



**MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

**ROSE YAKUSHIJIN KUMAGAI**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA COMPOSTA  
FLUIDA “BULK-FILL” À PAREDE GENGIVAL DE CAVIDADES  
CLASSE II MOD**

Guarulhos  
2015

**ROSE YAKUSHIJIN KUMAGAI**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA COMPOSTA  
FLUIDA “BULK-FILL” À PAREDE GENGIVAL DE CAVIDADES  
CLASSE II MOD**

Dissertação apresentada ao curso de  
Odontologia da Universidade Guarulhos para  
obtenção do título de Mestre em Odontologia.  
Área de concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. André Figueiredo Reis  
Co-orientador: Prof. Dr. José Augusto Rodrigues

Guarulhos  
2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas Fernando Gay da Fonseca**

K96r

Kumagai, Rose Yakushijin

Resistência de união de uma resina composta fluida "Bulk-Fill" à parede gengival de cavidades classe II mod / Cristiane Gonçalves. -- 2015.

41 f.; 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. André Figueiredo Reis

Tese (Mestrado em Odontologia) – Centro de Pós Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, 2015.

1. Polimerização 2. Resinas compostas 3. Cavidade dentária I. Título II. Reis, André Figueiredo, (Orientador). III. Universidade Guarulhos.

CDD. 617.6



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada "RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA COMPOSTA FLUIDA "BULK-FILL" À PAREDE GENGIVAL DE CAVIDADES CLASSE II MOD" em sessão pública realizada em 20 de Fevereiro de 2015, considerou a candidata ROSE YAKUSHIJIN KUMAGAI aprovada.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

1. Prof. Dr. André Figueiredo Reis (UnG)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'A. F. Reis', written over a horizontal line.

2. Profa. Dra. Patricia Moreira de Freitas Costa e Silva (FO-USP)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Patricia Moreira de Freitas Costa e Silva', written over a horizontal line.

3. Profa. Dra. Alessandra Cassoni Ferreira (UnG)

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Alessandra Cassoni Ferreira', written over a horizontal line.

Guarulhos, 20 de Fevereiro de 2015.

## DEDICATÓRIA

*Ao professor Ronaldo Hirata por ter me motivado a ir em busca desse mestrado e a quem sempre serei grata por toda inspiração e oportunidades.*

*Ao professor André Figueiredo Reis por ter me acolhido com uma generosidade sem tamanho.*

*Ao professor José Augusto Rodrigues por todo apoio para que esse trabalho fosse realizado.*

*Ao Leonardo Colombo Zeidan pela predisposição em ajudar na execução desse trabalho, atendendo sempre gentilmente aos meus pedidos de auxílio.*

*Aos meus pais que, incansavelmente, se dedicam aos filhos e a quem nunca conseguirei demonstrar o tamanho do meu amor e da minha gratidão.*

*Aos meus irmãos Alexandre e Newton que conseguem definir em cada ato de generosidade e apoio o verdadeiro significado que a palavra “irmão” pode expressar.*

*A uma força onipresente e onipotente, que quando menos espero, ela se manifesta de uma forma surpreendentemente eficaz. Costumo chamá-la carinhosamente de Deus. E, sim: Ela continua se manifestando!!!*

## AGRADECIMENTOS

*Minha mais sincera gratidão:*

*Ao professor André Figueiredo Reis pelo ensinamentos, orientações e disponibilidade durante todo o mestrado e na execução desta dissertação. Pela dedicação admirável que demonstra à Odontologia servindo de inspiração profissional a muitos de nós. Pela tranquilidade que passa aos alunos dando a certeza que tudo dará certo. Por todas as oportunidades e, sem sombra de dúvidas pelo bom humor e alegria que faz o percurso ficar mais leve.*

*Ao professor José Augusto Rodrigues pela generosidade em compartilhar seus conhecimentos e que, com seu coração maior que o mundo, conquista a cada aluno que tem o privilégio de conviver com ele. Agradeço demais por toda a ajuda prestada e pelos momentos compartilhados; pelo exemplo contagiante que passa exercendo a profissão de professor.*

*Ao professor Jean-François Roulet (University of Florida) por ter agregado seus conhecimentos no desenvolvimento do artigo que compõe esta dissertação. Foi uma honra e um privilégio para mim.*

*A todos os demais professores do programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Guarulhos.*

*Aos amigos de pós-graduação: Juliana da Mota Paiva, Renata Dias Silva de Oliveira, Sidney Eiji Watinaga, Muryel da Rosa Bortot e Sonia Kushima pela agradável companhia e troca de experiências. E em especial ao Pedro Henrique Cabral Oliveira, Leonardo Colombo Zeidan e Juliana de Andrade P. de Oliveira pelo coração enorme que possuem e generosidade sem tamanho.*

*Às secretárias Samantha e Camila pela sempre prontidão em ajudar.*

*À Dentsply DeTrey por ceder os materiais usados nessa dissertação.*

*A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização desse trabalho.*

*Ao professor Ronaldo Hirata que, com seu exemplo, me motiva em exercer nossa profissão. Por ter me ensinado a buscar o aprimoramento constante: “kaizen”. Minha gratidão por todas as oportunidades. (“Tua palavra, tua história, Tua verdade fazendo escola...”)*

*Aos novos amigos que a Odontologia me presenteou: Camila Sobral Sampaio, Cibele Gilioli, Gustavo Tonolli, Gustavo Minoru Yasuda, Paula Maria Mendes e William Kabbach pelo convívio alegre e divertido, pelas trocas de experiências e por tudo aquilo que estamos construindo juntos. Amo vocês!*

*Aos meus amigos pessoais: Andreia Myasiro, Fabiana Shibuya, Fábio Rodrigues G. de Carvalho, Mauricio Nishikata, Mauricio Uehara, Ricardo Hsieh e Sabrina Hitomi Uyekita que, mesmo vários anos após o término da faculdade estão presentes no meu dia-a-dia e são os irmãos que a vida me trouxe de presente. Sempre juntos!! Amo vocês!*

*Aos profs Emiko Saito Arita, Paulo Prazeres, Ricardo M. de Oliveira Filho, que talvez nunca venham a ter contato com esta dissertação, mas que eu não poderia deixar de agradecer porque fizeram muita diferença na minha vida profissional e, com certeza, a conclusão de mais essa etapa teve influência deles mesmo que indiretamente.*

*Aos meus irmãos que muitas vezes acreditam mais em mim do que eu mesma e, pela confiança que tenho em saber que posso contar com eles independente de qualquer coisa.*

*E especialmente aos meus pais, Kinjuro e Meire, por demonstrarem, em cada ato, o que é o amor incondicional e por ensinarem o valor imensurável que é ser parte de uma família.*



### ***(Epígrafe)***

*“Esse caminho tem um coração? (...) Ambos os caminhos não conduzem a parte alguma; mas um tem coração e o outro não. Um torna a viagem alegre; enquanto você o seguir, será um com ele. O outro o fará maldizer sua vida.  
Um o torna forte; o outro o enfraquece.”*

*(Carlos Castañeda – Os Ensinaamentos de Don Juan:  
O Caminho Yaqui do Conhecimento).*

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união por microtração ( $\mu$ TBS) de uma resina composta fluida de baixa tensão de contração de polimerização indicada para a técnica de incremento único à dentina da parede gengival de cavidades Classe II MOD. Cavidades Classe II MOD foram preparadas em 44 terceiros molares humanos com as caixas proximais distal e mesial medindo 4 e 6 mm de profundidade, respectivamente. Oito grupos experimentais (n=11) foram obtidos a partir de um desenho fatorial incluindo “compósito” em dois níveis, uma resina composta fluida bulk-fill (SureFil SDR Flow, Dentsply Caulk) e uma convencional (Filtek Z350 XT, 3M ESPE); “Técnica restauradora” em dois níveis: incremento único (Bf) e incremental (In); e “profundidade” em dois níveis: 4 mm ou 6 mm com o objetivo de criar diferentes condições de polimerização. Após 24h, os dentes restaurados foram seccionados em palitos com uma área de secção transversal de aproximadamente 1 mm<sup>2</sup> e tracionados em uma máquina de ensaios universal a uma velocidade de 1 mm/min. Os dados (em MPa) foram avaliados pela ANOVA a 3 critérios e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Não foram observadas diferenças nas interações dupla ou tripla entre fatores; diferenças significativas foram observadas para o fator “compósito” (SDR=55,2±15,3B; Z350=37,7±16,1A) e “técnica” (Bf=46,2±18,2A; In=50,9±17,0B). Concluiu-se que a resina composta fluida bulk-fill SDR foi capaz de melhorar a resistência de união na parede gengival de cavidades Classe II MOD.

**Palavras-chave:** microtração, resina de incremento único, tensão de polimerização.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength ( $\mu$ TBS) of a bulk-fill low-stress resin-based composite to dentin from gingival walls of Class II MOD cavities. Class II MOD cavities were prepared in 44 human molars with the distal and mesial proximal boxes depth of 4 or 6 mm, respectively. Eight experimental groups (n=11) were obtained by a factorial design including “composite” in two levels, a bulk-fill low-stress composite (SureFil SDR Flow, Dentsply Caulk) and a conventional composite (Filtek Z350 XT, 3M ESPE); “Filling Technique” in two levels: Bulk-fill (Bf) and Incremental (In); and “depth” in two levels: 4 mm and 6 mm in order to create different polymerization conditions. 24h after placement of restorations teeth were sectioned into beams with a cross-sectional bonded area of approximately 1 mm<sup>2</sup>. Bonded beams were tested in tension with a crosshead speed of 1 mm/min. Data (MPa) were submitted to a 3-way ANOVA followed by post hoc Tukey test ( $p < 0.05$ ). ANOVA failed to identify significant differences for the triple and double interaction between factors. However, significant differences were observed for the factor “composite” (SDR=55.2±15.3B; Z350=37.7±16.1A) and “Filling technique” (Bf=46.2±18.2A; In=50.9±17.0B). It can be concluded that the bulk-fill flowable composite SDR may improve the bond strength to the gingival walls of Class II MOD cavities.

**Keywords:** Microtensile bond strength, bulk-fill composite, polymerization stress.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>3. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>19</b>
Capítulo 1 - Bond strength of a bulk-fill flowable composite to Class II MOD cavities.....	19
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>38</b>
Anexo 1 – Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa.....	38
Anexo 2 – Cálculos: fator C .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas tradicionais devem ser inseridas nas cavidades em incrementos de no máximo 2 mm com o objetivo de reduzir os efeitos causados pela contração de polimerização (Lazarchik et al., 2007; Van Ende et al., 2013). A contração de polimerização é o resultado da conversão dos monômeros em uma rede de polímeros após a fotoativação (Van Ende et al., 2013). Essa contração pode induzir tensões nas paredes da cavidade e no corpo da restauração podendo resultar ainda em deflexão de cúspides, sensibilidade pós operatória e fendas marginais (Park et al., 2008).

Quando as tensões geradas durante a contração de polimerização superam a resistência de união às paredes do preparo, pode haver a formação de fendas na interface e fraturas das bordas do esmalte dental no ângulo cavo-superficial, o que podem resultar em microinfiltração e subsequente desenvolvimento de cárie recorrentes (Park et al., 2008; Van Ende et al., 2012).

A magnitude das tensões nas paredes cavitárias depende de uma série de fatores, como o fator de configuração cavitária (Fator C), da diversidade biológica dos substratos e das características do material restaurador, como módulo de elasticidade, grau de conversão e contração volumétrica (Nayif et al., 2008; Van Ende et al., 2012). Diversas técnicas clínicas tem sido sugeridas para redução das tensões de contração de polimerização, como o controle da intensidade da luz, o uso da técnica sanduíche com ionômeros de vidro, o uso de resinas “flow” como base; o uso de compósitos com menor quantidade de monômeros diluentes, o aumento do conteúdo inorgânico dos compósitos e o uso de compósitos sem metacrilatos (Ferracane, 2005; Ilie e Hickel, 2011). Entretanto, nenhum desses métodos demonstrou resultados tão efetivos quanto os apresentados pela técnica incremental na redução das tensões da contração de polimerização (Park et al., 2008).

Como a magnitude das tensões da contração de polimerização é afetada pela configuração cavitária, a utilização da técnica incremental permite que a inserção contínua de incrementos, polimerizados a cada inserção até que a cavidade seja preenchida, diminua a tensão gerada em cada camada inserida (Lazarchik et al., 2007;

Nayif et al., 2008; El-Safty et al., 2012; Flury et al., 2012; Van Ende et al., 2012; Tiba et al., 2013). Além disso, o uso de incrementos com até de 2 mm de espessura permite uma transmissão de luz adequada para a polimerização efetiva do compósito, resultando em melhores propriedades físico-mecânicas e redução da citotoxicidade dos compósitos.

Entretanto, a técnica incremental apresenta algumas limitações como: (i) a possibilidade de incorporação de bolhas ou detritos entre as camadas, (ii) há um aumento da probabilidade de falhas adesivas entre os incrementos, (iii) há uma maior dificuldade de inserção em preparos extremamente conservadores devido ao acesso e (iv) aumenta o tempo clínico devido à necessidade de fotoativação de cada camada (Abbas et al., 2003; Sarrett 2005; Lazarchik et al., 2007; El-Safty et al., 2012).

Análises de elementos finitos e estudos laboratoriais descrevem um maior potencial de deflexão do dente restaurado com a técnica incremental, que pode levar a um aumento das tensões entre a estrutura dental e o compósito causando um movimento de cúspides maior que na técnica de incremento único (Versluis et al., 1996; Abbas et al., 2003; Park et al., 2008). Apesar das controvérsias, a técnica incremental é considerada como padrão ouro entre as demais técnicas.

Novos compósitos restauradores com contração de polimerização reduzida tem sido desenvolvidos e inseridos no mercado odontológico com a indicação para restaurações em incremento único. Esses materiais apresentam indicação para inserção em camadas com espessura de 4 mm e em seguida polimerizados em uma única etapa (Czasch e Ilie, 2013; Tiba et al., 2013; Ilie et al., 2013). Como vantagens, eles se apresentam como uma opção para realização de restaurações diminuindo expressivamente o tempo clínico e estão sendo amplamente recomendados para restaurações diretas em função da capacidade de compensar o alto Fator C de cavidades em dentes posteriores, permitindo ainda em alguns casos, que seja possível sua inserção em uma consistência fluida que se adapta melhor às paredes do preparo (Park et al., 2008).

Recentemente, uma nova categoria de resinas compostas (SureFil SDR Flow, Dentsply, Milford, DE, USA) foi introduzida no mercado como material restaurador de baixa contração de polimerização para uso como base em restaurações classe I e II.

Apresentam como vantagem a redução da tensão de contração de polimerização pela associação de suas características de translucidez aumentada, baixo módulo de elasticidade, alta quantidade de partículas de carga (68% em peso) e componentes resinosos com grupos fotoativáveis de dimetacrilato de uretano e outros que controlam a cinética de polimerização (Ilie e Hickel 2011; Czasch e Ilie, 2013; Van Ende et al. 2013).

Estudos demonstraram que as tensões de contração de polimerização da resina SureFil SDR Flow é estatisticamente inferior às aquelas produzidas por compósitos “flow” convencionais, compósitos nano e microhíbridos e resinas a base de silorano, contando ainda com uma fase pré-gel de maior tempo (Burgess et al., 2010; Ilie e Hickel, 2011) e módulo flexural semelhante às resinas fluidas regulares (Tiba et al., 2013).

Essas propriedades reduzem a tensão de contração pois o ponto gel representa o aumento da viscosidade e a formação da rede de polímeros. Na fase pré-gel, as cadeias de polímeros formadas são mais flexíveis, dessa forma, o material pode fluir livremente na superfície da cavidade. A viscosidade do polímero que está se formando é baixa e conseqüentemente a tensão de contração da fase plástica pode ser compensada durante a fase pré-gel reduzindo a liberação de tensões nas paredes do preparo (Davidson, de Gee, 1984). Este compósito “flow” pode ser utilizado em combinação com um sistema adesivo convencional, contudo, deve ser recoberta com uma camada de compósito convencional na face oclusal, restaurando o esmalte dental ausente (SureFil® SDR™ technical bulletin, Dentsply).

De acordo com Tiba et al. (2013), algumas questões não estão claras em relação às resinas fluidas de baixa tensão de contração de polimerização, dentre elas, não se sabe ao certo se a luz fotoativadora é capaz de penetrar toda a espessura de material inserido por incremento único e o mesmo ser capaz de polimerizar adequadamente nas suas camadas mais profundas (Nayif et al. 2008; Tiba et al. 2013).

Uma resina composta convencional inserida em uma cavidade proximal Classe II pela técnica de incremento único e exposta a luz direta pela face oclusal apresenta valores de dureza que decrescem da oclusal para a parede gengival (Poskus et al., 2004). Flury et al. (2012) observaram ainda “in vitro” que o grau de conversão de

algumas resinas de baixa contração de polimerização diminui quando se distancia da fonte polimerizadora (Flury et al., 2012).

Se a região de base da resina composta não recebe luz o suficiente para completa polimerização, as propriedades mecânicas irão diminuir em direção à base (Nayif et al., 2008), comprometendo também a interface na base da restauração, reduzindo a união com o adesivo aplicado no fundo da cavidade (Nayif et al., 2008).

Roggendorf et al. (2011) estudaram as alterações na integridade marginal no esmalte dental e dentina de restaurações em dentes posteriores com a aplicação de 4 mm de compósito SDR, antes e após um desafio termo-mecânico e não observaram diferenças estatísticas no desenvolvimento de fendas.

As tensões de contração produzidas pela inserção de uma camada única gengivo-oclusal de uma resina composta convencional pode exceder os limites de deflexão de cúspides (Versluis et al., 1996). Moorthy et al. (2012) demonstraram que a utilização de dois compósitos fluidos de baixa tensão de contração (SDR e x-tra base) reduziu significativamente a deflexão de cúspides quando comparada a uma cavidade restaurada com uma resina composta convencional utilizando-se a técnica incremental, associado ainda à ausência de microinfiltração na parede gengival.

Por outro lado, observa-se uma correlação positiva entre a resistência de união em restaurações classe I com a resistência coesiva da resina composta na técnica de incremento único, fato que não ocorre na técnica incremental. Os valores de resistência coesiva do compósito não apresentaram diferenças em relação às técnicas e profundidades exceto quando se atingiu a base da cavidade para as restaurações realizadas em incremento único. Contudo, o grupo restaurado com incremento único apresentou redução na resistência coesiva na região de base, que foi estatisticamente menor do que nos grupos restaurados com a técnica incremental. A capacidade de adesão às paredes do preparo cavitário podem ser influenciadas pela técnica restauradora, pois as propriedades físico-mecânicas dos compósitos podem ser influenciadas pela capacidade da luz ativadora iniciar o processo de polimerização (Nayif et al., 2008).

A recomendação do tempo de irradiação de 20 s para uma camada de incremento único com 4 mm do compósito Surefil SDR™ flow assim como o tempo de



40 s para uma camada de inserção única de 6 mm ou 20 s para 4 mm no caso da resina Venus são suportados pelas propriedades micromecânicas obtidas no estudo de Czasch e Ilie (2013).

O efeito do tempo de irradiação e a distância da ponta da fonte ativadora sobre as propriedades micromecânicas e cinética de polimerização de duas resinas compostas de baixa viscosidade (Tetric EvoCeram e x-tra base) com indicação de inserção em incremento único em condições que simulam o ambiente bucal demonstraram que incrementos de no máximo 4 mm podem ser adequadamente polimerizados (Ilie et al., 2013). Além disso, a variação da irradiância foi material dependente, dessa forma as propriedades mensuradas em condições clínicas simuladas podem variar mas simulam melhor a realidade clínica do que os testes de união por microtração e cisalhamento (Ilie et al., 2013).

Dessa forma, existem poucos resultados clínicos e laboratoriais que demonstrem que as resinas compostas de baixa tensão de contração de polimerização apresentem vantagens significativas em sua indicação, que encorajem os clínicos em implementar essa técnica (El-Safty et al., 2012). A estabilidade mecânica em áreas oclusais sujeitas a esforços mastigatórios quando restaurada com essas resinas ainda é desconhecida (Czasch e Ilie, 2013). Além disso, o efeito da anatomia dental e do preparo cavitário são fatores ignorados na maioria dos trabalhos que investigam a profundidade de polimerização, nos quais a ponta da fonte ativadora é colocada diretamente sobre a resina composta, sendo que em situações clínicas, em um preparo Classe II a caixa proximal pode ter profundidade maior que 7 mm e a ponta da fonte ativadora é posicionada a 3 mm ou mais do topo da resina composta (Price et al., 2000).

Assim, como a união às paredes gengivais das restaurações Classe II podem ter uma grande influencia na longevidade da restauração (Van Ende et al., 2013), o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da utilização de uma resina composta de baixa viscosidade e baixa tensão de contração indicada para a técnica do incremento único, na resistência de união às paredes gengivais de preparos Classe II MOD.

## **2. PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da utilização de uma resina composta de baixa viscosidade e baixa tensão de contração indicada para a técnica de incremento único na resistência de união por microtração ( $\mu$ TBS) à dentina das paredes gengivais de cavidades Classe II MOD.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### Bond strength of a low-stress bulk-fill composite to Class II MOD cavities

Rose Yakushijin Kumagai<sup>1</sup>, Leonardo Colombo Zeidan<sup>2</sup>, José Augusto Rodrigues<sup>3</sup>, André Figueiredo Reis<sup>4</sup>, Jean-François Roulet<sup>5</sup>

#### Corresponding author:

José Augusto Rodrigues

CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG

Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax:

+55 11 24641758.

**Keywords:** Microtensile bond strength; Bulk-fill composite; polymerization stress

---

<sup>1</sup> DDS, MSc student, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: [rose-kumagai@uol.com.br](mailto:rose-kumagai@uol.com.br)

Contribution: performed the experiments in partial fulfillment of requirements for a MSc degree.

<sup>2</sup> DDS, MSc, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: [lzeidan@prof.ung.br](mailto:lzeidan@prof.ung.br)

Contribution: performed part of the experiments.

<sup>3</sup> DDS, MSc, PhD, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: [jrodrigues@prof.ung.br](mailto:jrodrigues@prof.ung.br) or [guto\\_jar@yahoo.com.br](mailto:guto_jar@yahoo.com.br)

Contribution: performed the experiments, proofread the manuscript, performed statistical evaluation and contributed substantially to discussion.

<sup>4</sup> DDS, MSc, PhD, Dental Research and Graduate Studies Division, Department of Restorative Dentistry, Guarulhos University, Guarulhos, SP, Brazil. Address: CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG Praça Tereza Cristina, 229 Guarulhos, SP, CEP 07023-070 Brazil. Phone/Fax: +55 11 24641758. e-mail: [reisandre@yahoo.com](mailto:reisandre@yahoo.com)

Contribution: hypothesis, performed the experiments, proofread the manuscript.

<sup>5</sup> Dr. med. dent. Department of Restorative Dental Sciences, College of Dentistry, University of Florida. Address: 1395 Center Drive, P.O. Box 100415, Gainesville, FL 32610-0415. e-mail: [jroulet@dental.ufl.edu](mailto:jroulet@dental.ufl.edu)  
Contribution: hypothesis, experimental design, proofread the manuscript, and contributed substantially to discussion.

## Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength ( $\mu$ TBS) of a bulk-fill low-stress resin-based composite (RBC) to dentin from gingival walls of Class II MOD cavities.

**Materials and Methods:** Class II MOD cavities were prepared in 44 human molars with the distal and mesial proximal boxes depth of 4 or 6 mm, respectively. Eight experimental groups (n=11) were obtained by a factorial design including “composite” in two levels, a bulk-fill low-stress composite (SureFil SDR Flow, Dentsply Caulk) and a Conventional composite (Filtek Z350 XT, 3M ESPE); “Filling Technique” in two levels: Bulk-fill (Bf) and Incremental (In); and “depth” in two levels: 4 mm and 6 mm in order to create different polymerization conditions. 24 h after placement of restorations teeth were sectioned into beams with a cross-sectional bonded area of approximately 1mm<sup>2</sup>. Bonded beams were tested in tension with a crosshead speed of 1 mm/min. Data were submitted to a 3-way ANOVA followed by post hoc Tukey test (p<0.05).

**Results:** ANOVA failed to identify significant differences for the triple and double interaction between factors. However, significant differences were observed for the factor “composite” (SDR=55.2 MPa  $\pm$ 15.3B; Z350=37.7 MPa  $\pm$ 16.1A) and “Filling technique” (Bf=46.2 MPa  $\pm$ 18.2A; In=50.9 MPa  $\pm$ 17.0B).

**Conclusion:** It can be concluded that the bulk-fill flowable composite SDR may improve the bond strength to the cervical walls of Class II MOD cavities.

## Introduction

During photo-activation monomers form a polymer network and resin-based composites (RBC) become solid and shrink.<sup>28,31</sup> Shrinkage manifests it self as a stress on the RBC and cavity walls, which may develop interfacial defects, enamel fractures, cuspal movements and cracked cusps, as well as postoperative sensitivity.<sup>9,20,28</sup> In order to reduce polymerization shrinkage stress, RBCs need to be placed in increments of 2mm.<sup>16,29</sup> The use of incremental filling technique has been widely used to obtain optimal outcomes and reduce polymerization stress in composite restorations.<sup>20,21</sup>

The incremental layering technique promotes a smaller ratio of the areas of bonded to unbonded composite resin layer achieving a lower C-factor during

polymerization of each layer.<sup>8,16,20</sup> In addition, the increment thickness  $\leq 2\text{mm}$  provides sufficient light penetration for polymerization resulting in enhanced physical and mechanical properties, with improved marginal adaptation, and decreased cytotoxicity of the RBC.

New materials with modified chemical compositions to reduce polymerization shrinkage stress marketed for application in bulk in direct resin composite restorations have been recently introduced.<sup>30,33</sup> These Bulk-fill composites are designed to be placed in increments measuring 4 or 5 mm thickness and cured in one single step.<sup>5,13,27</sup> As advantages, they provide a faster option for restoring teeth saving time by reduction of chair time.<sup>20,33</sup>

The first Bulk-Fill RBC was SureFil SDR Flow (SDR), and as a low-viscosity RBC, it has shown shrinkage lower than other regular flowable RBCs, other nano-and micro-hybrid RBCs, and a silorane-based composite.<sup>4,14</sup> SDR also presents flexural modulus similar to conventional flowable RBCs<sup>6,27</sup>, which is a desirable property for stress reduction, but few studies have evaluated this bulk-fill low-viscosity RBC performance so far.

Moorthy et al. (2012)<sup>17</sup> showed that SDR significantly reduced cuspal deflection compared with a conventional RBC restored in an oblique incremental filling technique. They reported no associated change in cervical microleakage. Jang et al. (2014)<sup>15</sup> observed that SDR linear shrinkage was lower than a conventional RBC, it was properly cured in a 4-mm bulk layer. Nayif et al. (2008)<sup>18</sup> compared the ultimate tensile strength (UTS) and bond strength of a conventional RBC (Clearfil AP-X) applied incrementally and using the bulk-filling technique. The  $\mu\text{TBS}$  and UTS in the bulk-filled restorations were reduced in the bottom region, and both were significantly lower than those obtained with the incremental technique in each cavity depth.

A few years ago, concerns on mechanical stability in stress bearing areas of fillings restored with conventional RBCs placed in bulk, absence of long-term clinical studies, and the lack of suitable bulk-filling materials discouraged most clinicians from implementing these techniques.<sup>5,7</sup>

Also the effect of tooth anatomy is an important aspect often disregarded in adhesion or depth-of-cure studies, where the light tip of the curing unit is placed directly

against the material, which, in a clinical situation, a class II cavity preparation is frequently deeper than 5-6 mm and the light tip is placed 2 mm or more from the top of the restoration.<sup>22</sup>

Since a decrease in the degree of conversion as well as an increase in increment thickness have been shown to negatively affect bond strength of composites restorations to dentin<sup>22,23,32</sup> and the effect of bulk-filling on high C-factor posterior cavities on adhesion to cavity-bottom dentin may have a great impact on the adhesion of the RBC systems<sup>29</sup>, this study aimed to evaluate the bond strength of a novel bulk-filling low-viscosity RBC to the gingival walls of a Class II MOD preparation.

## **Objective**

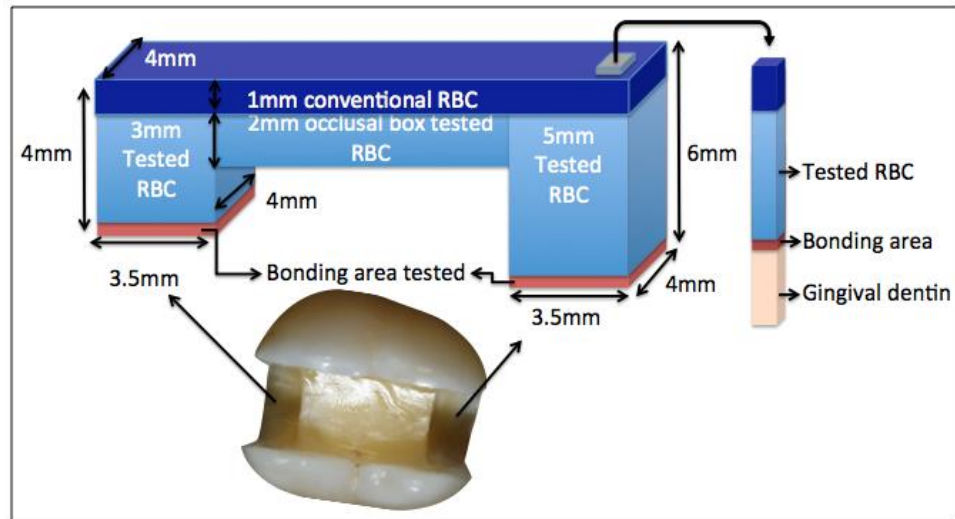
The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength ( $\mu$ TBS) of a bulk-fill flowable RBC to the gingival walls of standardized Class II MOD cavities.

The null hypothesis tested was: there is no difference in the  $\mu$ TBS to dentin in a deep MOD cavity filled with a bulk-fill flowable RBC and a conventional RBC.

## **Methods and Materials**

This study protocol was approved by the Guarulhos University Research Ethics Committee, SP - Brazil (CEP-UnG, process # 641.271, 04/29/2014).

The present project was designed to evaluate the bond strength to dentine of a bulk-fill flowable RBC system in a large tooth cavity (Figure 1), where the shrinkage stress associated with polymerization of resin composite is highly developed.



**Figure 1-** Scheme of cavity preparation, composite restoration and tested bonding gingival area.

Forty-four molars received a Class II MOD cavity preparation with 4 or 6 mm of depth in the distal and mesial proximal boxes, respectively. Eight experimental groups with 11 samples each were obtained by a factorial design. The factors under study were (Table 1):

- 1- RBC in two levels: Bulk-fill flowable RBC and Conventional RBC;
- 2- Filling Technique in two levels: Bulk-fill and Incremental;
- 3- Box Depth in two levels: 4 mm or 6 mm of light cure condition.

**Table 1-** Experimental groups obtained by a factorial design.

GROUP	n	RBC	FILLING TECHNIQUE	BOX DEPTH
G1	11	Bulk-fill flowable RBC	Bulk-fill	4 mm
G2	11	Bulk-fill flowable RBC	Bulk-fill	6 mm
G3	11	Conventional RBC	Bulk-fill	4 mm
G4	11	Conventional RBC	Bulk-fill	6 mm
G5	11	Bulk-fill flowable RBC	Incremental	4 mm
G6	11	Bulk-fill flowable RBC	Incremental	6 mm
G7	11	Conventional RBC	Incremental	4 mm
G8	11	Conventional RBC	Incremental	6 mm

### **Cavity preparation**

Forty-four noncarious third molars extracted for therapeutic reasons were stored in thimol solution and debrided of residual plaque and calculus. The roots were removed with double-faced diamond disks (#7020, KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil), the pulp chambers were cleaned, and filled with Clearfil SE Bond (Kuraray Co., Osaka, Japan) adhesive system and Filtek Z350 XT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) composite resin. The primer A was applied for 10s, gently air dried for 5s, then primer B was applied, photo-activated for 10s, and the Conventional RBC was inserted in 2 mm layers and photo-activated for 20s.

Standardized class II MOD cavities, were prepared using a diamond bur (#3101G, KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil) in a high-speed hand-piece with air–water spray. The cavity dimensions were: 4 mm width bucco-lingually, 3 mm depth in the occlusal box, and 4 mm depth in the distal and 6 mm depth in the mesial proximal box (Figure 1). After preparation, the cavities were evaluated using an optical microscope to check for any defects. Teeth that presented cavities with pulp exposure or enamel margins in the cervical walls were excluded and replaced by another tooth. Teeth were randomly assigned to the eight experimental groups and restored.

### **Restorative procedure**

A metal matrix band was placed around the tooth using a tofflemire retainer. All cavities were restored with the same two-step etch and rinse adhesive system (XP Bond, Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) applied according to the manufacturer's instructions. All cavity preparations were etched with 36% phosphoric acid (DeTrey Conditioner 36) for 15s, washed for 15s and gently dried with absorption paper. The adhesive XP Bond (Dentsply DeTrey, Konstanz, German) was dispensed onto a disposable brush and applied to the cavity for 20 seconds. The solvent was evaporated for at least 5s and photo-activated for 10s using an LED device (Radii Plus - SDI, Victoria, Australia) with a power output of 1,850mW/cm<sup>2</sup>. The power output was measured using a single CureRite radiometer (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA).

The cavities were filled with the tested RBCs, the Bulk-fill flowable RBC (SureFil SDR Flow, shade U - Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) or the conventional RBC (Filtek



Z350 XT, shade AE3 - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) according to the groups. With the Bulk-fill technique, the tested RBCs were inserted in a 3 mm layer in the 4 mm box, in a 5 mm layer in the 6 mm box, and a 2 mm thick layer in the occlusal box (Figure 1). The RBCs were photo-activated for 20s (LED, Radii Plus - SDI, Victoria, Australia), followed by a 1 mm final occlusal layer of a conventional RBC (Filtek Z350 XT) for all groups (Figure 1).

For the incremental technique group, both, 4 mm and 6 mm, boxes were filled with the RBCs in increments of less than 2 mm thickness according to manufacturer's instruction. The 4 mm box received 2 increments, the 6 mm box 3 increments and the occlusal box one increment, followed by 1 mm thickness of the conventional RBC for all groups. The teeth were stored for 24h in relative humidity at 37°C.

**Table 2 – Materials manufactures, batch number, and components used in this study.**

<b>Material Batch Number</b>	<b>Components*</b>
XP Bond (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) 1311000750	Carboxylic acid modified dimethacrylate (TCB resin); PENTA; UDMA; TEGDMA; HEMA; Butylated benzenediol (stabilizer); Ethyl-4- dimethylaminobenzoate; Camphorquinone; Functionalized amorphous silica; t-butanol
Filtek Z350 XT - AE3 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) 902497/984521	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA, silica filler, zirconia filler, zirconia/silica cluster filler. (78.5 wt%).
SureFil SDR - U (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) 785648F	Barium-alumino-fluoro- borosilicate glass, strontium alumino- fluoro-silicate glass, modified urethane dimethacrylate resin, EBPADMA, triethyleneglycol dimethacrylate, camphorquinone, butylated hydroxyl toluene, uv stabilizer, titanium oxide, iron oxide pigments. (68 wt%).
DeTrey Conditioner 36 (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) 7523	36% phosphoric acid, silica

\*Abbreviations: Bis-GMA: bisphenol-glycidyl methacrylate; HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate; DMA: dimethacrylate; GPDM: glycerol phosphate dimethacrylate; UDMA: Urethane dimethacrylate; PENTA: phosphonated penta-acrylate ester; EBPADMA, ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate;

### **Microtensile bond strength**

The proximal boxes of specimens were serially sectioned in the buccal/lingual and mesial/distal directions, in order to obtain at least 3 beams with a cross-sectional bonded area of approximately 1 mm<sup>2</sup> at the gingival wall (IsoMet 1000; Buehler Ltd,

Lake Bluff, IL, USA). Beams were tested in tension in a Universal Testing Machine (EZ Test, Shimadzu, Kyoto, Japan) at a crosshead speed of 1 mm/min until fracture. The cross-sectional area of each specimen was measured using a digital caliper (Mitutoyo Co., Tokyo, Japan) and the microtensile bond strength was expressed in MPa. In cases where the sectioning process yielded less than three bonded beams, or pre-test failures occurred, the number of missing beams was computed as pre-test failures in the respective group.

The failure mode was recorded using a light microscope at a 50X magnification (PanTec, Panambra Ind. e Tecnica SA, Sao Paulo, Brazil). Failure mode at the fractured interface was classified into 1 of 3 types: CD (cohesive failure in Dentin), AD (adhesive failure between hybrid layer and dentin), CC (cohesive failure in composite resin). Instead of classifying failures as mixed, the area percentage of each type of failure in each specimen was recorded.

### **Statistical analysis**

Shapiro-Wilk test was applied for testing for normality ( $p > 0.263$ ). Since data showed normal distribution, a 3-way ANOVA considering the factors “RBC”; “Filling Technique”; and “Box Depth” followed by a post hoc Tukey’s test at a pre-set alpha of 5%, was applied using statistical software (IBM SPSS STATISTICS version 20.0.0, IBM Corporation, Armonk, NY, USA). The pre-test failures were computed in the statistical analysis as missing data and were reported in the result section.

### **Results**

The ANOVA showed neither 3-way nor 2-way significant interactions. Statistical significant differences were observed to main factors RBC and Filling Technique (Table 3).

**Table 3–** Means and standard deviation (sd) of  $\mu$ TBS in MPa and statistical significant differences to factors Composite and Technique; and the number of pre-test failures (pf).

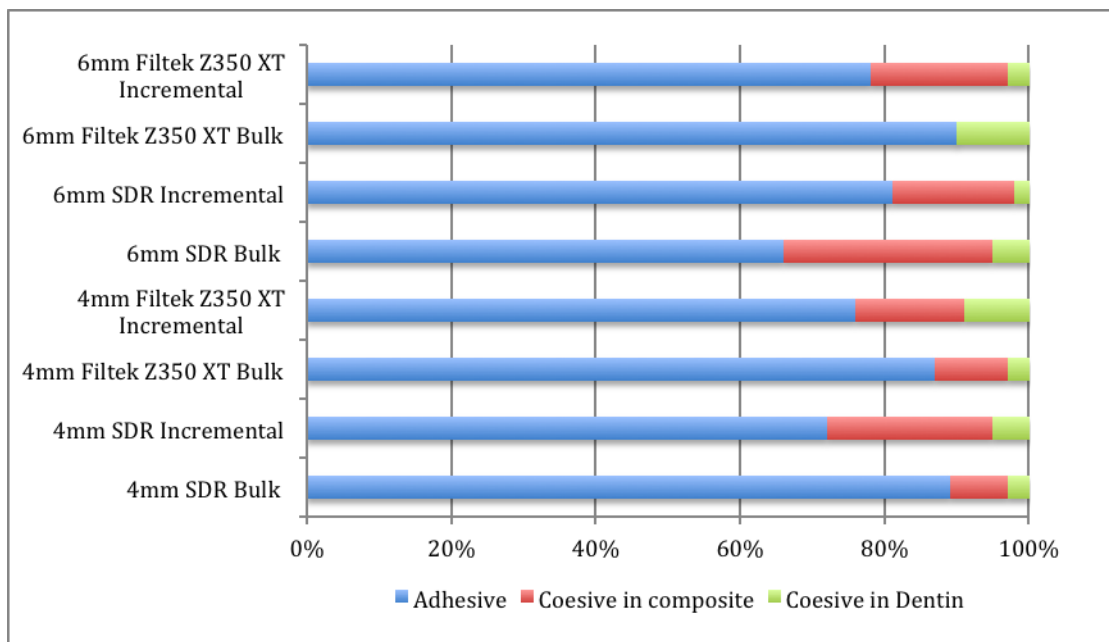
Depth		Filling Technique		RBC
		Bulk (sd - pf)	Incremental (sd - pf)	
SDR	4 mm	50.8 (22.7 - 3)	56.3 (11.6 - 6)	55.2 (15.3)b
	6 mm	49.8 (9.8 - 9)	63.9 (8.6 - 4)	
RBC	4 mm	32.5 (12.9- 11)	40.3 (14.7 - 7)	37.7 (16.1)a
	6 mm	27.2 (11.5 - 22)	43.6 (20.1 - 9)	
		46.2 (18.2)A	50.9 (17.0)B	

Different letters indicate statistical significant differences in the row or column respectively.

The incremental technique resulted in higher bond strength to dentin. Also, the use of the Bulk-fill flowable RBC resulted in higher bond strength to dentin.

Graph 1 showed that the most prevalent mode of fracture was adhesive, followed by cohesive failure in composite.

**Graph 1-** Percentage of failure modes in the experimental groups.



## Discussion

The incremental layering technique has been recognized as a standard procedure in direct posterior composite restorations to reduce polymerization shrinkage stress and achieve adequate degree of monomer conversion.<sup>20,29</sup> Both RBC tested in the deep cavities showed better bond strength when inserted by incremental layering than bulk fill technique placement. The Bulk-fill flowable RBC showed higher bond strength than the conventional RBC. Thus, the null hypothesis was rejected.

However, the incremental technique has disadvantages including the increased risk of incorporating voids or contamination between RBC layers, bond failures between increments, difficulty in placement because of limited access in conservative preparations, and the increased time required to place and polymerize each layer.<sup>1,7,16,25,28</sup> Also, clinicians still desire easier and quicker RBC restorations with less shrinkage.<sup>15</sup>

The use of Bulk-fill RBC in deep, wide dental cavities is faster and easier than the traditional incremental restoration, it saves time and improves material handling.<sup>3,5</sup> The Bulk-fill flowable RBC showed better bond strength than the conventional RBC in the class II MOD preparation with deep proximal boxes, even with the 5 mm bulk fill insertion technique. These results are in agreement with Flury et al. (2014)<sup>11</sup> which observed that shear bond strength remained constant for SureFil SDR with increasing layer thickness, up to 6 mm, while the microhardness and shear bond strength of the conventional resin composite (Filtek Supreme XTE) decreased with increasing layer thickness. The SureFil SDR hardness values corresponded with those obtained using three distinct increment thicknesses of a conventional RBC.<sup>11</sup> These favorable results could be explained by the improved chemistry based on refined photo initiator dynamics yielding longer pre-gel time, a slower polymerization rate and also by the increased translucency.<sup>10,26</sup>

The lower, bond strength observed in groups restored with the conventional RBC applied in one bulk fill increment are a result from the interaction of factors such as the limited light penetration throughout resin as function of depth, restricted by 20 seconds of light curing and the configuration of the cavity walls. This might have affected the

degree of conversion, which impairs adhesion. However, lower degree of conversion is likely to generate less contraction stress around the cavity walls. The conventional RBC might have been more affected by the bulk fill placement technique than the Bulk-fill RBC, since a high number of pre-test failures and lower bond strength were observed with Filtek Z350 than with SureFil SDR when restored using the bulk-fill technique.

SureFil SDR is a very translucent composite, and standard light energy densities used to cure conventional RBC are able to propagate throughout this material and favor an ideal polymerization in thicker increments.<sup>10,26</sup> These properties were probably improved in the groups where the insertion was done with the incremental technique.<sup>10</sup> SureFil SDR groups showed higher bond strength than the same material groups inserted with the bulk-filling technique. Jang et al. (2014)<sup>15</sup> showed a favorable degree of conversion at the bottom surface of 4 mm thick SureFil SDR samples, with 80% of the top surface hardness mean. Benetti et al. (2014)<sup>3</sup>, observed that the depth of cure is in general improved for the Bulk-fill RBC when compared with conventional RBCs. Also, it has been demonstrated that with increasing increment thickness, microhardness and bond strength decrease for the conventional RBC but generally remain constant for the Bulk-fill resin composites.

Since conventional RBCs are not intended to be placed in one bulk increment in deep cavities, to improve the light propagation throughout conventional RBC control groups, the conventional RBC used was Z350 XT in an enamel shade (AE3) for being more translucent. This increased the small chance of the light to reach the bottom surface of 6 and 4 mm deep fillings. If a darker shade of RBC had been used, probably the light would not have been able to reach the bottom surface and bond strength could be severely compromised. The theory that placing direct restorations in multiple layers is beneficial was confirmed in the present study using a conventional RBC.

Nevertheless, if the light is only partially able to reach the bottom surface, the conversion of monomers is incomplete while the polymerization shrinkage is building up in the restoration. Notwithstanding, the low bond strength results observed for the conventional RBC in the present study may be due to the combination of less degree of conversion and less strain in the bonding area. This may explain lower bond strength to

bulk fill technique than using multiple increments. By the way, the SureFil SDR was supposed to achieve an acceptable degree of conversion<sup>2,3,11,15</sup>, and the mechanism of shrinkage reduction is related to chemically modified polymer chains, which are very flexible in the pre-gelation phase.<sup>26</sup> The lower flexural modulus combined with the slower contraction rate allowed the material to partially counteract the effect of polymerization contraction.<sup>14</sup>

Optical coherence tomography studies showed that SureFil SDR performed better than the conventional RBCs, with 20% less volumetric polymerization contraction than a conventional RBC in a micro-computed tomography analysis in class I cavities.<sup>12,19</sup> Jang et al. (2014)<sup>15</sup> observed that SureFil SDR showed lower polymerization shrinkage than a conventional flowable composite. In addition, under fatigue testing, similar marginal integrity was observed in MOD cavities restored with 4 mm bulk increment of SureFil SDR and incremental layering of a conventional RBC.<sup>24,33</sup>

A long-term clinical study has demonstrated that the 4 mm bulk-filling technique with the flowable resin composite SureFil SDR showed good clinical performance, which was comparable at the 3-year follow-up with the 2 mm resin composite incremental layering technique.<sup>28</sup>

Our results support previous findings that the flowable Bulk-fill RBC seems to be acceptable to be applied in bulk increments thicker than 4 mm. But, further laboratory and long-term clinical investigations with Bulk-fill RBC remain necessary.

## **Conclusion**

It can be concluded that a Bulk-fill flowable RBC may improve the bond strength at cervical walls.

## References

1. Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent* 2003;31:437–44. DOI: 10.1016/S0300-5712(02)00121-5
2. Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater*. 2013 Sep;29(9):e213-7. DOI: 10.1016/j.dental.2013.05.011
3. Benetti A, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen M, Pallesen U. Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Oper Dent*. 2014 Sep 11. [Epub ahead of print] DOI: 10.2341/13-324-L
4. Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 2010;31:10–5. (Spec Iss 2).
5. 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
6. Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984;63(2):146–8.
7. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*. 2012 Aug;28(8):928-35. DOI: 10.1016/j.dental.2012.04.038
8. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987 Nov;66(11):1636-9.
9. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mat*. 2005;21:36–42. DOI: 10.1016/j.dental.2004.10.004
10. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater*. 2012 May;28(5):521-8. DOI: 10.1016/j.dental.2012.02.002
11. Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dent Mater*. 2014 Oct;30(10):1104-12. DOI: 10.1016/j.dental.2014.07.001
12. Hirata R, Clozza E, Giannini M, Farrokhmanesh E, Janal M, Tovar N, Bonfante EA, Coelho PG. Shrinkage assessment of low shrinkage composites using micro-computed tomography. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2014 Aug 13. [Epub ahead of print] DOI: 10.1002/jbm.b.33258.
13. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin based composites: An in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013;38(6):618-625. DOI: 10.2341/12-395-L

14. Ilie N, Hickel R. Investigation on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dental Materials* 2011;27:348–55. DOI: 10.1016/j.dental.2010.11.014
15. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Oper Dent*. 2014 Aug 19. [Epub ahead of print]. DOI" <http://dx.doi.org/10.2341/13-307-L>
16. Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*. 2007 Aug;98(2):129-40. DOI: 10.1016/S0022-3913(07)60046-8
17. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *Dent*. 2012 Jun;40(6):500-5. DOI" 10.1016/j.jdent.2012.02.015
18. Nayif MM, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Bond strength and ultimate tensile strength of resin composite filled into dentine cavity; effect of bulk and incremental filling technique. *J Dent*. 2008 Mar;36(3):228-34. DOI: 10.1016/j.jdent.2007.12.006
19. Nazari A, Sadr A, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y. 3D assessment of void and gap formation in flowable resin composites using optical coherence tomography. *J Adhes Dent*. 2013 Jun;15(3):237-43. DOI: 10.3290/j.jad.a28623
20. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: Incremental or bulk filling? *Dental Materials*. 2008; 24(11):1501-1505. DOI: 10.1016/j.dental.2008.03.013
21. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater*. 2004;20:726-32. DOI: 10.1016/j.dental.2003.10.006
22. Vandewalle KS, Roberts HW, Rueggeberg FA. Power distribution across the face of different light guides and its effect on composite surface microhardness. *J Esthet Restor Dent*. 2008;20(2):108-17; discussion 118. doi: 10.1111/j.1708-8240.2008.00160.x.
23. Price RB, Doyle G, Murphy D. Effects of composite thickness on the shear bond strength to dentin. *J Can Dent Assoc*. 2000; 66:35–9.
24. Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent*. 2011 Oct;39(10):643-7. DOI: 10.1016/j.jdent.2011.07.004
25. Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater*. 2005;21:9–20. DOI: 10.1016/j.dental.2004.10.001
26. Surefil® SDR™ flow Posterior Bulk Fill Flowable Base — Directions for use (2009) DENTSPLY  
Caulk.



<http://www.caulk.com/assets/pdfs/products/Surefil%20SDR%20Flow%203-Language%20DFU.pdf>

27. Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based. *JADA* 2013;144(10):1182-3.
28. van Dijken JW, Pallesen U. A randomized controlled three years evaluation of "bulk-filled" posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater.* 2014 Sep;30(9):e245-51. DOI: 10.1016/j.dental.2014.05.028
29. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, 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
30. Van Ende A, Mine A, De Munck J, Poitevin A, Van Meerbeek B. Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities. *J Dent.* 2012 Apr;40(4):295-303. DOI: 10.1016/j.jdent.2012.01.004
31. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res* 1996;75:871–8. DOI: 10.1177/00220345960750030301
32. Xu X, Sandras DA, Burgess JO. Shear bond strength with increasing light-guide distance from dentin. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18:19–27.
33. Zaruba M, Wegehaupt FJ, Attin T. Comparison between different flow application techniques: SDR vs flowable composite. *J Adhes Dent.* 2013 Apr;15(2):115-21. DOI: 10.3290/j.jad.a28672

#### **4. CONCLUSÃO**

Com os resultados obtidos na pesquisa realizada, concluiu-se que uma resina composta de baixa viscosidade "bulk-fill" melhorou a resistência de união às paredes gengivais de cavidades Classe II MOD.

## REFERÊNCIAS

Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent* 2003;31:437–44.

Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 2010;31:10–5. (Spec Iss 2).

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.

Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 1984;63(2):146–8.

El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*. 2012 Aug;28(8):928-35.

Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dental Materials* 2005;21:36–42.

Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater*. 2012 May;28(5):521-8. doi: 10.1016/j.dental.2012.02.002.

Ilie N, Hickel R. Investigation on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dental Materials* 2011;27:348–55.

Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin based composites: An in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013;38(6):618-625. DOI: 10.2341/12-395-L

Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent.* 2007 Aug;98(2):129-40.

Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJ. Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with bulk-fill flowable resin-based composite base materials. *Dent.* 2012 Jun;40(6):500-5.

Nayif MM, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Bond strength and ultimate tensile strength of resin composite filled into dentine cavity; effect of bulk and incremental filling technique. *J Dent.* 2008 Mar;36(3):228-34.

Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater.* 2008 Nov;24(11):1501-5.

Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater* 2004;20:726-32.

Price RB, Derand T, Sedarous M, Andreou P, Loney RW. Effect of distance on the power density from two light guides. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2000;12:320–7.

Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite. *J Dent.* 2011 Oct;39(10):643-7.

Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dental Materials* 2005;21:9–20.

Surefil® SDR™ flow Posterior Bulk Fill Flowable Base — Directions for use (2009) DENTSPLY Caulk.

<http://www.caulk.com/assets/pdfs/products/Surefil%20SDR%20Flow%203-Language%20DFU.pdf>

Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based. JADA 2013;144(10):1182-3.

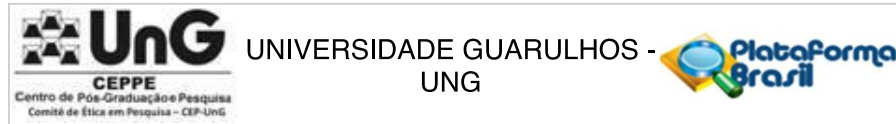
Van Ende A, Mine A, De Munck J, Poitevin A, Van Meerbeek B. Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities. J Dent. 2012 Apr;40(4):295-303.

Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, 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.

Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? J Dent Res 1996;75:871-8.

## ANEXOS

### Anexo 1 – Parecer consubstanciado do comitê de ética e pesquisa.



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** RESISTÊNCIA COESIVA E DE UNIÃO A DENTINA DE RESINA COMPOSTA FLUIDA DE BAIXA CONTRAÇÃO EM RESTAURAÇÕES DE CAVIDADES MOD

**Pesquisador:** José Augusto Rodrigues

**Área Temática:**

**Versão:**

**CAAE:** 30319814.9.0000.5506

**Instituição Proponente:** ASSOCIACAO PAULISTA DE EDUCACAO E CULTURA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 641.271

**Data da Relatoria:** 29/04/2014

##### Apresentação do Projeto:

Projeto bem redigido, claro e fundamentado.

##### Objetivo da Pesquisa:

Claro e bem redigido.

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica. O estudo será realizado com dentes doados pelo Banco de Dentes da Universidade Guarulhos.

##### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo experimental, com objetivo bem definido e desenho adequado.

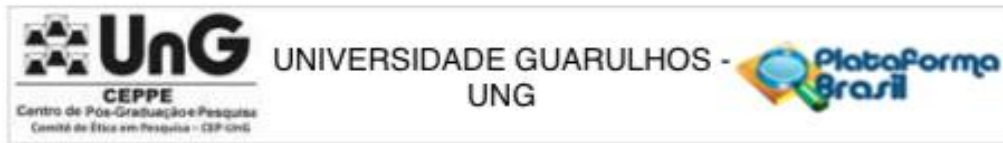
##### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta todas autorizações necessárias para a realização do estudo.

##### Recomendações:

Substituir sujeito de pesquisa por participante no relatório final.

**Endereço:** Praça Tereza Cristina, 229  
**Bairro:** Centro **CEP:** 07.023-070  
**UF:** SP **Município:** GUARULHOS  
**Telefone:** (11)2464-1779 **Fax:** (11)2464-1187 **E-mail:** comite.etica@ung.br



Continuação do Parecer: 841.271

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto atende todos os preceitos éticos.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

A aprovação deste protocolo de pesquisa é válida pelo prazo do cronograma postado pelo pesquisador. Enviar até 30/05/2015, via Plataforma Brasil, relatório final com os resultados obtidos e substituindo o termo sujeito por participante, conforme preconiza a Resolução 466/12.

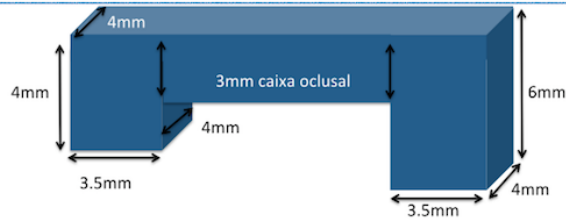
GUARULHOS, 08 de Maio de 2014

---

**Assinador por:**  
**Jumara Silvia Van De Velde**  
 (Coordenador)

Endereço: Praça Tereza Cristina, 229  
 Bairro: Centro CEP: 07.023-070  
 UF: SP Município: GUARULHOS  
 Telefone: (11)2464-1779 Fax: (11)2464-1187 E-mail: comite.etica@ung.br

## Anexo 2 – Cálculo do fator C

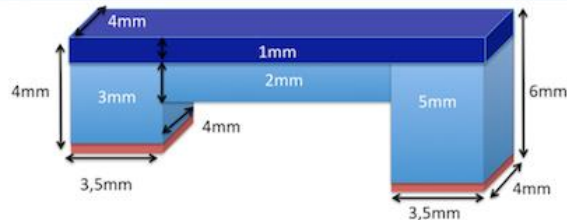


• Fator C da cavidade:

$$\frac{2X(3,5 \times 4,0) + (1 \times 4,0) + (4,0 \times 4,0) + (3,0 \times 4,0) + 2X(3,5 \times 4,0) + 2X(3,5 \times 6,0) + 2X(4,0 \times 3,0) =}{(4,0 \times 4,0) + (4,0 \times 6,0) + (11,0 \times 4,0)}$$

$$= \frac{154}{84} = 1,8333$$

*Preparo da cavidade*



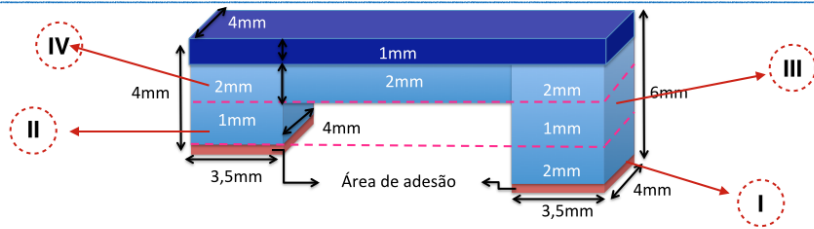
• Fator C da restauração - técnica bulk

$$\frac{(3,5 \times 4,0) + (4,0 \times 1,0) + (4,0 \times 4,0) + (4,0 \times 3,0) + (3,5 \times 4,0) + 2X(3,5 \times 3,0) + 2X(4,0 \times 2,0) + 2X(3,5 \times 5,0) =}{(4,0 \times 3,0) + (4,0 \times 11,0) + (4,0 \times 5,0)}$$

$$= \frac{132}{76} = 1,7368$$

*Procedimento restaurador - técnica bulk*





• Fator C da restauração - técnica incremental

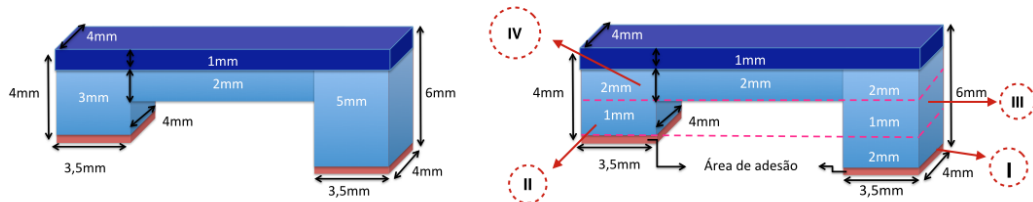
$$I \frac{2X(3,5 \times 2,0) + (4,0 \times 2,0) + (3,5 \times 4,0)}{(3,5 \times 4,0) + (4,0 \times 2,0)} = 1,6363$$

$$III \frac{2X(3,5 \times 1,0) + (4,0 \times 1,0) + (3,5 \times 4,0)}{(3,5 \times 4,0) + (4,0 \times 1,0)} = 1,3838$$

$$II \frac{2X(3,5 \times 1,0) + (4,0 \times 1,0) + (3,5 \times 4,0)}{(3,5 \times 4,0) + (4,0 \times 1,0)} = 1,3838$$

$$IV \frac{2X(2,0 \times 11,0) + (4,0 \times 11,0)}{(4,0 \times 11,0) + 2X(4,0 \times 2,0)} = 1,4666$$

# *P*rocedimento restaurador - técnica incremental



1,7368

$$I \quad 1,6363$$

$$II \quad 1,3838$$

$$III \quad 1,3838$$

$$IV \quad 1,4666$$

# *P*rocedimento restaurador- Fator C