melhor quando combinado com a resina envelhecida.

Portanto, a interação desses três fatores são essenciais. Conhecer o tipo de resina que se está utilizando e com qual finalidade, assim como o adesivo que está sendo utilizando e com qual finalidade.

A resina X-tra *base* que é uma ormocer, apresentou um bom desempenho independentemente da utilização do sistema adesivo. Este resultado pode significar que ela pode ter desempenho superior quando combinada com outra resina do tipo ormocer.

Considerando as amostras que não foram envelhecidas, apresentamos os seguintes resultados quanto ao desempenho das resinas. Com relação a resina X-tra *base*, esta obteve os maiores valores quando associada ao adesivo Gluma (40.9 Mpa), quando não utilizado qualquer sistema adesivo (29.49 Mpa) e com o sistema Adper (27.42 Mpa). Já a resina Filtek apresentou valores inferiores para todos os grupos. Em associação ao adesivo Gluma foi de 27.09 MPa, com o adesivo Adper 23.39 MPa e sem a utilização de adesivo 18.56 MPa.

Considerando as amostras que foram envelhecidas houve uma alteração nos resultados de teste de adesão. A resina Filtek associada ao adesivo Adper obteve os melhores resultados (33.36 Mpa), Filtek com o adesivo Gluma foi de 28.316 MPa e Filtek sem adesivo foi de 15.07 MPa. A resina X-tra *base* com o adesivo Adper foi 28.34 MPa, sem adesivo foi de 27.337 MPa e com adesivo Gluma 21.570 Mpa.

Portanto, através dos resultados podemos inferir que o fator envelhecimento e o fator sistema adesivo influenciam na adesão.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada no estudo, podemos inferir que:

A resistência de união foi superior quando da utilização dos sistemas adesivos;

O envelhecimento altera a eficácia dos sistemas adesivos;

O espessura do sistema adesivo também influencia na resistência de união entre resinas;

A grande maioria das fraturas foi do tipo adesiva.

REFERÊNCIAS*

Andrade DS, Feitosa FA, Araújo RM, Benitez PL, Pucci CR. Influence of different laser irradiation energy on ceramic bond strength. *Int J Develop Res.* 2017; 7(6):13080-84.

Awad D, Stawarczyk B, Liebermann A, Ilie N. Translucing of esthetic dental restorative Cad/ Cam materials and composite resins with respect to thicknes and surface roughness. *J Prosthet Dent.* 2015 Jun.;113(6):534-40. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.12.003.

Barcellos DC, Pucci CR, Torres CR, Goto EH, Inocencio AC. Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes Dent.* 2008; 10(5):351-4.

Baur V, Ilie N. Repair of dental resin based composites. *Clin Oral Invest.* 2013; 17(2):601-8. doi: 10.1007/s00784-012-0722-4.

Benetti AR, Pedersen CH, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk fill resin composites: polymerization contraction, Depth of cure, and Gap formation. *Oper Dent.* 2015 Mar-Apr;40(2):190-200. doi: 10.2341/13-324-L.

Bowen RL. Properties of silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Amer Dent Assoc.* 1963 Jan;66:57-64.

Bowen RL. Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res.* 1956; Jun;35(3):360-9.

Brum RT, Vieira S, Freire A, Mazur RF, De Souza EM, Rached RN. Effect of organic solvents compared to sandblasting on the repar bond strenght of nanohybrid and nanofilled composite resins. *Indian J Dent Res.* 2017 Jul-Aug;28(4):433-41. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_607_15.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion on acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955 Dec;34(6):849-53.

* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jun 2017]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Caixeta RV, Guiraldo RD, Kaneshima EN, Barbosa AS, Picolotto CP, Lima AE, et al. Push-out bond strength of restorations with bulk-fill, flow, and conventional resin composite. *Sci Word J.* 2015;2015:452976. doi: 10.1155/2015/452976.

Colak H, Ercan E, Hamidi MM. Shear bond strength of bulk fill and nano restorative materials to dentin. *Eur J Dent.* 2016 Jan-Mar;10(1):40-5. doi: 10.4103/1305-7456.175697.

Costa TR, Ferreira S Q, Klein-júnior CA, Loguercio AD, Reis A. Durability of surface treatments and intermediate agents used for repair of a polished composite. *Oper Dent* 2010 Mar-Apr;35(2):231-7. doi: 10.2341/09-216-L.

Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res.* 2011 Apr;90(4):402-16. doi: 10.1177/0022034510381263.

Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013 Jan;17(1):227-35. doi: 10.1007/s00784-012-0702-8. Epub 2012 Mar 14.

dos Reis AC, de Castro DT, Schiavon MA, da Silva LJ, Agnelli JA. Microstructure and mechanical properties of composite resins subjected to accelerated artificial aging. *Braz Dent J.* 2013 Nov-Dec;24(6):599-604. doi:

Eliasson ST, Tibballs J, Dahl JE. Effects of different surface treatments and adhesives on repair bond strength of resin composites after one and 12 months of storage using an improved microtensile test method. *Oper Dent.* 2014 Sep-Oct;39(5):E206-16. doi: 10.2341/12-429-L.

Engelhardt F, Hahnel S, Preis V. Comparison of flowable bulk fill and flowable resin based composites: an in vitro analysis. *Clin Oral investing.* 2016 Nov;20(8):2123-30.

Feitosa FA, Araújo RM, Tay FR, Niu L, Pucci CR. Effect of high-power-laser with and without graphite coating on bonding of resin cement to lithium disilicate ceramic. *Sci Rep.* 2017 Dec 12;7(1):17422. doi: 10.1038/s41598-017-17808-x.

Fernandez E, Martin J, Vildósola P, Oliveira Junior OB, Gordan V, Mjor I, et al. Can repair increase the longevity of composite resins? Results of a 10 year clinical trial. *J Dent*. 2015 Feb;43(2):279-86. doi: 10.1016/j.jdent.2014.05.015.

Finan L, Palin WM, Moskwa N. The Influence of irradiation potential on the degree of conversion and mechanical properties of two bulk fill flowable RBC base material. *Dent Mater*. 2013 Aug;29(8):906-12. doi: 10.1016/j.dental.2013.05.008.

Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, et al. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater*. 2015 Dec;31(12):1542-51. doi: 10.1016/j.dental.2015.10.001. Epub 2015 Nov 20.

Garcia D. Yaman P. Dennison J. Neiva GF. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Oper Dent*. 2014;39(4):441-8. DóI 10.2341/12-484-L. Epub 2013 Dec 4. PubMed PMID:24304339.

Hervás-García A, Martínez-Lozano M A, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galve P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006 Mar 1;11(2):E215-20.

Ilie N, Stawarczyk B. Evaluation of modern bioactive restoratives for bulk fill placement. *J Dent*. 2016 Jun;49:46-53. doi: 10.1016/j.jdent.2016.04.001.

Kiomarsi N, Saburian P, Chiniforush N, Karazifard M J, Hashemikamangar S S. Effect of thermocycling and surface treatment on repair bond strength of composite. *J Clin Exp Dent*. 2017 Aug 1;9(8):e945-e951. doi: 10.4317/jced.53721.

Koç-Vural UK, Kerimova L, Baltacıoğlu IH, Kiremitçi A. Bond strength of dental nanocomposites repaired with a bulk fill composite. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(3):e437-42.

Lemos CA, Mauro SJ, de Campos RA, Dos Santos PH, Machado LS, Fagundes TC. Repairability of aged resin composites mediated by different restorative systems *Acta Odontol Latinoam*. 2016 Apr;29(1):7-13.

Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*. 1983 Oct;50(4):480-8.

Machado F B, Cenci MS, Moraes R R, Boscato N. Effect of filling technique on the bond strength of methacrilate and silorane-based composite restorations. *Braz Oral Res*. 2016;30(1):e44. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2016.vol30.0044.

Ozcan M, Kojima A N, Pekkan G, Mesquita A M, Botino M A. Adhesion of substrate adherent combinations for early composite repairs: effect of intermediate adhesive resin application. *Int J Adh Adhes* 2014;49:97-102.

Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Effects of surface conditioning on repair bond strengths of non-aged and aged microhybrid, nanohybrid, and nanofilled composite resins. *Clin Oral Investig*. 2011 Oct;15(5):625-33. doi: 10.1007/s00784-010-0426-6.

Shahdad SA, Kennedy JG. Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. *J Dent*. 1998;26:685–94.

Silva e Souza Júnior MH. *Odontologia estética: fundamentos e aplicações em clínicas*. São Paulo: Santos; 2000.

Spyrou M, Koumpia EK, Kouros P, Koulaouzidou E, Dionysopoulos P. The reparability of contemporary composite resins. *Eur J Dent*. 2014 Jul-Sep; 8(3): 353–9. doi: 10.4103/1305-7456.137647

Tavarez RRJ, Almeida Júnior LJD S, Guará T C G, Ribeiro I S, Maia Filho E M, Firoozmand L M. Shear bond strength of different surface treatments in bulk fill, microhybrid, and nanoparticle repair resins. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2017 Jul 3;9:61-6. doi: 10.2147/CCIDE.S135416. eCollection 2017.

Tezvergil A, Lassila VJ, Vallittu PK. Composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. *J Dent*. 2003;31:521–5.

Van Dijken J W, Pallesen U. Randomized 3 year clinical evaluation of class I and II posterior resin restorations placed with a bulk fill resin composite and a one-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2015 Feb;17(1):81-8. doi: 10.3290/j.jad.a33502.

Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Effect of bulk-filling on the bonding efficacy in occlusal class I cavities. *J Adhes Dent*. 2016;18(2):119-24. doi: 10.3290/j.jad.a35905.

Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt K L, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater*. 2013 Mar;29(3):269-77. doi: 10.1016/j.dental.2012.11.002.

APÊNDICE A - Tabela de todos os grupos estudados

Tabela 20 – Grupos estudados

VALORES em MPa					
PRESENÇA ENVELHECIMENTO (ou seja, com Termociclagem)					
FILTEK			XTRA		
Sem adesivo	Bond Adper	Gluma	Sem adesivo	Bond Adper	Gluma
8.15	26.49	20.67	14.81	14.93	9.09
9.37	27.71	24.19	17.72	20.15	15.34
10.81	28.94	24.44	20.48	26.45	16.22
14.26	31.06	26.05	23.59	26.90	17.75
17.00	34.96	26.56	24.71	28.90	21.63
17.19	35.58	29.01	27.48	30.38	22.35
17.20	36.15	29.27	29.06	31.70	26.48
17.83	36.19	30.60	36.48	32.49	28.13
18.22	37.00	33.64	38.40	33.65	29.03
20.66	39.54	38.73	40.64	37.93	29.68
AUSÊNCIA DO ENVELHECIMENTO (ou seja, sem Termociclagem)					
FILTEK			XTRA		
Sem adesivo	Bond Adper	Gluma	Sem adesivo	Bond Adper	Gluma
11.06	19.52	20.48	19.23	20.38	34.58
14.04	20.36	20.68	24.16	22.46	36.76
14.09	21.46	23.71	28.94	23.19	38.39
14.38	21.88	24.51	29.03	23.58	38.63
15.70	22.98	27.24	29.81	23.84	39.83
20.06	23.85	27.81	29.84	24.04	40.23
20.63	24.31	28.78	32.30	26.46	44.12
21.90	24.81	28.78	33.64	32.13	44.12
26.79	24.91	33.37	33.69	35.36	45.23
27.06	29.79	35.51	34.23	42.72	48.03