

## Efeito de diferentes técnicas de inserção e tipos de resina composta na dinâmica de difusão, presença de bolhas e adaptação marginal de restaurações classe II





Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-graduação em Processos Interativos  
dos Órgãos e Sistemas



**EDUARDO MARTINEZ MARTINEZ**

**EFEITO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO E TIPOS DE  
RESINA COMPOSTA NA DINÂMICA DE DIFUSÃO, PRESENÇA  
DE BOLHAS E ADAPTAÇÃO MARGINAL DE RESTAURAÇÕES  
CLASSE II**

Salvador  
2021

## **EDUARDO MARTINEZ MARTINEZ**

Efeito de diferentes técnicas de inserção e tipo de resina composta na dinâmica de difusão, presença de bolhas e adaptação marginal de restaurações classe II

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, como pré-requisito para obtenção do título de doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Mathias

Salvador

2021

*Aos meus pais, que sempre foram a base e a alavanca de tudo!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, especialmente, a minha orientadora Dra. Paula Mathias. Tive a honra de ser orientado por essa grande profissional no mestrado e no doutorado. Não me canso de render elogios a ela por onde passo! Sou extremamente grato por ter me acolhido desde o início da nossa caminhada em 2015 quando, ali mesmo na mesa da sala dos professores do laboratório de Dentística da UFBA, esboçamos o que seria nosso primeiro projeto. Muito obrigado pela generosidade em compartilhar o conhecimento, orientar o melhor caminho e confiar. Essas são características importantes para quem tem o privilégio de ser docente! Que Deus lhe conceda muita saúde, fé e perseverança para continuar levando a Odontologia de qualidade pelo mundo. Gratidão!

Agradeço a todos os membros dessa banca pela doação de tempo e atenção ao nosso trabalho. É uma honra poder escutar profissionais tão experientes e aprender! Muito obrigado!

Agradeço ao PIOS, em especial ao Prof. Dr. Roberto Paulo, por ter me aberto as portas desse excelente programa de pós-graduação em saúde, me dado a oportunidade de conhecer mestres das mais variadas especialidades e de fazer amizades incríveis que levarei para toda a vida!

Agradeço ao laboratório da Profa. Elisângela, no ICS, que sempre esteve disponível para que os nossos experimentos fossem executados (mesmo quando nós não marcávamos horário). Obrigado professora por ter sido sempre compreensiva e entusiasta da pesquisa científica! Seu zelo com a qualidade é inspirador!

Agradeço aos meus pais que, para mim, são exemplos de luta, de batalha e de vitória! Agradeço cada palavra de incentivo, de carinho e de amor. Prometo que agora teremos mais tempo juntos!

Agradeço aos meus amigos a possibilidade de compartilhar a minha vida ao lado deles.

Agradeço ao meu grande companheiro Wagno, que plantou em mim a sementinha da docência e me mostrou como era bonita a sua flor. Dividir o que se sabe é multiplicar possibilidades de aprendizagem! Que todos os seus sonhos se tornem realidade!

Agradeço a Deus por todas as bênçãos derramadas em minha vida! Que não me faltem forças para ir além, ser maior e agradecer ainda mais!

Agradeço aos meus colegas de profissão, que nesse momento desafiador de pandemia encararam as dificuldades, se adaptaram e voltaram a trabalhar. Muito orgulho

dessa profissão!

Agradeço ao CAPES por ter contribuído para a viabilidade dessa pesquisa, mesmo nesses últimos anos de crise. A pesquisa não pode parar!

*“O verdadeiro fruto da árvore do conhecimento  
é a simplicidade.”*

Mário Quintana

## RESUMO

Os procedimentos restauradores estéticos incluem muitos materiais odontológicos, levando à necessidade constante de atualização do profissional para obter o melhor resultado clínico. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes técnicas de inserção, com resinas compostas convencional e do tipo *bulk fill*, na dinâmica de difusão, na presença de bolhas e na adaptação marginal das restaurações, através de avaliações estereoscópicas e radiográficas. Para isso, foram realizados dois estudos: um com 60 corpos de prova confeccionados com 6 formas diferentes de restauração (n=10) utilizando resina convencional, convencional *flow*, *bulk fill* regular e *bulk fill flow*, todas da marca 3M Espe: BF (1 incremento: 4mm de *bulk fill* regular), BFF+BF (2 incrementos: 2 mm *bulk fill flow* + 2mm *bulk fill* regular), RC (2 incrementos: 2mm de resina convencional cada), RCF+RC (2 incrementos: 2mm de convencional *flow* + 2mm de resina convencional), BFF+RCF (2 incrementos: 2mm de *bulk fill flow* + 2mm de convencional *flow*) e BFF+RC (2 incrementos: 3mm de *bulk fill flow* + 1mm de resina convencional *flow*). Foram avaliadas sorção de água, solubilidade e presença das bolhas no corpo das restaurações. Observou-se que as médias de sorção de água entre os grupos BF e RC não apresentaram diferença estatísticas, entre os grupos RCF+RC, BFF+RCF, BFF+RC não foram identificadas diferenças estatísticas nas médias de sorção de água nem nas médias de solubilidade. O grupo RC apresentou maior média do número de bolhas com áreas maiores, quando comparado ao grupo BF. O grupo BFF+RCF, em relação à média do número de bolhas e à área, não apresentou diferença estatística com o grupo RC, mas, quando comparado com o grupo BF, apresentou quase o dobro de bolhas. Conclui-se que a resina *bulk fill* regular e a resina composta convencional melhoram suas propriedades de dinâmica de difusão quando associados a outros incrementos e à resina *flow*. No entanto, a quantidade e a área das bolhas aumentam quando essas associações são feitas. No segundo estudo, 60 molares foram restaurados de 6 formas diferentes, usando os mesmos tipos de resinas compostas do primeiro estudo. Os grupos, após a termociclagem, foram avaliados na adaptação marginal, infiltração marginal através de exame radiográfico e exame estereoscópico por 3 examinadores calibrados com os critérios da FDI. Não foram identificadas diferenças estatísticas significantes nos escores de adaptação marginal e infiltração marginal entre os grupos. A exceção foi o grupo BFF+RC que apresentou diferença estatística significativa em relação aos outros grupos na avaliação radiográfica da adaptação marginal. Assim, foi possível concluir que as restaurações em resina composta apresentam boa adaptação

marginal e baixa microinfiltração, independentemente da técnica restauradora, do tipo de resina composta e do uso de resinas compostas *flow* associadas entre si. Com os resultados dos dois estudos, foi possível concluir que o tipo de resina composta utilizada e a forma de inserção desse material interferem na sua dinâmica de difusão, mas não no tamanho das bolhas, no entanto, foi possível atingir excelentes resultados nas avaliações de infiltração e adaptação marginal das restaurações.

**PALAVRAS-CHAVE:** resinas compostas; adaptação marginal; infiltração marginal

## ABSTRACT

The aesthetic restorative procedures include many dental materials, leading to the constant need for professional updating to obtain the best clinical result. The aim of this study was to evaluate the effect of different insertion techniques, with conventional and bulk fill composites, on the diffusion dynamics, the presence of voids and the marginal adaptation of the restorations, through stereoscopic and radiographic evaluations. For this, two studies were carried out: one with 60 specimens made with 6 different forms of restoration (n = 10) using conventional resin, conventional flow, regular bulk fill and bulk fill flow, all from 3M Espe: BF (1 increment: 4mm of bulk fill regular), BFF + BF (2 increments: 2mm bulk fill flow + 2mm regular bulk fill), RC (2 increments: 2 mm of conventional resin each), RCF + RC (2 increments: 2mm of conventional flow + 2mm of conventional resin), BFF + RCF (2 increments: 2mm bulk fill flow + 2mm conventional flow) and BFF + RC (2 increments: 3mm bulk fill flow + 1mm conventional flow resin). Water sorption, solubility and presence of voids in the restorations were evaluated. It was observed that the means of water sorption between the groups BF and RC did not show statistical difference, between the groups RCF + RC, BFF + RCf, BFF + RC, no statistical differences were identified in the means of water sorption nor in the averages of solubility. The RC group had a higher average number of voids with larger areas, when compared to the BF group. The BFF + RCF group, in relation to the average number of voids and the area, showed no statistical difference with the RC group, but, when compared with the BF group, it presented almost twice as many voids. It is concluded that regular bulk fill resin and conventional composite resin improve their diffusion dynamics properties when associated with other increments and flow resin. However, the quantity and area of the voids increase when these associations are made. In the second study, 60 molars were restored in 6 different ways, using the same types of composite resins as in the first study. The groups, after thermocycling, were evaluated for marginal adaptation, marginal infiltration through radiographic examination and stereoscopic examination by 3 examiners calibrated with the FDI criteria. No statistically significant differences were identified in the scores for marginal adaptation and marginal infiltration between groups. The exception was the BFF + RC group, which showed a statistically significant difference in relation to the other groups in the radiographic evaluation of marginal adaptation. Thus, it was possible to conclude that composite resin restorations have good marginal adaptation and low microleakage, regardless of the restorative technique, the type of composite resin and the

use of fluid composite resins associated with each other. With the results of the two studies, it was possible to conclude that the type of composite resin used and the form of insertion of this material interfere in its diffusion dynamics, but not in the size of the voids, however, it was possible to achieve excellent results in the infiltration assessments and marginal adaptation of restorations.

**KEY WORDS:** composite resin; marginal adaptation; marginal infiltration

## LISTA DE FIGURAS

### TESE

<b>Figura 01</b>	Classe II preparadas com as medidas 4mm x 3mm x 4mm	27
<b>Figura 02</b>	Discos de lixa Diamond Pro nas suas diferentes granulações	28
<b>Figura 03</b>	Placas de acrílico para fixas as amostras na cortadeira de precisão	32

### ARTIGO 01

<b>Figura 01</b>	Matriz metálica bipartida contendo um orifício central para inserção da resina composta e moldura periférica para fixar as duas partes centrais	33
<b>Figura 02</b>	Remoção de excessos de resina composta com auxílio de lâmina de bisturi #12 e lixa d'água	33
<b>Figura 03</b>	Corpos de prova dispostos no dessecador contendo sílica em gel na base	39
<b>Figura 04</b>	Balança analítica de precisão, para mensuração do peso de cada corpo de prova	39
<b>Figura 05</b>	Especímetro aferindo diâmetro e espessura dos corpos de prova	40
<b>Figura 06</b>	Corpos de prova imersos individualmente em solução de etanol 75% e a secagem em papel toalha	40
<b>Figura 07</b>	Imersão individual dos corpos de prova em azul de metileno 0,05% e corte dos corpos de prova com auxílio de disco diamantado	41
<b>Figura 08</b>	Lupa estereoscópica Opton utilizada para avaliação visual das fotografias dos cortes dos corpos de prova	41

### ARTIGO 02

<b>Figura 01</b>	Preparo cavitário respeitando a distância de 1mm da junção amelocementária (1); conferência das medidas de largura e profundidade do preparo cavitário (2 e 3); condicionamento com ácido fosfórico 37% (4); aplicação de sistema adesivo (5); inserção de resina composta com auxílio da espátula de resina auxiliada pela tira de matriz de aço (6)	53
<b>Figura 02</b>	Termociclagem dos grupos: 2 bolsas com 3 compartimentos para permitir a individualização dos grupos	55
<b>Figura 03</b>	Imagens radiográficas das unidades: grupo 01 (1); grupo 02 (2); grupo3 (3), grupo 4 (4), grupo 5 (5) e grupo 6 (6)	56
<b>Figura 04</b>	Fotografias da lupa estereoscópica: grupo 01 (1); grupo 02 (2); grupo 03 (3); grupo 04 (4); grupo 05 (5) e grupo 06 (6)	57

## LISTA DE TABELAS

### TESE

<b>Tabela 01</b>	Descrição dos grupos experimentais de acordo com a técnica de inserção e com o tipo de resina composta	25
------------------	--	----

### ARTIGO 01

<b>Tabela 01</b>	Descrição dos grupos de acordo com a técnica de inserção de resina composta	37
<b>Tabela 02</b>	Média (desvio padrão) da sorção de água e solubilidade ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	42
<b>Tabela 03</b>	Média (desvio padrão) do número de bolhas e área ( $\text{mm}^2$ )	43

### ARTIGO 02

<b>Tabela 01</b>	Classificação de adaptação marginal às margens do preparo	53
<b>Tabela 02</b>	Frequência dos escores de adaptação marginal, considerando os seis grupos estudados.	58
<b>Tabela 03</b>	Frequência dos escores radiográficos, considerando os seis grupos estudados	59
<b>Tabela 04</b>	Frequência dos escores de infiltração marginal, considerando os seis grupos estudados	59

## LISTA DE QUADROS

### TESE

<b>Quadro 01</b>	Resinas compostas utilizadas	27
<b>Quadro 02</b>	Técnicas restauradoras e resina composta utilizada	28
<b>Quadro 03</b>	Critérios FDI para adaptação marginal	29
<b>Quadro 04</b>	Critérios FDI de avaliação radiográfica	32
<b>Quadro 05</b>	O quadro abaixo indica o escore dado aos níveis de infiltração marginal	33

### ARTIGO 02

<b>Quadro 01</b>	Classificação de adaptação marginal às margens do preparo	54
<b>Quadro 02</b>	Critérios da avaliação radiográficas	56
<b>Quadro 03</b>	O quadro abaixo indica o escore dado aos níveis de infiltração marginal	58

## LISTA DE SÍMBOLOS

**°C** – graus Célsius

**mm** – milímetros

**mw/cm<sup>2</sup>** – mili Watts por centímetro quadrado

**mg** – miligrama

**ml** – mililitro

**mg** – miligrama

**Ltda** – limitada

**UFBA** – Universidade Federal da Bahia

**AUDMA** - uretano dimetacrilato aromático

**UDMA** – uretano dimetacrilato

**BIS-GMA** - bisfenol A-glicidil metacrilato

**BIS-EMA** - bisfenolA/etilenoglicol/dimetacrilato de metila

**TEGDMA** – trietileno-glicol dimetacrilato

**AFM** - monômero de fragmentação adicional

**DDMA** - dodecano dimetacrilato

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO (geral)</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA (geral)</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVO (geral)</b>	<b>20</b>
	3.1 Objetivo geral	20
	3.2 Objetivos específicos	20
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA (geral)</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO (geral)</b>	<b>24</b>
	5.1 Corpos de prova	24
	5.2 Obtenção de amostras e restauração em resina composta	25
	5.3 Preparo cavitário e restauração	26
	5.4 Divisão dos grupos	28
	5.5 Polimento das superfícies das amostras	29
	5.6 Adaptação marginal das amostras	29
	5.7 Termociclagem dos dentes restaurados	30
	5.8 Dinâmica de difusão dos corpos de prova	30
	5.9 Presença de bolhas nos corpos de prova	31
	5.10 Exame radiográfico dos dentes restaurados	31
	5.11 Microinfiltração marginal	32
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>33</b>
	6.1 Artigo 01	33
	6.2 Artigo 02	49
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO (geral)</b>	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO (geral)</b>	<b>64</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o seu desenvolvimento na década de 60, as resinas compostas ganharam muito espaço na Odontologia. As pesquisas aperfeiçoaram as técnicas adesivas, as propriedades mecânicas e, principalmente, as propriedades estéticas deste material<sup>1</sup>. Atualmente, com a popularização dos procedimentos restauradores estéticos, são lançados no mercado odontológico inúmeros materiais restauradores, aumentando a necessidade constante de atualização do profissional, para obter o melhor resultado clínico<sup>46</sup>.

Os dentes restaurados diretamente com resina composta sofrem estresse interno, gerado pela contração de polimerização<sup>2</sup>. A depender da magnitude dessa contração, que pode chegar a 2% do volume da massa total<sup>40,41</sup>, a interface dente / material restaurador pode ficar comprometida, afetando a integridade do procedimento, causando microinfiltrações e, posteriormente, o possível surgimento de lesões de cárie, patologias pulpares e sensibilidade pós-operatória<sup>3,4,5,20,27</sup>.

A dimensão do estresse de contração depende da forma tridimensional da restauração e do fator de configuração cavitária (fator C). O conceito de fator C implica no preparo cavitário, indicando que o estresse gerado em diferentes formas de preparos é proporcional a configuração do mesmo. Mas, o estresse de contração não é igualmente distribuído na cavidade, já que os compósitos não se contraem homoganeamente<sup>81</sup>.

Nos protocolos tradicionais, as resinas compostas devem ser aplicadas em incrementos de no máximo 2mm de espessura para garantir a adequada transmissão da luz ativadora e, dessa forma, atingir o melhor das suas qualidades físicas e mecânicas<sup>2,10,21</sup>. Essa técnica também busca diminuir do fator C e, dessa forma, reduzir as tensões geradas pela contração do material<sup>59</sup>. Porém, esta técnica aumenta o tempo de atendimento clínico, facilita a incorporação de espaços vazios no corpo do material restaurador, aumenta as chances de contaminação por umidade entre as camadas e dificulta a inserção em pequenas cavidades<sup>11</sup>.

A adaptação marginal da restauração é considerada uma característica importante na determinação da qualidade e longevidade do procedimento<sup>6,7,39</sup>. A microinfiltração na interface esmalte / restauração já apresenta excelentes resultados desde a introdução de condicionamento ácido, porém, o selamento da margem dentinária permanece um desafio, uma vez que a dentina apresenta características morfológicas e estruturais que dificultam essa união<sup>8,30</sup>.

As primeiras resinas compostas foram as macropartículas, pois, suas partículas de carga eram grandes (8 a 50µm), e eram ativadas quimicamente. Devido ao tamanho das

partículas, havia maior desgaste da restauração, resultando em fácil destacamento das partículas, elevada rugosidade da superfície e levando ao surgimento de manchas. Dessa forma, esse grupo de resinas era utilizado em dentes anteriores<sup>82,83</sup>. Para diminuir a rugosidade superficial, foram desenvolvidas resinas microparticuladas (0,01µm a 0,04µm), apresentando maior estabilidade de cor e resistência a manchas marginais. Em seguida, as resinas híbridas (0,6 a 2µm), possibilitou um ganho nas propriedades físicas da resina composta, elevando a resistência ao desgaste e boa textura. A associação das resinas microparticulada com a resina híbrida gerou as resinas microhíbridas, proporcionando um material mais estético e resistente que os anteriores. As resinas compostas microhíbridas apresentam maior translucidez, polimento adequado, além de apresentar maior relação entre carga e matriz, permitindo melhorar propriedades mecânicas, tornando-as capazes de restaurar dentes posteriores<sup>84</sup>. Também possuem viscosidades diferentes devido à variação da quantidade de carga, e como exemplos, temos o escoamento e as resinas condensáveis<sup>85</sup>.

A nanotecnologia possibilitou o desenvolvimento de resinas compostas com admiráveis propriedades de polimento, mecânica e menor valor de contração de polimerização<sup>86</sup>. Além das resinas de nanopartículas, também existem resinas compostas nanohíbridas, que agregam nanopartículas das resinas microhíbridas, e são consideradas universais por apresentarem propriedades apropriadas para dentes anteriores quanto posteriores<sup>87</sup>.

Na busca de materiais restauradores que possam reduzir e simplificar os passos dos procedimentos clínicos, as resinas *bulk fill* prometem preencher cavidades com incrementos de 4 a 5mm. Comparada ao sistema restaurador convencional, que possui um protocolo de pequenos incrementos individuais e maior tempo de consulta clínica, esta parece uma técnica mais interessante<sup>9,40,47</sup>.

A resina composta *bulk fill* é um material restaurador direto mais indicado para dentes posteriores. Segundo estudos laboratoriais<sup>2,40</sup>, a diminuição da contração de polimerização na resina *bulk fill* permite incrementos maiores que os tradicionais. A maior translucidez desse material prejudica a estética, mas, garante o alcance da luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador em toda a extensão da restauração. Esse sistema restaurador se apresenta nas formas de média e baixa viscosidade, sendo este último chamado de *flow*<sup>14,38,40,59</sup>.

A análise da integridade morfológica e da adaptação visual direta de uma restauração quando associado ao exame radiográfico propiciam detalhes anatômicos, morfométricos

e estruturais que possibilitam entender o comportamento dos materiais e da sua relação com o dente<sup>12</sup>. Radiograficamente, a integridade marginal de uma restauração pode ser classificada como satisfatória, aceitável e inaceitável<sup>7</sup>. Critérios como a presença de espaços vazios, saliências, lesões de cárie, falta ou excesso de material restaurador também podem ser avaliados através do exame radiográfico<sup>7,44</sup>.

Ao exame visual, no entanto, o profissional apenas observa características macroestruturais. Dentre elas, a presença de fendas, rachaduras ou fraturas na interface da restauração com o dente. O polimento das superfícies com discos de lixa, brocas de silicone ou taças de borracha busca aparar arestas ou excessos de materiais existentes nessa interface, diminuindo o acúmulo de biofilme, infiltração de saliva e lesões de cáries<sup>43,44</sup>.

Dentre os protocolos de estudo *in vitro* das características físicas dos materiais restauradores, a termociclagem associada à infiltração de corantes, a avaliação da sorção de água e a solubilidade do material restaurador são usados<sup>35</sup> para prever o comportamento dos procedimentos restauradores diante do processo de envelhecimento que ocorre clinicamente, *in vivo*, no paciente.

A termociclagem envelhece as amostras simulando a cavidade oral durante a ingestão de alimentos com variadas temperaturas. A metodologia se baseia na imersão das amostras em água com temperaturas variando de 5 e 55°C, por período e quantidades de ciclos determinados pelo pesquisador<sup>31,36</sup>.

Diante disso, o presente estudo tem como finalidade avaliar o efeito de diferentes técnicas de inserção, com resina composta convencional e do tipo *bulk fill*, na dinâmica de difusão, na presença de bolhas e na adaptação marginal das restaurações, através de avaliações estereoscópicas e radiográficas.

## **2 JUSTIFICATIVA**

A Dentística é uma especialidade da Odontologia em constante atualização. As empresas de materiais odontológicos buscam aprimorar os seus produtos sempre no sentido da melhor estética, função e menor tempo de execução. Assim, as resinas do sistema *bulk fill* surgem com a proposta de alterar um protocolo restaurador tradicional, onde os incrementos de resina de 2mm passam a ser de 4 a 5mm, com a promessa de não comprometer o vedamento marginal das restaurações e diminuir o tempo de trabalho do profissional. Por ser uma tecnologia ainda com muitos questionamentos a serem

respondidos, cabe uma investigação das características mais importantes de um material restaurador, como sua dinâmica de difusão com os fluidos orais, adaptação às margens do preparo cavitário e a infiltração marginal.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o comportamento da resina composta através da estereoscopia e do exame radiográfico em seis diferentes técnicas restauradoras usando resina composta convencional e do sistema *bulk fill*.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Avaliar o efeito de diferentes técnicas de inserção de resina composta convencional e tipo *bulk fill* na sorção de água e na solubilidade e a presença de bolhas.
- b) Analisar estereoscopicamente e radiograficamente a adaptação e a infiltração marginal de restaurações tipo Classe II com resina composta convencional e do tipo *bulk fill*.

### **4 REVISÃO DE LITERATURA**

A resinas compostas foram desenvolvidas durante a busca de um material restaurador que pudesse estabelecer a função, boa resistência mecânica, adaptação marginal, biocompatibilidade e que reproduzisse a cor natural dos dentes, preservando as estruturas dentárias sadias<sup>63</sup>. São basicamente formadas por matriz orgânica, carga inorgânica e silano e classificadas de acordo com o tamanho, o tipo e a quantidade das partículas de carga inorgânica<sup>63</sup>.

Nos últimos 50 anos as resinas compostas passaram por significativas mudanças. Dentre elas, a redução do tamanho das partículas e o aumento de carga para produzir um material com melhores qualidades mecânicas. Atualmente, as pesquisas estão voltadas para a matriz polimérica do material, a fim de desenvolver sistemas com menor contração de polimerização e índice de tensão de polimerização<sup>60</sup>.

A contração de polimerização é uma característica crítica das resinas compostas, uma vez que induz tensões na interface dente / restauração aumentando as chances de sensibilidade pós-operatória, coloração marginal com conseqüente colonização bacteriana e formação de cárie secundária<sup>50</sup>.

O valor máximo de contração de um compósito é modificado pelo tamanho e forma das partículas e de sua matriz orgânica. Todavia, a quantidade de partículas tem efeitos contrastantes sobre a tensão de contração. Um aumento no conteúdo de partículas leva à redução da contração volumétrica, pois o conteúdo de resina é menor, mas, o alto volume de partículas resulta em materiais rígidos com um alto módulo de elasticidade, gerando tensões altas para os mesmos valores de contração<sup>62</sup>.

Clinicamente, algumas técnicas são utilizadas para reduzir os efeitos das tensões de polimerização, como o uso de fotopolimerizadores de intensidade de luz variável e a técnica de inserção incremental para reduzir os efeitos do fator-C das restaurações, já que o volume de compósito e a área de paredes aderidas são menores<sup>6</sup>.

Em 1996, surgiam as resinas *flow* com a intenção de melhorar as características dos compósitos convencionais como baixo escoamento e microinfiltrações. Apresentam as mesmas características dos compósitos híbridos tradicionais, mas, com menor concentração de carga, um bom escoamento pela cavidade a ser restaurada, e um baixo módulo de elasticidade, que suportaria o estresse térmico e mastigatório, diminuindo a possibilidade de fendas na interface dente / restauração. As resinas *flow* auxiliam as restaurações em superfícies interproximais de difícil acesso, pois ela é mais fluida e mais flexível<sup>66</sup>.

As resinas *flow* podem ser usadas para ajudar na difícil tarefa de restaurar dentes posteriores. Elas possuem fácil inserção, melhorando a adaptação às paredes da cavidade quando usado como base. No entanto, não são compósitos de primeira escolha para restauração porque possuem baixas propriedades mecânicas e alta contração volumétrica<sup>46</sup>.

Dada a sua viscosidade, elasticidade e adaptação as resinas *flow* podem ser recomendadas como base para restaurações convencionais, melhorando assim a qualidade da adaptação marginal nas paredes do preparo<sup>21</sup>. No entanto, a porcentagem reduzida de carga (44 – 55% do volume total) causa baixa viscosidade permitindo a presença de mais componentes resinosos e levando a uma contração de polimerização considerável<sup>70</sup>.

Na busca de melhorar as propriedades das resinas compostas, como a redução da contração de polimerização, melhorar a confiabilidade dos procedimentos mais extensos

e diminuir o tempo de trabalho do profissional, as resinas *bulk fill* foram desenvolvidas com a possibilidade de incrementos de até 5mm. Esse incremento, quase três vezes maior que o convencional, só é possível graças a formulação de novos monômeros a base de dimetacrilato, diferentes tamanhos e proporções de partículas e diferentes sistemas de iniciação e modulação da reação de polimerização possibilitando altos valores de conversão e mantendo as propriedades mecânicas<sup>68</sup>.

Estudos<sup>24,27,33,37</sup> apontam propriedades favoráveis à utilização de resinas *bulk fill* de média e baixa viscosidade: adequado grau de conversão e baixa tensão de contração. Todavia, a literatura ainda é escassa em trabalhos que avaliem as propriedades destes compósitos com protocolos que simulem situações como cavidades profundas.

As propriedades das resinas *bulk fill* geralmente são similares às resinas híbridas e nanohíbridas convencionais. Apresentam maior translucidez quando comparadas às resinas convencionais, devido à necessidade de uma maior penetração de luz para garantir adequada polimerização em áreas mais profundas de restaurações<sup>64</sup>.

Uma das últimas tendências em materiais odontológicos é o desenvolvimento de resinas *flow* que podem ser utilizadas em uma espessura de até 4mm. Embora os compósitos *bulk fill flow* tenham propriedades mecânicas semelhantes aos dos compósitos convencionais, estudos relatam que a adaptação marginal e a resistência de união à dentina não são influenciadas pela colocação de um incremento de 4mm<sup>46</sup>.

As resinas *flow* surgiram mais recentemente no mercado odontológico, quando comparadas às resinas convencionais de alta viscosidade. Os fabricantes propunham que as resinas *bulk fill flow* possibilitassem uma transmissão homogênea da luz através do material e profundidades de polimerização superiores a 4mm<sup>11</sup>. As resinas *bulk fill flow* apresentam baixa viscosidade, maior translucidez, devido a reduzida quantidade de partículas inorgânicas, e maior quantidade de matriz orgânica. Isso possibilita maior escoamento, facilidade de manipulação e menor tempo de aplicação. Podem, inclusive, ser aplicadas com ponta de seringa o que otimiza sua utilização em regiões de difícil acesso<sup>65</sup>.

Durante restaurações em dentes posteriores com resinas *bulk fill flow*, essas devem ser recobertas por resinas convencionais, para estabelecer a anatomia oclusal mais facilmente e para que a função e a estética possam ser recuperadas adequadamente<sup>64</sup>.

A dinâmica de fluidos da cavidade oral impacta os materiais restauradores, uma vez que amplia sua exposição à umidade por um longo período, mudanças de temperatura e forças mecânicas. Os compósitos resinosos não são estáveis, nem mesmo após a

polimerização, e seguem interagindo constantemente com o ambiente oral onde estão inseridos. A principal interação que ocorre é com a água, que se difunde na matriz resinosa. Os polímeros absorvem água dependendo da estrutura molecular, da presença de grupos hidroxila capazes de formar ligações de hidrogênio e do grau de reticulação da matriz orgânica da resina. A sorção de água resulta em uma expansão da lacuna entre as cadeias de polímero, permitindo que os componentes que não reagiram se difundam e sejam lixiviados do corpo do material<sup>14,26</sup>.

A solubilidade dos materiais dentários é afetada pelo tipo de meio de armazenamento e pelo período de imersão. A lixiviação dos componentes da resina causa um significativo efeito sobre o sucesso clínico do material restaurador, influenciando a aparência estética, integridade e propriedades da superfície<sup>56</sup>.

A presença de bolhas nas restaurações é um fator de preocupação que ocorre desde quando os compósitos usados eram exclusivamente quimicamente ativados. Elas podem ser incluídas inadvertidamente no material pelo fabricante ou pelo dentista, durante a confecção da restauração. A incorporação de bolhas em uma restauração é mais comum quanto maior for a viscosidade do material restaurador. O profissional pode tentar reduzir a formação de bolhas fazendo uma condensação cuidadosa do material contra as paredes do preparo cavitário<sup>15</sup>.

Entre os fatores que interferem na adaptação marginal das resinas às paredes das cavidades está o grau de viscosidade, sendo assim, os compósitos fluidos apresentam maior adaptação<sup>50</sup>. A formação da lacunas entre as paredes do preparo e o material restaurador (*gap*) pode causar penetração de fluidos orais nos túbulos dentinários e a transdução desses, através do adesivo de dentina, contribuírem para a sua degeneração. A adaptação interna das interfaces de restaurações de dentina geralmente tem sido avaliada por penetração de corante com fucsina básica, azul de metileno, eritrosina, nitrato de prata, marcadores radioativos e por seccionamento das amostras<sup>41</sup>. Mais recentemente, a tomografia micro-computadorizada (micro-CT) também passou a ser usada como método de avaliação da adaptação marginal de restaurações<sup>71</sup>.

A integridade marginal é determinante para o sucesso clínico de uma restauração com resina composta. Além da adesão, a qualidade da adaptação marginal também é influenciada pela tensão de contração, adaptação na superfície e propriedades mecânicas dos compósitos<sup>69</sup>.

Desde a década de 60 as resinas compostas têm apresentado melhorias em todas as suas propriedades físicas, mecânicas e estéticas. Mas, a contração de polimerização ainda

é uma dos principais desafios desse material. Problemas como falha na adesão, manchamento das margens da restauração, hipersensibilidade e inflamação pulpar são as principais preocupações clínicas<sup>21</sup>. A depender da quantidade dessa contração, pode levar a efeitos deletérios como infiltração marginal, formação gap, deflexão de cúspide, rachaduras, redução da ligação e propriedades mecânicas das resinas<sup>67</sup>.

A infiltração marginal é definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede da cavidade e o material restaurador aplicado a ele. Pode afetar a propriedade dos materiais, resultando em cáries recorrentes e sensibilidade pós-operatória. Assim, a longevidade da restauração também pode ser comprometida<sup>4</sup>.

## 5 MATERIAL E MÉTODO

### 5.1 Corpos de prova

Foram confeccionados para o estudo da dinâmica de difusão (sorção de água e solubilidade) sessenta corpos de prova em uma matriz de aço bipartida com 4mm de espessura por 7mm de diâmetro. Apoiada sobre uma placa de vidro lisa (JON, Vila Esperança, São Paulo, Brasil) a matriz foi preenchida com auxílio de espátula de resina (Golgran, São Paulo, Brasil) e uma tira de poliéster (Maquira, Maringá, Paraná, Brasil) foi posicionada e levemente pressionada com uma placa de vidro lisa para microscopia (Homelab, Curitiba, Paraná, Brasil), uniformizando a superfície. Para os corpos de prova confeccionados com técnicas incrementais as diferentes espessuras de cada incremento foram medidas com auxílio de uma sonda milimetrada (Fava, Pirituba, São Paulo, Brasil). Os sessenta corpos de prova foram confeccionados de acordo com o grupo experimental a que pertencia, variando a técnica incremental e os materiais resinosos, conforme pode ser observado na tabela 1.

Cada incremento foi fotopolimerizado (Ratii Cal 1200mw/cm<sup>2</sup>, SDI, São Paulo, Brasil) por 20 segundos, a cada incremento, de acordo com a recomendação do fabricante.

**Tabela 01:** Descrição dos grupos experimentais de acordo com a técnica de inserção e com o tipo de resina composta

<b>Grupos</b>	<b>Técnica restauradora e resina composta</b>
<b>BF</b>	4mm de <i>bulk fill</i> regular
<b>BFF+BF</b>	2mm <i>bulk fill flow</i> + 2mm <i>bulk fill</i> regular

<b>RC</b>	2mm de resina convencional (2 camadas)
<b>RCF+RC</b>	2mm de resina convencional <i>flow</i> + 2mm de resina convencional
<b>BFF+RCF</b>	2mm de <i>bulk fill flow</i> + 2mm de resina convencional <i>flow</i>
<b>BFF+RC</b>	3mm de <i>bulk fill flow</i> + 1mm de resina convencional

**Fonte:** Dados da pesquisa

Após essa etapa, excessos laterais dos corpos de prova foram removidos manualmente com lâmina de bisturi #12 (Lamedid, Guarulhos, São Paulo, Brasil) e na base e nas laterais com lixa d'água granulação nº1.200 (Norton, Guarulhos, São Paulo, Brasil).

## 5.2 Obtenção da amostra e restaurações em resina composta

Os sessenta molares humanos superiores e inferiores foram doados pelo Banco de Dentes da União Metropolitana de Educação e Cultura (UNIME) sob aprovação do Comité de Ética do Instituto de Ciências da Saúde de número CAAE: 85018218.0.0000.5662.

As unidades, já esterilizadas em autoclave pelo banco de dentes, foram inspecionadas com o auxílio da lupa estereoscópica (Quimis, Diadema, São Paulo, Brasil), evitando dentes com lesões de cáries, fluorose, abrasão ou rachaduras no esmalte. Após essa inspeção, os dentes foram armazenados em água destilada (KOP, Pharma & Specialties, Simões Filho, Bahia, Brasil) até o início dos preparos cavitários.

## 5.3 Preparo cavitário e restauração

As sessenta unidades foram preparadas por um único operador, sempre mantendo a posição horizontal (foto 1), utilizando pontas diamantadas nº3131 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil), com granulometria 91µm a 126µm. Os preparos foram feitos com turbina de alta rotação (Extra torque 605, Kavo Dental, Biberach, Alemanha), sob irrigação constante e com substituição das brocas por outras novas a cada cinco dentes preparados<sup>28</sup>.

Em todas as unidades, foram preparadas cavidades tipo classe II. As dimensões das

cavidades ao final do preparo foram de: 4mm do fundo de sulco da face oclusal até a parede gengival, 3mm de extensão vestibulo-lingual em toda a cavidade e 4mm de profundidade (figura 1). A margem cervical se localizou 1mm aquém da linha da junção amelocementária<sup>22,23</sup>. Todas as medidas foram confirmadas com sonda milimetrada (Hufriedy, Rio de Janeiro, Brasil) a cada incremento inserido <sup>24,31,50</sup>.

**Figura 1** – Classe II preparadas com as medidas 4mm x 3mm x 4mm



**Fonte:** Foto da pesquisa

Em todas as sessenta unidades foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico 37% (Condac, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) por 30 segundos em esmalte. Em seguida, foram lavadas com jatos de água e secadas brevemente com jatos de ar livre de óleo, mantendo a dentina umedecida com algodão hidrofílico (Cremer, São Paulo, Brasil)<sup>52</sup>.

Com auxílio de micro aplicadores (Cavibrush, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), o sistema adesivo Single Bond Universal (3M do Brasil Ltda, Sumaré, São Paulo, Brasil) foi aplicado em todo o esmalte e dentina, levemente secos com jato de ar sem água e sem óleo para deixar o solvente evaporar, seguido de fotopolimerização com luz emissora de diodo (LED) do aparelho Radium cal (SDI, São Paulo, Brasil) por 20 segundos.

Para evitar o extravasamento do material restaurador na margem gengival, uma fita banda matriz metálica de aço inox de 7mm de largura (Maquira, Maringá, Paraná, Brasil) suportada por um porta matriz tipo *Tofflemire* (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) foi posicionada e mantida constantemente ao redor do dente, durante o procedimento restaurador <sup>25,26,27,42</sup>.

**Quadro 01:** Resinas compostas utilizadas

<b>Material</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Composição</b>	<b>Lote</b>
<b>Resina <i>bulk fill</i> regular</b>	Filtek™ Bulk Fill 3M Espe (St.Paul, USA)	AUDMA, UDMA, AFM e DDMA	N691406
<b>Resina <i>bulk fill</i> flow</b>	Filtek™ Bulk Fill Flow 3M Espe (St.Paul, USA)	UDMA, BIS-EMA, BIS- GMA, TEGDMA	N922060
<b>Resina composta convencional</b>	Filtek™ Z350 XT 3M Espe (St.Paul, USA)	UDMA, BIS-GMA, TEGDMA e BIS- EMA	545195
<b>Resina composta convencional flow</b>	Filtek™ Z350 XT Flow 3M Espe (St.Paul, USA)	BIS-GMA, TEGDMA, bis-EMA	725001

**Fonte:** Dados da pesquisa

#### 5.4 Divisão dos grupos

As unidades foram divididas em 6 grupos com 10 dentes cada. Cada grupo representou um método diferente de inserção do material restaurador na cavidade e o tipo de sistema de resina composta utilizada.

**Quadro 02:** Técnicas restauradoras e resina composta utilizada

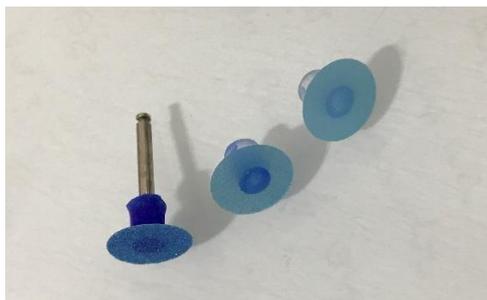
<b>Grupos</b>	<b>Técnica restauradora e resina composta</b>
<b>BF</b>	4mm de <i>bulk fill</i> regular
<b>BFF+BF</b>	2mm <i>bulk fill flow</i> + 2mm <i>bulk fill</i> regular
<b>RC</b>	2mm de resina convencional (2 camadas)
<b>RCF+RC</b>	2mm de resina convencional <i>flow</i> + 2mm de resina convencional
<b>BFF+RCF</b>	2mm de <i>bulk fill flow</i> + 2mm de resina convencional <i>flow</i>
<b>BFF+RC</b>	3mm de <i>bulk fill flow</i> + 1mm de resina convencional

**Fonte:** Dados da pesquisa

## 5.5 Polimento das superfícies das amostras

Após a restauração de todas as unidades, foi realizado o polimento nas faces oclusais e proximais com baixa rotação, sob irrigação constante com os discos de lixa Diamond Pro (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) nas granulações grossa, média e fina (figura 2)<sup>29,34,43,44</sup>

**Figura 2:** Discos de lixa Diamond Pro nas suas diferentes granulações.



**Fonte:** fotos do autor

## 5.6 Adaptação marginal das amostras

Após o polimento das restaurações, a qualidade da adaptação de todas as restaurações às margens dos preparos cavitários foi verificada pelo pesquisador<sup>40</sup>. Para tal, uma lupa com aumento de 5x (Bio Art, São Carlos, Brasil) foi utilizada. A classificação foi conduzida em consonância com os critérios do FDI *World Dental Federation*<sup>32</sup> descritos no quadro a seguir:

**Quadro 03:** Critérios FDI para adaptação marginal

Escore	Propriedade funcional	Indicadores
1	Excelente	Ausência de fendas ou fraturas
2	Bom	Pequenas linhas nas margens indicadas pela presença de linhas brancas, removíveis ao polimento.

3	Satisfatório	Linhas nas margens indicadas por lacunas bem definidas, não removíveis ao polimento
4	Insatisfatório	Lacunas nas margens exposição severa dadentina
5	Irreparável	Fratura nas margens, grandes irregularidades

Fonte: FDI,2010

### 5.7 Termociclagem dos dentes restaurados

Todas as amostras foram envelhecidas através da ciclagem térmica na termocicladora (Prolab, São Paulo, Brasil) da seguinte forma: 10000 ciclos de 5°C a 55°C, com imersão por 1 minuto e tempo de transferência entre os dois banhos de 10 segundos em cada temperatura<sup>29,30,31,36</sup>.

### 5.8 Dinâmica de difusão dos corpos de prova

Os corpos de prova foram pesados em uma balança analítica AG 200 (Gehaka, São Paulo, Brasil) de precisão de 0,01mg, até a obtenção de uma massa constante, denominada de m1. Além dos valores individuais da massa, foram anotados, em milímetros, o diâmetro e espessura de cada corpo de prova, obtidos com auxílio de um especímetro (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil).

O volume (V), em milímetros cúbicos, foi calculado a partir do valor médio de dois pontos do diâmetro multiplicados pelo valor médio de dois pontos da espessura. Após a obtenção da m1, os corpos de prova foram imersos individualmente em recipientes de 5 ml cada, contendo água destilada (A biokímica, Salvador, Bahia, Brasil), por 7 dias. Decorrido este período, os corpos de prova foram retirados da solução, secados com papel absorvente (Tork, Lisboa, Portugal) e pesados na mesma balança analítica para a obtenção de m2. Os corpos de prova foram colocados novamente no dessecador, contendo sílica gel, em estufa a 37°C, para eliminação da água absorvida, sendo pesados diariamente até se obter nova massa constante (m3).

A partir da determinação de m3, foram feitos os cálculos finais de sorção de água e

solubilidade. A sorção de água ( $S_o$ ) e a solubilidade ( $S_{ol}$ ) foram calculadas utilizando as seguintes fórmulas respectivamente: ( $S_o = m_2 - m_3 / V$ ) / ( $S_{ol} = m_1 - m_3 / V$ ). Onde  $m_1$  é a massa do corpo de prova em mg antes da imersão na solução aquosa,  $m_2$  é a massa do corpo de prova em mg após a imersão em solução aquosa, durante 7 dias,  $m_3$  é a massa do corpo de prova em mg após ser condicionada em dessecador e  $V$ , o volume dos corpos de prova em  $mm^3$ .

### **5.9 Presença de bolhas nos corpos de prova**

Após os cálculos de sorção de água e de solubilidade, os corpos de prova foram inseridos em uma solução de azul de metileno a 0,05% (A biokímica, Salvador, Bahia, Brasil) por 4 horas, lavados em água corrente, secados em papel toalha e seccionados transversalmente com a cortadeira de precisão (Elquip, Johannesburg, Estados Unidos) com disco diamantado nº7011 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) para investigação da presença de bolhas.

A contagem das bolhas, nas áreas seccionadas, foi feita através de cento e vinte fotografias (uma foto de cada lado dos 60 corpos de prova seccionados), feitas com *software* ISCapture com a magnificação de 100x na lupa estereoscópica Opton (ANATOMIC, Cotia, São Paulo, Brasil). Para medir a área de cada bolha, as imagens foram analisadas usando o *software* ImageJ (Java-based image, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

### **5.10 Exame radiográfico dos dentes restaurados**

Todos os seis grupos de dentes contendo as restaurações tipo classe II em resina composta foram submetidos a exames radiográficos com o aparelho digital FIT (Microimagem, Indaiatuba, São Paulo, Brasil), as imagens foram impressas e avaliadas pelos três avaliadores com o auxílio de negatoscópio utilizando os critérios de avaliação radiográfica segundo a *FDI World Dental Federation*<sup>32</sup> (quadro 4).

**Quadro 04:** Critérios FDI de avaliação radiográfica.

Escore	Propriedade funcional	Característica
1	Excelente	Transição harmônica entre o dente e a restauração
2	Bom	Excesso de material aceitável
3	Satisfatório	Gap marginal pequeno, pouca radiopacidade ou pouco material de preenchimento
4	Insatisfatório	Gap marginal médio
5	Irreparável	Gap marginal grande

Fonte: FDI, 2010.

### 5.11 Microinfiltração marginal

Para avaliação da microinfiltração todos os dentes restaurados tiveram seus forames apicais selados com cola epóxi Loctite Instant Mix (Loctite, Itapevi, São Paulo, Brasil). Em seguida, com exceção de uma margem de 1mm ao redor da restauração, toda a superfície dos dentes foi coberta com 2 camadas de esmalte de unha incolor<sup>5,29,33,34</sup> (Impala, Mundial Personal Care, São Paulo, Brasil). Em seguida, as unidades foram imersas em fucsina básica.

Após 2 horas de secagem do esmalte, as unidades foram imersas em fucsina básica 2%, por 24 horas, em temperatura ambiente em recipientes separados para cada subgrupo<sup>29</sup>.

Após esse período, os dentes restaurados foram lavados em água corrente e secados com papel toalha (Euoppel, Ouropel Comercial Ltda., São Paulo, Brasil) para a remoção do excesso de corante.

Os dentes restaurados foram colados com cola quente (Rhamos e Brito, Guarulho, Brasil) às placas de acrílico e usados na cortadeira de precisão (ElQuip, São Carlos, Brasil) para serem seccionados com disco diamantado (Buehler, Illinois, Estados Unidos), sob intensa irrigação com água (figura 03).

**Figura 3:** Placas de acrílico para fixar as amostras na cortadeira de precisão



**Fonte:** fotos da pesquisa

Foram realizadas sessenta fotografias com a magnificação de 100x na lupa estereoscópica Opton (ANATOMIC, Cotia, São Paulo, Brasil) de uma das partes de cada interface seccionada, do dente restaurado. As fotos foram avaliadas por três examinadores previamente calibrados no escore utilizado no estudo (Quadro 5)<sup>17,33,34,35,42,57</sup>.

**Quadro 5:** O quadro abaixo indica o escore dado aos níveis de infiltração marginal.

<b>Escore</b>	<b>Indicador</b>
0	Sem penetração do corante pela interface dente - restauração
1	Penetração do corante pela interface dente – restauração até a metade da parede gengival
2	Penetração do corante pela interface dente – restauração mais da metade da parede gengival
3	Penetração do corante pela interface dente – restauração pelas paredes gengivais e axiais

**Fonte:** El-DAMANHOURY H, 2014.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Artigo 01

#### INFLUÊNCIA DE SEIS DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DE RESINA COMPOSTA NA DINÂMICA DE DIFUSÃO E NA PRESENÇA DE BOLHAS

Martinez, Eduardo<sup>1</sup>; Mathias, Paula<sup>2\*</sup>

1- Doutorando Programa PIOS da Universidade Federal da Bahia

2- \* Professora titular da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia

#### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a sorção de água, solubilidade e a presença de bolhas de seis diferentes técnicas restauradoras, utilizando resinas compostas convencionais e *bulk fill*. Sessenta corpos de prova foram divididos em seis grupos: BF (4mm de *bulk fill* regular), BFF+BF (2mm *bulk fill flow* + 2mm *bulk fill* regular), RC (2mm de resina convencional cada), RCF+RC (2mm de convencional *flow* + 2mm de resina convencional), BFF+RCF (2mm de *bulk fill flow* + 2mm de convencional *flow*) e BFF+RC (3mm de *bulk fill flow* + 1mm de resina convencional). As médias foram estatisticamente comparadas (ANOVA / Teste de Tukey;  $p < 0,05$ ). Observou-se que as médias de sorção de água entre os grupos BF e RC foram semelhantes entre si. Para os grupos RCF+RC, BFF+RCF, BFF+RC não foram identificadas diferenças estatísticas nas médias de sorção de água e de solubilidade. O grupo RC apresentou maior média do número de bolhas, com maiores áreas ocupadas pelas mesmas, quando comparado ao grupo BF. O grupo BFF+RCF, em relação à média do número de bolhas e à área, não apresentou diferença estatística com o grupo RC, mas, quando comparado ao grupo BF, apresentou quase o dobro do número de bolhas. Assim, pode-se concluir que a resina *bulk fill* regular e a resina composta convencional melhoram suas propriedades de sorção de água e solubilidade quando associadas a outros incrementos e à resina *flow*. No entanto, a quantidade de bolhas aumentou quando essas associações foram feitas.

**PALAVRAS CHAVE:** resinas compostas; solubilidade; propriedades físicas; materiais

dentários; porosidade

## **ABSTRACT**

This work aimed to evaluate water sorption, solubility and the presence of voids from six different restorative techniques, using conventional composite resins and bulk fill. Sixty specimens were divided into six groups: BF (4mm regular bulk fill), BFF + BF (2mm bulk fill flow + 2mm regular fill fill), RC (2mm conventional resin each), RCF + RC (2mm conventional flow + 2mm of conventional resin), BFF + RCF (2mm of bulk fill flow + 2mm of conventional flow) and BFF + RC (3mm of bulk fill flow + 1mm of conventional resin). The means were statistically compared (ANOVA / Tukey's test;  $p < 0.05$ ). It was observed that the water sorption averages between the BF and RC groups were similar. For the groups RCF + RC, BFF + RCF, BFF + RC, no statistical differences were identified in the mean water sorption and solubility. The RC group had a higher average number of voids, with larger areas occupied by them, when compared to the BF group. The BFF + RCF group, in relation to the average number of voids and the area, showed no statistical difference with the RC group, but, when compared to the BF group, it presented almost twice the number of voids. Thus, it can be concluded that regular bulk fill resin and conventional composite resin improve their water sorption and solubility properties when associated with other increments and flow resin. However, the amount of voids increase when these associations are made.

**KEY WORDS:** compomers; solubility; physical properties; dental materials; porosity

## **INTRODUÇÃO**

A resina composta é um dos materiais odontológicos mais utilizados em procedimentos restauradores diretos e indiretos. A sua semelhança óptica aos dentes, suas características mecânicas e estéticas são suas principais vantagens<sup>1,2,3</sup>.

Contudo, no interior da cavidade oral, a resina composta sofre com a mecânica da mastigação e interage com o ambiente oral úmido, onde está inserido. A dinâmica de difusão (sorção de água e solubilidade) desses materiais, especialmente quando são expostos ao ambiente bucal, acarretam em alterações na estabilidade dimensional e na integridade estrutural do material resinoso, levando à degradação e à deterioração das suas

propriedades físicas e mecânicas, comprometendo seu comportamento clínico<sup>26</sup>.

Assim, a sorção de água e a solubilidade são processos advindos das reações com a saliva ou com os líquidos e alimentos ingeridos<sup>4</sup>. A água, o álcool e os enxaguatórios bucais causam, nas matrizes orgânicas das resinas compostas, sinais de erosão e aceleram a degradação da matriz polimérica das mesmas<sup>5</sup>. A sorção de água influencia na longevidade da resina composta, já que afeta a sua estabilidade hidrolítica, modificando o volume, causando expansão e provocando alterações físicas e químicas, como a plastificação, oxidação e hidrólise<sup>1,6,12</sup>. Já a solubilidade, tem relação com a sua dissolução e a liberação de componentes do material na cavidade oral. A perda de partículas inorgânicas e de monômeros não reagidos impactam na biocompatibilidade da resina composta e criam espaços que aumentam ainda mais a retenção de água<sup>8</sup>.

Além dos efeitos deletérios, químicos e mecânicos, que a resina composta sofre no meio intrabucal quando participa da função mastigatória, a técnica de confecção da restauração pode influenciar significativamente no seu desempenho. Dentre esses fatores, a técnica de inserção incremental da resina composta, dentro da cavidade, é crítica para o sucesso e a longevidade do procedimento<sup>17</sup>. A presença de bolhas entre as camadas incrementais da resina composta provoca alterações na resistência flexural da restauração<sup>15,16</sup>.

Recentemente, as resinas compostas *bulk fill* foram introduzidas no mercado e, segundo os fabricantes, podem ser inseridas na cavidade em incrementos de 4mm a 5mm, sem influenciar significativamente na contração de polimerização, no grau de conversão ou na adaptação do material na cavidade<sup>2</sup>. O uso clínico de incrementos maiores reduzem o tempo e o risco de formação de bolhas, pela menor incorporação de ar entre os diferentes incrementos, quando comparado com à utilização da técnica incremental convencional<sup>6,13</sup>. Além da formulação de média viscosidade, as resinas compostas do tipo *bulk fill* apresentam também a formulação fluida (*flow*) que exhibe melhor adaptação nas paredes da cavidade<sup>10</sup>.

Tendo em vista a grande quantidade de resinas compostas disponíveis no mercado e a influência de diferentes técnicas restauradoras no comportamento das restaurações odontológicas, este trabalho teve como objetivo avaliar a sorção de água, a solubilidade e a presença de bolhas quando seis diferentes combinações de técnicas restauradoras e de tipos de resinas compostas (convencionais e *bulk fill*) são utilizadas. Logo, a hipótese nula deste estudo é a de que não existem diferenças na sorção de água, na solubilidade e na presença de bolhas em restaurações realizadas com diferentes sistemas de resina composta

e técnicas de inserção de materiais, usando seis combinações distintas.

## MATERIAL E MÉTODO

A metodologia para a avaliação da sorção de água e da solubilidade das resinas compostas foi baseada no ISO 4049:2000<sup>10</sup>.

### CORPOS-DE-PROVA

Foram confeccionados sessenta corpos de prova em uma matriz de aço bipartida com 4mm de espessura por 7mm de diâmetro (figura 1).

**Figura 1:** Matriz metálica bipartida contendo um orifício central e uma moldura periférica para fixar as duas partes centrais.



Fonte: Fotos da pesquisa

Para a confecção dos corpos de prova, seguiu-se diferentes técnicas de inserção da resina composta, estabelecidas a partir da combinação do uso das resinas *bulk fill flow*, *bulk fill* regular, resina convencional e uma resina convencional *flow*. As combinações avaliadas estão descritas na tabela 1.

**Tabela 1:** Descrição dos grupos (n=10) de acordo com a técnica de inserção e o tipo de resina composta

Grupos	Técnica restauradora e resina composta
BF	4mm de <i>bulk fill</i> regular
BFF+BF	2mm <i>bulk fill flow</i> + 2mm <i>bulk fill</i> regular
RC	2mm de resina convencional (2 camadas)
RCF+RC	2mm de resina convencional <i>flow</i> + 2mm de resina convencional

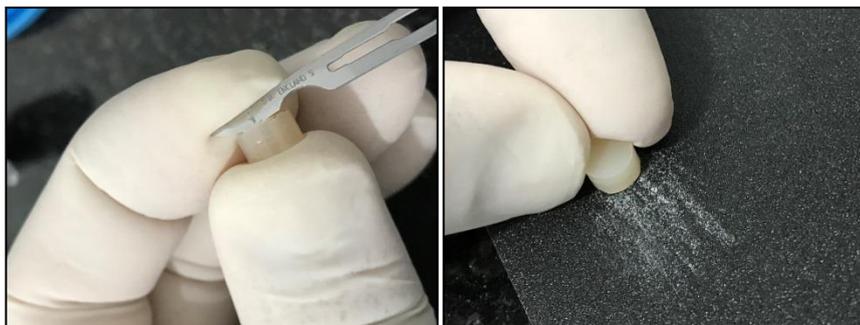
<b>BFF+RCf</b>	2mm de <i>bulk fill flow</i> + 2mm de resina convencional <i>flow</i>
<b>BFF+RC</b>	3mm de <i>bulk fill flow</i> + 1mm de resina convencional

**Fonte:** Dados da pesquisa

Apoiada sobre uma placa de vidro lisa (JON, Vila Esperança, São Paulo, Brasil) a matriz de aço bipartida foi preenchida com o auxílio de uma espátula de resina (Quinelato, Rio Claro, São Paulo, Brasil) e, ao final da espessura desejada, uma tira de poliéster (Maquira, Maringá, Paraná, Brasil) foi posicionada e levemente pressionada com auxílio de uma placa de vidro lisa para microscopia (Homelab, Curitiba, Paraná, Brasil), uniformizando a superfície. Para os corpos de prova confeccionados com técnicas incrementais ou com diferentes tipos de resina composta, a espessura de cada camada foi medida com auxílio de uma sonda milimetrada (Fava, Pirituba, São Paulo, Brasil).

Cada incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos (Ratii Cal 1200 mw/cm<sup>2</sup>, SDI, São Paulo, Brasil) de acordo com a recomendação do fabricante. Após essa etapa, excessos laterais dos corpos de prova foram removidos com lâmina de bisturi #12 (Lamedid, Guarulhos, São Paulo, Brasil), a base e as laterais foram polidas com a lixa d'água granulação nº1.200 (Norton, Guarulhos, São Paulo, Brasil) (Figura 2).

**Figuras 2:** Remoção de excessos de resina composta com auxílio de lâmina de bisturi #12 e lixa d'água.



**Fonte:** Fotos da pesquisa

## SORÇÃO DE ÁGUA E SOLUBILIDADE

Imediatamente após a confecção, os corpos de prova foram identificados e armazenados em um dissecador de vidro (Prolab, São Paulo, Brasil), contendo sílica gel<sup>1</sup> (JJ dessecantes, Jundiaí, São Paulo, Brasil) e mantidos em estufa a 37°C por 24 horas.

**Figura 3:** Corpos de prova dispostos individualmente no dessecador contendo sílica em gel na base.



**Fonte:** Fotos da pesquisa

Os corpos de prova foram pesados em uma balança analítica AG 200 (Gehaka, São Paulo, Brasil) (figura 4) de precisão de  $\pm 0,01\text{mg}$ , até a obtenção de uma massa constante ( $m_1$ ). Além dos valores individuais da massa, foram anotados, em milímetros, o diâmetro e a espessura de cada corpo de prova, obtidos com auxílio de um especímetro (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) (figura 5).

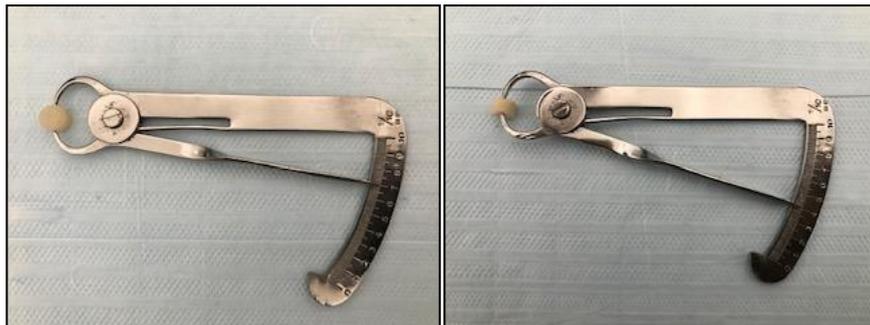
**Figura 4:** Balança analítica de precisão



**Fonte:** Fotos da pesquisa

O volume ( $V$ ) dos corpos de prova, em milímetros cúbicos, foi calculado a partir da fórmula  $V = \Pi r^2 \times E$ , (onde  $r$  = raio e  $E$  = espessura)<sup>8</sup>.

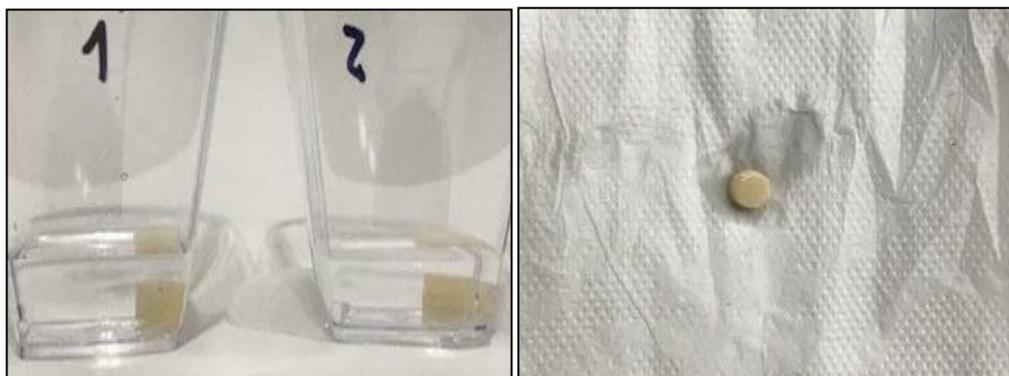
**Figura 5:** Especímetro usado para aferir o diâmetro e da espessura de cada corpo de prova



**Fonte:** Fotos da pesquisa

Após a obtenção da  $m_1$ , os corpos de prova foram imersos individualmente em recipientes contendo 10 ml de água destilada, (A biokímica, Salvador, Bahia, Brasil) por 7 dias. Decorrido esse período, os corpos de prova foram retirados da imersão, secados com papel absorvente (Tork, Lisboa, Portugal) e pesados na mesma balança analítica para a obtenção de novo valor de massa ( $m_2$ ) (figura 6).

**Figuras 6:** Corpos de prova imersos individualmente em água destilada e a secagem em papel toalha



**Fonte:** Fotos da pesquisa

Os corpos de prova foram colocados novamente no dessecador contendo sílica gel, em estufa a  $37^\circ\text{C}$ , sendo pesados diariamente até se obter nova massa constante ( $m_3$ ).

A partir da determinação de  $m_3$ , foram feitos os cálculos finais de sorção de água ( $S_o$ ) e solubilidade ( $S_{ol}$ ) utilizando, respectivamente, as seguintes fórmulas:  $S_o = m_2 - m_3 / V$  e  $S_{ol} = m_1 - m_3 / V$ .

## **ANÁLISE DA PRESENÇA E DA ÁREA OCUPADA POR BOLHAS**

Após a conclusão dos cálculos de sorção de água e solubilidade, os corpos de prova foram inseridos, individualmente, em uma solução de azul de metileno a 0,05% (A

biokímica, Salvador, Bahia, Brasil) por 4 horas, lavados em água corrente, secados em papel toalha e seccionados transversalmente com disco diamantado nº7011 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) na sua porção mais central (figura 7)<sup>12,16</sup>.

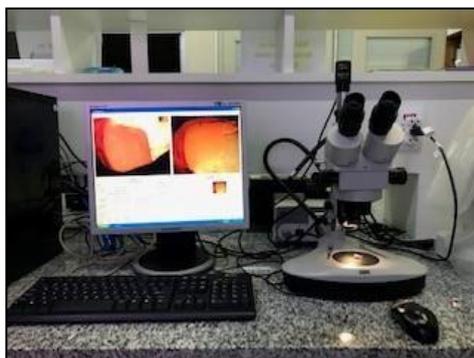
A contagem do número de bolhas, nas áreas seccionadas, foi feita em cento e vinte fotografias (uma para cada lado dos 60 corpos de prova seccionados) realizadas com magnificação de 100x, em lupa estereoscópica Opton (Anatomic, Cotia, São Paulo, Brasil) (figura 8). Para medir a área de cada bolha, as imagens foram analisadas com o auxílio do *software* ImageJ (Java-based image, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

**Figura 7:** Imersão individual dos corpos de prova em azul de metileno 0,05% e o corte dos corpos de prova com auxílio de disco diamantado dupla face, usado em baixa rotação.



**Fonte:** Fotos da pesquisa

**Figura 8:** Lupa estereoscópica Opton utilizada para a avaliação visual das fotografias dos cortes dos corpos de prova



**Fonte:** Fotos da pesquisa

## RESULTADOS

Os valores médios de sorção de água e de solubilidade foram analisados pelo teste ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de 5% de significância (tabela 2).

Observa-se que as médias de sorção de água entre os grupos BF e RC não

apresentaram diferença estatisticamente significante. No entanto, houve diferença estatisticamente significante nos valores médios de solubilidade, onde o grupo BF apresentou o maior valor.

A maioria dos grupos restaurados com mais de um tipo de resina composta (RCF+RC, BFF+RCF, BFF+RC) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas médias de sorção de água nem nas médias de solubilidade. A exceção foi o grupo BFF+BF que apresentou maiores médias de sorção e de solubilidade que os demais grupos onde diferentes materiais foram usados. O grupo BFF+BF mostrou médias estatisticamente semelhantes aos grupos em que só um tipo de resina foi usado (BF e RC).

**Tabela 2:** Média (desvio padrão) da sorção de água e solubilidade ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )

GRUPO	SORÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )	SOLUBILIDADE( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ )
<b>BF</b>	385.78 (24.70) A	385.54 (15.99) A
<b>BFF+BF</b>	376.89 (25.64) A	376.50 (25.14) AB
<b>RC</b>	344.81 (12.34) A	344.37 (9.53) B
<b>RCF+RC</b>	300.16 (16.15) B	299.07 (12.44) C
<b>BFF+RCF</b>	279.32 (57.15) B	278.89 (57.04) C
<b>BFF+RC</b>	297.56 (35.59) B	296.13 (31.50) C

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre os grupos (ANOVA / Teste de Tukey;  $p < 0,05$ ).

**Fonte:** dados da pesquisa

Os valores médios do número de bolhas nos corpos de prova e as áreas ocupadas por elas estão demonstrados na tabela 3, considerando cada grupo experimental.

O uso da resina *bulk fill* (BF) associada ou não à resina *bulk fill flow* (BFF+BF) resultou em menor quantidade de bolhas no corpo do material, assim como a associação da resina composta convencional com a resina *flow* convencional (RCF+RC). Já para as demais associações de resinas, observou-se um maior número de bolhas e que foi semelhante, estatisticamente, à quantidade de bolhas observadas na técnica em que apenas a resina composta convencional foi utilizada.

Já para a área ocupada pelas bolhas presentes nas restaurações, não foram observadas

diferenças estatisticamente significativas entre nenhuma das técnicas testadas.

**Tabela 3:** Média (desvio padrão) do número de bolhas e área (mm<sup>2</sup>)

GRUPOS	BOLHAS	ÁREA (mm <sup>2</sup> )
<b>BF</b>	2.20 (1.01) B	2.60 (0.78) A
<b>BFF+BF</b>	3.20 (1.06) B	2.79 (0.65) A
<b>RC</b>	4.95 (1.93) A	2.86 (0.65) A
<b>RCF+RC</b>	3.20 (1.06) B	2.79 (0.65) A
<b>BFF+RCF</b>	4.75 (1.45) A	2.85 (0.61) A
<b>BFF+RC</b>	4.90 (1.12) A	2.88 (0.63) A

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre os grupos (ANOVA / teste de Tukey; p <0,05).

**Fonte:** dados da pesquisa

## DISCUSSÃO

A hipótese nula proposta no presente estudo não pode ser confirmada totalmente, uma vez que diferenças na sorção de água, na solubilidade e na presença de bolhas foram observadas para as restaurações realizadas usando seis combinações distintas de técnicas e materiais resinosos. Entretanto a mesma foi confirmada para a análise da área ocupada pelas respectivas bolhas, uma vez que o uso de diferentes técnicas e materiais, nas composições testadas, não foram capazes de alterar a mensuração dessa área.

A sorção de água pelos materiais resinosos é multifatorial e influenciada, principalmente, pela natureza hidrofílica dos monômeros que compõem o polímero e suas ligações poliméricas. O monômero TEGDMA é conhecido por sua maior hidrofília e pela sua maior capacidade de sorção<sup>1</sup>. Entretanto, no presente estudo, as resinas compostas usadas em associação (RCF+RC, BFF+RC e BFF+RCF), e que possuem esse monômero em suas composições, não apresentaram uma elevação da sorção de água, quando comparadas à resina BF, que não possui o TEGDMA em sua composição. Muito pelo contrário, essas associações apresentaram uma menor sorção de água, o que pode ser justificado pela associação desse monômero com outros monômeros de mais elevada característica hidrofóbica, como o Bis-EMA. Estudos mostram<sup>7,14</sup> que o monômero Bis-

EMA apresenta forte característica hidrofóbica, o que poderia explicar os menores valores médios de sorção encontrados para os grupos que associaram as resinas *flow* entre si e as resinas *flow* com a resina convencional, já que todos esses materiais resinosos apresentam esse monômero em sua composição.

A resina convencional usada sem associação com resinas *flow* apresentou valores de sorção de água maiores e semelhantes aos valores encontrados para a associação da resina *bulk fill* regular e da associação da resina regular e *flow*, nas versões *bulk fill*. Apesar de ambos os materiais apresentam em sua composição o monômero UDMA, que possui um alto peso molecular, reduzida contração de polimerização e baixos níveis de sorção de água<sup>18</sup>. Esse comportamento inesperado pode estar associado ao grau de conversão dos mesmos, uma vez que o tempo de polimerização usado foi semelhante para todos os materiais, mas a técnica de inserção e o volume usado de cada material foi diferente. E, sabe-se que diferentes graus de conversão de diferentes materiais podem interferir de maneira significativa na incorporação de água pelos materiais resinosos e posterior lixiviação de seus componentes para o meio fluido em que estão inseridos<sup>31</sup>.

A solubilidade das resinas compostas está associada à lixiviação de monômeros residuais livres e/ou monômeros que não foram polimerizados<sup>7</sup>. Estudos<sup>19,27,30</sup> apontam que o monômero Bis-GMA, quando comparado com os monômeros TEGDMA e UDMA, apresenta uma baixa solubilidade no meio aquoso. Essa observação pode justificar os resultados encontrados no presente estudo, já que os materiais resinosos que apresentam Bis-GMA em sua composição apresentaram menores valores de solubilidade do que os valores apresentados pela resina *bulk fill* regular, usada isoladamente, única composição que não contou com nenhum material que possuía Bis-GMA em sua composição. Ressalta-se que a composição da resina composta é um importante fator para o comportamento de sorção de água e de solubilidade dos materiais resinosos<sup>32</sup>.

A associação das resinas *bulk fill* regular e *flow* mostrou comportamento de solubilidade semelhante ao observado para a resina composta convencional, sendo os valores dos três grupos maiores que os demais grupos testados. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que os incrementos da resina convencional apresentam uma consistência maior, com maior quantidade de partículas de carga, dificultando a passagem da luz através do material, e reduzindo o grau de conversão da resina mais consistente. Em um estudo<sup>33</sup>, os autores mostraram que resinas *flow* possuem, normalmente, maior grau de conversão que resinas regulares, assim como algumas marcas comerciais de resinas tipo *bulk fill* também mostram valores do grau de conversão inferiores aos observados em outras

resinas convencionais. Esses dados podem ajudar a compreender os resultados observados para o presente estudo, uma vez que o grau de conversão tem impacto direto no comportamento de solubilidade dos materiais resinosos<sup>32</sup>.

Apesar do grupo BFF+RCF testado não representar uma técnica de inserção utilizada clinicamente, já que se trata da utilização de duas resinas *flow* associadas, este estudo *in vitro* incluiu esse corpo de prova para ampliar a investigação sobre o comportamento dos materiais. Quando o grupo BFF+RCF é comparado ao grupo RC, não são observadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de sorção de água e de solubilidade. Apesar dos monômeros resinosos usados na composição da resina *bulk fill* serem menos hidrofílicos do que os usados na composição da resina composta convencional, o uso de uma resina *flow*, com menor conteúdo de carga e maior quantidade de componentes orgânicos, pode ter contribuído para manter essa semelhança de comportamento<sup>9,15</sup>.

Existem estudos<sup>27,28</sup> que identificam que os compósitos que apresentam baixa sorção de água, também tendem a apresentar mais baixa solubilidade. No presente trabalho, observou-se que os grupos que apresentaram menores valores médios de sorção de água (BFF+RCF, BFF + RC e RCF + RC) também foram os que apresentaram menores valores médios de solubilidade. Essa relação também foi observada para os grupos que apresentaram maiores valores, onde o grupo BF apresentou os maiores valores médios de sorção e também de solubilidade entre os demais grupos.

Em relação à média do número de bolhas, os grupos compostos apenas por materiais do tipo *bulk fill* apresentaram menor número de bolhas. Esse achado é corroborado por estudos<sup>20,22,23</sup> que descrevem menores quantidades de bolhas, com o uso das resinas *bulk fill*, pelo tipo de inserção mais contínua do material.

A técnica de inserção do material parece ser importante para a quantidade de bolhas presentes em uma restauração<sup>11,17,21</sup>. Este dado pode ser observado nos resultados do presente estudo, uma vez que as técnicas que associaram o uso de uma resina *flow* sob uma resina de consistência regular, independentemente das suas respectivas composições, mostraram menor quantidade de bolhas que as demais técnicas, sendo semelhante estatisticamente à técnica de incremento único usada para a resina *bulk fill* de consistência regular. Esse achado pode ser atribuído ao fato da baixa viscosidade das resinas compostas *flow*, usadas na base da restauração favorecerem o escoamento do material e reduzirem a formação de espaço vazios<sup>24,25</sup>. Entretanto, salienta-se que a associação de duas resinas *flow*, não foi capaz de reduzir a quantidade de bolhas presente no corpo do material. Outros

estudos que avaliem a adaptação de diferentes materiais fluidos devem ser conduzidos para melhor entendimento desse comportamento.

Em relação à área ocupada pelas bolhas ao longo de todo o corpo de prova, não foram observadas diferenças significativas entre nenhum dos grupos. Ou seja, apesar do número de bolhas ser um fator influenciado pela técnica de inserção dos materiais, a presença de bolhas, e conseqüentemente, de áreas ocupadas por elas, parece ser inerente aos materiais resinosos e independem da técnica de inserção e do tipo e composição desses materiais. O impacto dessas bolhas em longo prazo precisam ser analisados a fim de elencar os prejuízos da sua presença e os mecanismos que podem ser considerados com o intuito de reduzir a presença das mesmas.

## CONCLUSÃO

A técnica restauradora que associa o uso da resina *flow* sob a resina regular, ambas convencionais, foi capaz de reduzir a sorção de água, a solubilidade e apresentar menor quantidade de bolhas no compor do material. Contudo, quando a resina *bulk fill flow* é usada sob uma resina convencional e de consistência regular, maiores quantidades de bolhas são observadas, sem alterar a área ocupada por essas bolhas.

O uso da resina *bulk fill*, associada ou não à resina *bulk fill flow* apresentou níveis de sorção de água e solubilidade mais elevados e semelhantes aos observados para as resinas convencionais e que não são associadas às resinas *flow*. Contudo, menor quantidade de bolhas foram observadas quando as resinas *bulk fill* e a associação delas foi usada.

## REFERÊNCIAS

- 1- Anfe T, Agra CM, Vieira GF. Comparação de duas técnicas de fotoativação na sorção e solubilidade de resinas compostas em solução de etanol. *Journal of Bi dentistry and Biomaterials*.2011; 1: 61-7.
- 2- Lopes ES, Linhares TS, Netto NG, Lago ADN. Avaliação do efeito de bebidas quanto ao manchamento de resinas compostas. *Rev Pesq Saúde*.2016; 17(3): 147-150.
- 3- Agarwal RS, Herimath H, Agarwal J, Garg A. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: an in vitro study. *J Conserv Dent*. 2015;18 (1): 56- 61.
- 4- Salgado L, Netto HDMC, Salgado IO, Cilli R, Souza CS, Gallito MA. Influência da alteração do pH e da degradação enzimática. *Rev Fluminense de Odont*. 2016; 45: 45-55.

- 5- Junior OS, Lins RBA, Cavalcanti NA, Mathias P. Influência da exposição à água de piscina na sorção de água e solubilidade de duas resinas compostas. *Rev de Ciências Médicas e Biológicas*.2017; 16(3): 362-6.
- 6- Alex G, Armstrong S, Benz O, Blunck U, Burgess JO, Burtscher P, Carvalho R, et al. Consensus statements on Bulk Fill resin composites. *REV ASSOC PAUL CIR DENT* 2017;71(3):286-90.
- 7- Ruwaida Z, Alshaliab NA, Salimc JD, Satterthwaitea NS. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *Journal of Dentistry*.2015; 43(12): 1511-18.
- 8- Busato PMR, Oliveira ECS, Busato MCA, Mendonca MJ, Rodrigues NA, Vendrame TK, Camilotti V. Comparação das propriedades de sorção e solubilidade de cimentos submetidos a diferentes soluções e tempos de armazenagem. *Departamento de Odontologia, UNIOESTE Polímeros*. 2012; 22(1):69-72.
- 9- Gupta R, Tomer AK, Kumari A, Perle N, Chauhan P, Rana S. Recent advances in bulkfill flowable composite resins: A review. *International Journal of Applied Dental Sciences*. 2017; 3(3): 79-81.
- 10- ISO. International Organization for Standardization 4049. *International Dentistry: polymer-based filling, restorative and luting materials*. 3rd ed. Geneva, Switzerland.2000
- 11- Azevedo CS, Oliveira TM, Matos AB, Giudicissi M. Efeito da técnica incremental na rugosidade superficial e na presença de bolhas de restaurações de resina composta de diferentes tipos. *Universidade de São Paulo/Faculdade de Odontologia. SIICUSP– 22º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP*, 2014.
- 12- Moraes ICC, Porto AGA. Avaliação em curto e médio prazo da sorção e da solubilidade de resinas compostas à base de metacrilato e de silorano em saliva artificial. *Rev Odontol UNESP*. 2013; 42(3): 176-181.
- 13- Shamszadeh S, Mahsa S, Eslamian SA, Hasani E, Abrandabadi AN, Panahandeh N. Color stability of the Bulk-Fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Dentistry Volume* 2016; 4(1):1-5.
- 14- Misilli T, Gönülol N. Water sorption and solubility of bulk-fill composites polymerized with a third generation LED LCU. *Braz. Oral Res*.2017; 31(1):80-90.
- 15- Mulder R, Mohammed N, Plessis A, Le Roux SG. A pilot study investigating the presence of voids in bulk fill flowable composites. *SADJ*. 2017; 72(10): 462-5.
- 16- Pinheiro SL, Silva IL, Peres MLHM, Neves TGC, Marisau TR, Souza SHJ, et al. Influência da contaminação cavitária na adaptação marginal das restaurações de resina composta. *REV ASSOC PAUL CIR DENT* 2016;70(1):70-5.
- 17- Lamiaa MM, Ahmed ZE, Karim AE. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and Vickers surface micro- hardness of two bulk-fill resin composite

materials. *J Clin Exp Dent*. 2017; 9(2): 266-71.

18- Fernanda HS. Adaptação marginal em restaurações classe II de resina bulk fill. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

19- Alice ET. Resina bulk fill: Relato de caso clínico. Conclusão de curso de especialização, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

20- Almeida LJSJ, Penha KJS, Souza AF, Lula ECO, Magalhães FC, Magalhães DML, et al. Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A  $\mu$ CT study. *Braz. Oral Res*. 2017;31(1): 100-14.

21- Kapoor N, Bahuguna N, Anand S. Influence of composite insertion technique on gap formation. *J Conserv Dent*. 2016;19(1):77-81.

22- Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent*. 2013;38(6):618-25.

23- Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbauer U et al. Bulk-fill resin composites: polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater*. 2015; 31(3): 293.

24- Haitham E, Nikolaos S, Satterthwaite J. The Effect of Filler Size on the Presence of Voids within Resin Composite. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2018; 11(2): 115-25.

25- Chuang SF, Liu JK, Chao CC, et al. Effects of Flowable Composite Lining and Operator Experience on Microleakage and Internal Voids in Class II Composite Restorations. *J Prosthet Dent* 2001;85(2):177-83.

26- Filiz KEYF<sup>1</sup> S. Hakan TUNA<sup>1</sup> Murat ŞEN<sup>2</sup> Agnes SAFRANY<sup>3</sup>. Water Sorption and Solubility of Different Luting and Restorative Dental Cements. *Turk J Med Sci* 2007; 37 (1): 47-55.

27- Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*. 2003;24(4):655-65.

28- Ortengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behavior of three composite resin materials. *J Dent*. 2001;29(1):35-41.

29- Chaves LP, Graciano FM, Junior OB, Pedreira AP, Manso AP, Wang L. Water interaction with dental luting cements by means of sorption and solubility. *Braz Dent Sci*. 2012;15(4):29-35.

30- Landuyt KLV, Nawrot T, Geebelen BJ, Munck JST, Yoshihara K, Scheers H, et al. How much do resin-based dental materials release? A meta-analytical approach. *Dental Materials*. 2013; 29(8): 165-80.

31- Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two-time intervals. *Rev Dent Mater*. 2013; 29(9): 213-

17.

32- Ruwaida Z, Alshali NA, Salim JD, Satterthwaite NSJ. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. Rev Dentistry. 2015; 12(1): 1511-18.

33- Kubo CS, Campi L, Barud H, Bandeca M. Degree of conversion of Bulk Fill composites at different depths. World Journal of Dentistry. 2017; 8(5):398-402.

## 6.2 Artigo 02

### **AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA E ESTEREOSCÓPICA DA ADAPTAÇÃO E INFILTRAÇÃO MARGINAL DE SEIS TÉCNICAS RESTAURADORAS COM RESINA COMPOSTA**

Martinez, Eduardo<sup>1</sup>; Mathias, Paula<sup>2\*</sup>

1. Doutorando Programa PIOS da Universidade Federal da Bahia
2. \* Professora titular da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia

#### **RESUMO**

A contração de polimerização das resinas compostas parece interferir na adaptação marginal e na longevidade da restauração. O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptação e a infiltração marginal de restaurações tipo classe II, realizadas com resinas compostas convencionais e *bulk fill*. Foram utilizados 60 molares, divididos em seis grupos, de acordo com a técnica restauradora e os materiais usados: BF (1 incremento: 4mm de *bulk fill* regular), BFF+BF (2 incrementos: 2mm *bulk fill flow* + 2mm *bulk fill* regular), RC (2 incrementos: 2mm de resina convencional cada), RCF+RC (2 incrementos: 2mm de *flow* convencional + 2mm de resina convencional), BFF+RCF (2 incrementos: 2mm de *bulk fill flow* + 2mm de *flow* convencional) e BFF+RC (2 incrementos: 3mm de *bulk fill flow* + 1mm de resina convencional). Após restaurados, os dentes foram submetidos a 10.000 ciclos térmicos, nas temperaturas de 5°C e 55°C. A adaptação marginal das restaurações foi analisada visualmente e radiograficamente, e a infiltração marginal, em exame estereoscópico (Teste de Qui-quadrado;  $p < 0,05$ ). Não foram identificadas diferenças estatísticas significantes nos escores de adaptação marginal e infiltração marginal entre os grupos. A exceção foi o grupo BFF+RC que apresentou diferença estatística significativa

em relação aos outros grupos na avaliação radiográfica da adaptação marginal. Assim, foi possível concluir que as restaurações em resina composta apresentam boa adaptação marginal e baixa microinfiltração marginal, independentemente das técnicas restauradoras, do tipo de resina composta e do uso de resinas compostas *flow* associadas entre si ou às resinas de consistência regular.

**PALAVRAS-CHAVE:** resinas compostas; infiltração dentária; adaptação marginal dentária

## **ABSTRACT**

The polymerization shrinkage of composite resins seems to interfere with marginal adaptation and longevity of the restoration. The aim of this work was to evaluate the adaptation and marginal infiltration of class II type restorations, carried out with conventional composite resins and bulk fill. 60 molars were used, divided into six groups, according to the restorative technique and the materials used: BF (1 increment: 4mm of regular bulk fill), BFF + BF (2 increments: 2mm bulk fill flow + 2mm bulk fill regular) , RC (2 increments: 2mm of conventional resin each), RCF + RC (2 increments: 2mm of conventional flow + 2mm of conventional resin), BFF + RCF (2 increments: 2mm of bulk fill flow + 2mm of conventional flow) and BFF + RC (2 increments: 3mm of bulk fill flow + 1mm of conventional resin). After restoration, the teeth were subjected to 10,000 thermal cycles, at temperatures of 5°C and 55°C. The marginal adaptation of the restorations was analyzed visually and radiographically, and the marginal infiltration, in stereoscopic examination (Chi-square test;  $p < 0.05$ ). No statistically significant differences were identified in the scores for marginal adaptation and marginal infiltration between groups. The exception was the BFF + RC group, which showed a statistically significant difference in relation to the other groups in the radiographic evaluation of marginal adaptation. Thus, it was possible to conclude that composite resin restorations have good marginal adaptation and low marginal microleakage, regardless of restorative techniques, the type of composite resin and the use of fluid composite resins associated with each other or with regular consistency resins.

**KEY WORDS:** composite resin; dental leakage; dental marginal adaptation

## INTRODUÇÃO

A reação de polimerização das resinas compostas envolve a contração desse material, durante o processo. A magnitude das tensões de contração é dependente da viscoelasticidade do material e, normalmente, podem ser transferidas para as margens da restauração, interferindo na adaptação marginal<sup>1</sup>. Assim, problemas como infiltração marginal, lesões de cárie na interface dente/material restaurador e irritação pulpar podem ocorrer<sup>2</sup>.

Técnicas restauradoras, como a estratificação incremental, são reconhecidas como padrão para garantir a fotopolimerização de toda a resina composta e para diminuir os efeitos da contração de polimerização<sup>4</sup>. Mesmo com o uso dos incrementos de até 2mm de espessura, podem surgir problemas como: a incorporação de bolhas, risco de contaminação entre camadas e um maior tempo de trabalho<sup>5</sup>. As resinas *bulk fill* foram introduzidas no mercado visando à simplificação da técnica, ao possibilitar o uso de incrementos de 4 a 5mm de espessura de resina composta. Isso foi possível graças às mudanças na composição química do material, à maior translucidez e aos sistemas fotoiniciadores mais sensíveis à luz.<sup>4, 6,7</sup>

Diferentes abordagens já foram utilizadas para reduzir a microinfiltração durante os procedimentos restauradores adesivos: a aplicação de diferentes estratégias de fotopolimerização, uso da técnica de estratificação incremental, o uso de resinas *flow*, também conhecidas como resinas *flow* e o desenvolvimento de novos adesivos sistemas<sup>7</sup>. No entanto, essas medidas ainda não foram completamente eficientes para evitar a microinfiltração e, conseqüentemente, a irritação da polpa, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória ou até mesmo a perda de restauração<sup>4</sup>.

Durante o exame clínico, o profissional encontra dificuldade em detectar restaurações desadaptadas das margens internas do preparo, especialmente em restaurações do tipo classe II, quando o dente adjacente à restauração se encontra presente, prejudicando o diagnóstico e estabelecimento do plano de tratamento<sup>8</sup>. A avaliação radiográfica passa a ser um exame complementar importante e muito utilizado nos consultórios odontológicos, auxiliando na análise da integridade marginal das restaurações odontológicas<sup>9</sup>.

Para a longevidade do tratamento restaurador, a adaptação das restaurações às margens do preparo cavitário é imperativa. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de seis diferentes técnicas restauradoras, usando resinas compostas convencionais e *bulk fill*, na adaptação e infiltração marginal de restaurações do tipo classe II. A hipótese

nula deste trabalho é de que a técnica de inserção do material resinoso, incluindo ou não o uso de resinas *flow*, ou o tipo de resina composta usada (convencional ou *bulk fill*) não é capaz de interferir na adaptação ou na infiltração marginal de restaurações do tipo classe II.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Ciências da Saúde da UFBA de número CAAE: 85018218.0.0000.5662.

Sessenta molares humanos foram selecionados e esterilizados em autoclave. Cavidades foram preparadas por um único operador, utilizando pontas diamantadas nº 3131 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil), com granulometria de 9µm a 126µm, em alta rotação (Extra torque 605, Kavo Dental, Biberach, Alemanha), sob irrigação constante e com substituição das brocas a cada cinco dentes preparados<sup>10</sup>.

Em todas as unidades, foram preparadas cavidades do tipo classe II, com dimensões de: 4mm de comprimento (do fundo de sulco da face oclusal até a parede gengival), 3mm de extensão vestibulo-lingual em toda a cavidade e 4mm de profundidade. A margem cervical foi mantida a, no mínimo, 1mm aquém da linha da junção amelocementária<sup>11,12</sup>. Todas as medidas foram confirmadas com sonda milimetrada (Hu-Friedy, Rio de Janeiro, Brasil)<sup>13,14,15</sup>.

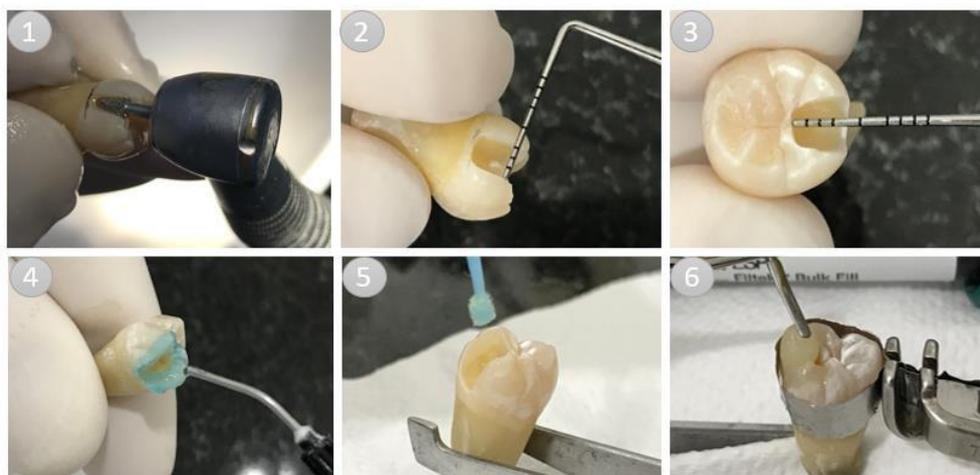
Após os preparos cavitários, os dentes foram condicionados com ácido fosfórico 37% (Condac, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) por 30 segundos em esmalte. Em seguida, os preparos foram lavados com jatos de água e secados brevemente com jatos de ar livre de óleo, mantendo a dentina umedecida com algodão hidrofílico (CREMER, São Paulo, Brasil)<sup>16</sup>.

Com auxílio de microaplicadores (Cavibrush, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), o sistema adesivo Single Bond Universal (3M do Brasil Ltda., Sumaré, São Paulo, Brasil) foi aplicado em toda a extensão do esmalte e dentina envolvidos no preparo, seguido de fotoativação com o aparelho Rádi Cal (SDI, São Paulo, Brasil) por 20 segundos.

Para evitar o extravasamento do material restaurador na margem gengival, uma fita de matriz metálica de aço inox de 7mm de largura (Maquira, Maringá, Paraná, Brasil) suportada por um porta matriz do tipo *Tofflemire* (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil) foi mantida ao redor do dente, durante o procedimento de inserção do material restaurador, independentemente da técnica usada para a restauração<sup>13,17,18,19,20</sup> (figura 1).

Após, os dentes foram aleatoriamente alocados em seis grupos experimentais, de acordo com a técnica restauradora e com o tipo de resina composta utilizada, conforme descrito na tabela 1.

**Figura 1:** Preparo cavitário respeitando a distância mínima de 1mm da junção amelocementária (1); conferência das medidas de largura e profundidade do preparo cavitário (2 e 3); condicionamento com ácido fosfórico 37% (4); aplicação de sistema adesivo (5); inserção de resina composta com auxílio da espátula de resina e tira de matriz de aço (6).



Fonte: fotos da pesquisa

**Tabela 01:** Grupos experimentais divididos de acordo com as técnicas restauradoras e com a resina composta utilizada.

Grupos	Técnica restauradora e resina composta
<b>BF</b>	4mm de <i>bulk fill</i> regular
<b>BFF+BF</b>	2mm <i>bulk fill flow</i> + 2mm <i>bulk fill</i> regular
<b>RC</b>	2mm de resina convencional (2 camadas)
<b>RCF+RC</b>	2mm de resina convencional <i>flow</i> + 2mm de resina convencional
<b>BFF+RCF</b>	2mm de <i>bulk fill flow</i> + 2mm de resina convencional <i>flow</i>
<b>BFF+RC</b>	3mm de <i>bulk fill flow</i> + 1mm de resina convencional

Fonte: dados da pesquisa

Após a restauração de todas as unidades, foi realizado o acabamento e o polimento das respectivas restaurações, com o auxílio de discos de lixa Diamond Pro (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) nas granulações grossa, média e fina, trocados a cada cinco

restaurações polidas <sup>27</sup>.

Em seguida, a qualidade da adaptação das margens dos preparos cavitários/ material restaurador nas faces oclusal e proximal de todas as restaurações foi avaliada com o auxílio de uma lupa com aumento de 5x (BIO ART, São Carlos, Brasil). A classificação foi conduzida em consonância com os critérios do FDI *World Dental Federation*<sup>15</sup> descritos no quadro 1.

**Quadro 1:** Classificação da adaptação marginal da restauração às margens do preparo ao longo de toda a margem da restauração

<b>Score</b>	<b>Propriedade funcional</b>	<b>Indicadores</b>
1	Excelente	Ausência de fendas ou fraturas
2	Bom	Pequenas linhas nas margens indicadas pela presença de linhas brancas, removíveis ao polimento.
3	Satisfatório	Linhas nas margens indicadas por lacunas bem definidas, não removíveis ao polimento
4	Insatisfatório	Lacunas nas margens exposição severa da dentina
5	Irreparável	Fratura nas margens, grandes irregularidades

**Fonte:** FDI, 2010.

Em sequência, os dentes restaurados foram armazenados em água destilada (KOP, Pharma & Specialties, Simões Filho, Bahia, Brasil), por 24 horas e depois submetidos a 10.000 ciclos de termociclagem (El quip, MSCT-3e, Vila Seixas, Ribeirão Preto, Brasil) nas temperaturas 5°C e 55°C (figura 2).

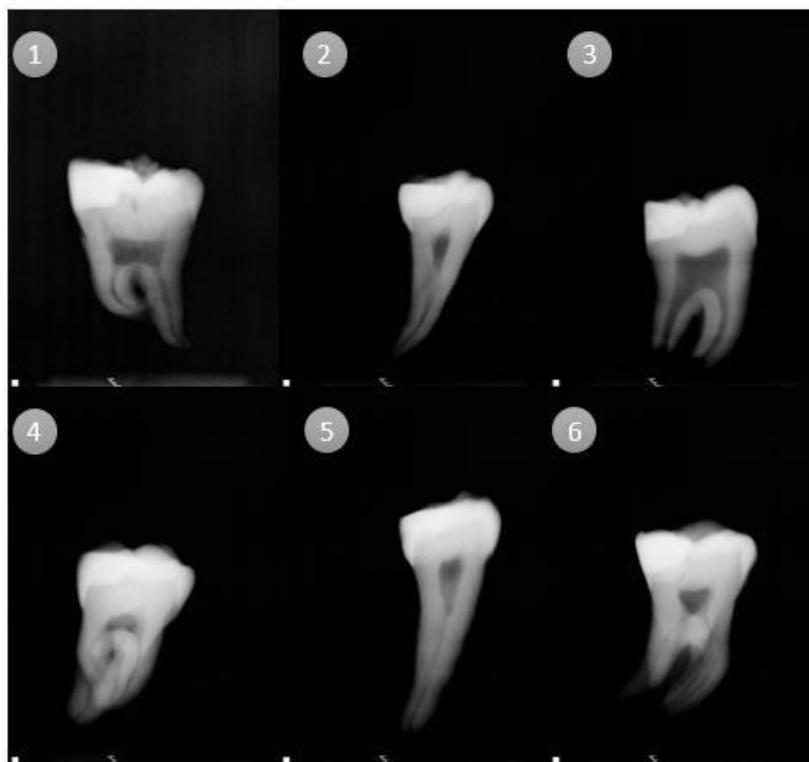
**Figura 2:** Máquina de termociclagem onde foram realizados os ciclos térmicos, nas temperaturas de 5°C e 55°C de todos os grupos experimentais, usando 2 bolsas com 3 compartimentos cada, para permitir a individualização dos grupos.



**Fonte:** fotos da pesquisa

Em seguida, todos os grupos foram submetidos a exames radiográficos, realizados no aparelho digital FIT (Microimagem, Indaiatuba, São Paulo, Brasil), sendo as imagens (figura 3) impressas e analisadas em negatoscópio sem magnificação (Biotron, Minas Gerais, Brasil) por três avaliadores previamente calibrados nos critérios de avaliação radiográfica da FDI *Word Dental Federation*<sup>15</sup> e que desconheciam as técnicas e materiais usados, caracterizando um estudo cego (quadro 2).

**Figura 3:** Imagens radiográficas dos dentes restaurados com um representante de cada grupo experimental: grupo BF (1); grupo BFF+BF (2); grupo RC (3), grupo RCF+RC (4), grupo BFF+RCF (5) e grupo BFF+RC (6).



**Fonte:** fotos da pesquisa

**Quadro 02:** Critérios usados para a avaliação radiográfica das restaurações classe II, incluindo a análise da propriedade funcional e da característica da interface avaliada.

Escore	Propriedade funcional	Característica
1	Excelente	Transição harmônica entre o dente e a restauração
2	Bom	Excesso de material aceitável
3	Satisfatório	Gap marginal pequeno, pouca radiopacidade ou pouco material de Preenchimento
4	Insatisfatório	Gap marginal médio
5	Irreparável	Gap marginal grande

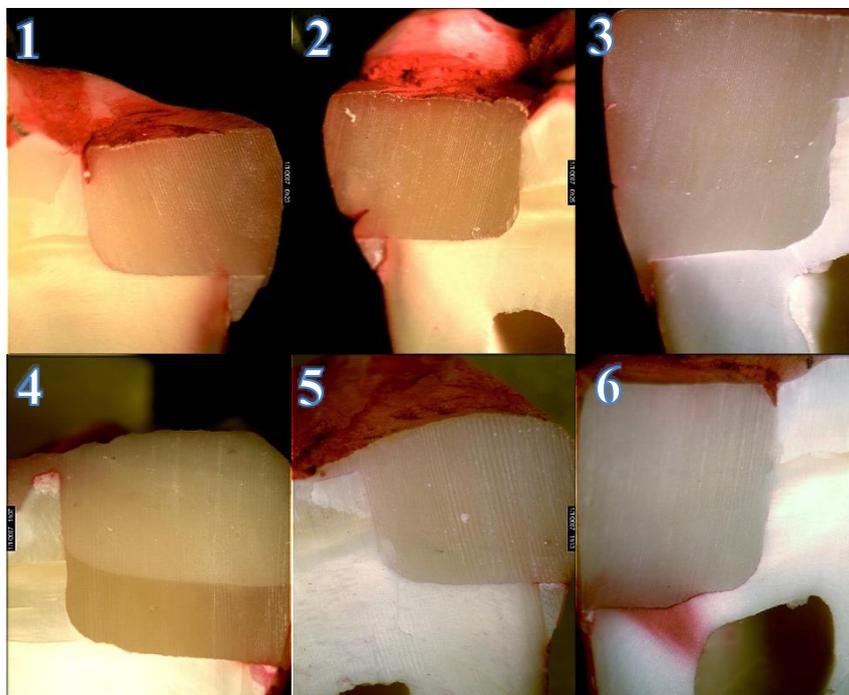
**Fonte:** FDI, 2010.

Após os exames radiográficos, os dentes restaurados passaram por um selamento apical com cola epóxi Loctite Instant Mix (Loctite, Itapevi, São Paulo, Brasil). Em seguida, com exceção de uma margem de 1mm ao redor da restauração, toda a superfície dos dentes foi impermeabilizada com duas camadas de esmalte de unha incolor (Impala, Mundial Personal Care, São Paulo, Brasil).

As unidades foram imersas em fucsina básica 2%, por 24 horas, em temperatura ambiente. Após esse período, os dentes restaurados, lavados em água corrente e secados com papel toalha (Europel, Ouropel Comercial Ltda., São Paulo, Brasil), para a remoção do excesso de corante.

Os dentes restaurados foram colados com cola quente (Rhamos e Brito, Guarulho, Brasil) às placas de acrílico usadas na cortadeira de precisão (ElQuip, São Carlos, Brasil) e seccionados com disco diamantado (Buehler, Illinois, Estados Unidos), sob intensa irrigação com água. Os cortes foram feitos no sentido mésio / distal, na porção mais central do dente (figura 4).

**Figura 4:** Fotografias representativas realizadas com auxílio de lupa estereoscópica (100X aumento) da secção avaliada dos dentes restaurados: grupo BF (1); grupo BFF+BF (2); grupo RC (3); grupo RCF+RC (4); grupo BFF+RCF (5) e grupo BFF+RC (6)



**Fonte:** fotos da pesquisa

Foram realizadas sessenta fotografias, com o auxílio do software ISCapture com a magnificação de 100x na lupa estereoscópica Opton (Anatomic, Cotia, São Paulo, Brasil)

da porção mais corada de cada dente seccionado. As fotos foram avaliadas, quanto à penetração do corante na interface da restauração/dente, de acordo com o escore descrito no quadro 3, por três examinadores previamente calibrados.

**Quadro 3:** Escore representativo da penetração de corante na interface cervical das restaurações do tipo classe II e dos níveis de infiltração marginal.

<b>Escore</b>	<b>Indicador</b>
0	Sem penetração do corante pela interface dente – restauração
1	Penetração do corante pela interface dente – restauração até a metade da parede gengival
2	Penetração do corante pela interface dente – restauração mais da metade da parede gengival
3	Penetração do corante pela interface dente – restauração nas paredes gengivais e axiais

**Fonte:** dados da pesquisa

## RESULTADOS

Na avaliação das adaptações das margens das restaurações, o avaliador não registrou nenhum escore 4 (insatisfatório) ou 5 (irreparável). Não foi observada diferença estatística em relação à adaptação marginal das restaurações em nenhum dos grupos testados (tabela 2). Para avaliar as frequências dos escores nos grupos, foi utilizado o teste Qui-quadrado.

**Tabela 2** - Frequência dos escores de adaptação marginal, considerando os seis grupos estudados.

<b>Escore</b>	<b>BF</b>	<b>BFf+BF</b>	<b>RC</b>	<b>RCf+RC</b>	<b>BFf+RCf</b>	<b>BFf+RC</b>
<b>1</b>	3 a	3 a	3 a	7 a	2 a	2 a
<b>2</b>	6 a	6 a	5 a	3 a	5 a	8 a
<b>3</b>	1 a	1 a	2 a	0 a	3 a	0 a

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística entre os grupos para um mesmo escore (Teste de Qui-quadrado;  $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas na linha dos grupos indicam diferença

estatística entre os grupos independente do score (Teste de Qui-quadrado;  $p = 0,196$ )

Na avaliação radiográfica, não foram registrados escores de classificação 4 (insatisfatório) ou 5 (irreparável) para os grupos testados. Para os escores 1 (excelente) e 2 (bom) não foram observadas diferenças estatísticas significativa entre os grupos testados. Já para o escore 3 (satisfatório), foi observada diferença estatística significante entre os grupos BF e Bff+RC, que, por sua vez, apresentou maior frequência do escore 3 (tabela 3).

**Tabela 3** – Frequência dos escores radiográficos, considerando os seis grupos estudados.

<b>Escore</b>	<b>BF</b>	<b>Bff+BF</b>	<b>RC</b>	<b>RCf+RC</b>	<b>Bff+RCf</b>	<b>Bff+RC</b>
<b>1</b>	20 a	20 a	18 a	20 a	21 a	16 a
<b>2</b>	9 a	4 a	6 a	7 a	4 a	4 a
<b>3</b>	1 a	6 ab	6 ab	3 ab	5 ab	10 b

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística entre os grupos para um mesmo score (Teste de Qui-quadrado;  $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas na linha dos grupos indicam diferença estatística entre os grupos independente do score (Teste de Qui-quadrado;  $p = 0,187$ )

Na avaliação da infiltração marginal, o escore 0 (sem penetração do corante) não foi registrado para nenhum dos grupos testados. Não foram identificadas diferenças estatísticas na frequência dos escores 1, 2 e 3, para os grupos avaliados (tabela 4).

**Tabela 4** – Frequência dos escores de infiltração marginal, considerando os seis grupos estudados.

<b>Escore</b>	<b>BF</b>	<b>Bff+BF</b>	<b>RC</b>	<b>RCf+RC</b>	<b>Bff+RCf</b>	<b>Bff+RC</b>
<b>1</b>	3 a	3 a	3 a	7 a	2 a	2 a
<b>2</b>	6 a	6 a	5 a	3 a	5 a	8 a
<b>3</b>	1 a	1 a	2 a	0 a	3 a	0 a

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística entre os grupos para um mesmo score (Teste de Qui-quadrado;  $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas na linha dos grupos indicam diferença estatística entre os grupos independente do score (Teste de Qui-quadrado;  $p = 0,196$ )

## **DISCUSSÃO**

No presente estudo, foi possível confirmar a hipótese nula de que a técnica de inserção do material resinoso, incluindo ou não o uso de resinas *flow* ou o tipo de resina composta usada (convencional ou *bulk fill*) não é capaz de interferir na adaptação das

margens da restauração ou na infiltração marginal de restaurações do tipo classe II. No entanto, a hipótese nula não foi confirmada para os resultados encontrados entre os grupos BF e BFF+RC, onde houve diferença estatisticamente significativa na avaliação da adaptação marginal radiográfica das restaurações, indicando assim, que o tipo de resina e/ou a técnica restauradora podem interferir nesse item.

A técnica incremental é recomendada para garantir altos níveis de conversão no corpo de todo a resina composta<sup>22</sup> e diminuir os problemas na adaptação marginal das restaurações<sup>6,18</sup>. Por outro lado, a resina *bulk fill* possui uma técnica simplificada pelo fato de permitir a inserção de maiores incrementos, reduzindo o número de etapas operatórias e otimizando o trabalho, sem prejudicar a adaptação das margens das restaurações<sup>1,2,6</sup>. Estudos<sup>11,15,20</sup> indicam uma superioridade na adaptação das margens das restaurações das resinas *bulk fill* em relação às resinas convencionais. No presente estudo, corroborando com outros autores<sup>7,16,17,24,25</sup>, não foi observada diferença estatisticamente significativa de adaptação das margens das restaurações, independentemente da técnica restauradora ou do tipo de resina composta utilizada. Salienta-se que o mesmo sistema adesivo e técnica de adesão foram utilizados neste estudo a fim de realmente analisar a influência das técnicas e combinações dos materiais testados.

Na análise da adaptação marginal realizada por meio de imagens radiográficas, o escore 1 foi predominante em todos os grupos testados, sem diferença estatística significativa entre os grupos, evidenciando uma excelente adaptação marginal, com transição harmônica entre dente e material restaurador. O escore 2, que caracteriza uma boa adaptação marginal, também foi registrado, porém, com menor frequência que o escore 1, para todos os grupos estudados, sem diferença estatística significativa entre eles. Os escores 4 e 5, que caracterizam uma adaptação marginal insatisfatória ou irreparável da restauração, não foram registrados para nenhuma das restaurações realizadas com a combinação de técnicas ou materiais testados. O presente estudo corrobora com outros autores<sup>1,6,13</sup> que identificaram excelentes resultados na adaptação marginal das restaurações classe II, independentemente do tipo de resina composta utilizada.

Já em relação ao escore 3, que indica uma adaptação satisfatória da restauração com alguma visualização de pequena fenda marginal, notou-se que a combinação de resina *bulk fill flow* com a resina composta convencional (BFF+RC) mostrou uma frequência significativamente maior desse escore, quando comparado ao grupo restaurado exclusivamente com a resina *bulk fill* de consistência regular (BF). Essa diferença pode ser explicada pela própria técnica, uma vez que a restauração de uma cavidade em incrementos

de 4mm de espessura, com condensação do material realizada de encontro às paredes cavitárias pode elevar os níveis de adaptação marginal, quando comparada à restauração realizada usando dois incrementos e associando dois materiais de consistências diferentes<sup>30</sup>.

As resinas *flow* apresentam uma alta taxa de contração de polimerização pois possuem concentrações de carga mais baixas do que as resinas compostas convencionais<sup>5</sup>. Assim sendo, estudos<sup>4,6,14,23</sup> apontam que essas características diminuiriam os escores de excelência para os grupos restaurados com resinas *flow*. Já em outros estudos<sup>2,19,20</sup>, no entanto, observa-se que o uso de uma resina *flow* sob uma resina convencional pode contribuir para um melhor desempenho em termos de adaptação marginal. No presente estudo, de um modo geral, o uso de resinas *flow* associadas ou sob resinas de consistência regular não parece ter colaborado para uma melhor adaptação marginal da restauração tipo classe II.

Contudo, a análise da adaptação marginal por imagem radiográfica não é suficiente para revelar, com exatidão, a adaptação do material restaurador às paredes cavitárias. Dessa forma, no presente estudo, a avaliação da adaptação visual foi realizada e além disso, uma análise da microinfiltração marginal, pela penetração de corante na interface dente/restauração, foi incluída. Esse exame, realizado com auxílio da lupa estereoscópica com magnificação de 100x, demonstrou que não houve diferença estatística na frequência dos escores de infiltração marginal entre os grupos testados. Esse resultado corrobora com outros autores<sup>16,27</sup> que não identificaram variações na frequência da infiltração marginal independente do tipo de resina composta ou técnica restauradora utilizadas.

A ciclagem térmica utilizada neste estudo é uma metodologia capaz de envelhecer de maneira acelerada as restaurações, gerando ainda mais estresse na interface restauradora e evidenciando possíveis falhas de adaptação marginal<sup>27</sup>. Mesmo assim, ao contrário de outros estudos<sup>28,29</sup>, a ciclagem térmica não provocou diferenças estatísticas significativas entre os grupos nas frequências desses escores.

Estudos adicionais que investiguem diferentes composições de materiais e o comportamento clínico e imagiológico de restaurações tipo classe II devem ser realizados, visando auxiliar o clínico para a escolha de materiais e técnicas mais apropriados para suas restaurações diretas em resina composta.

## **CONCLUSÃO**

As restaurações em resina composta apresentam boa adaptação marginal e baixa microinfiltração marginal, independentemente das técnicas restauradoras, do tipo de resina composta (convencional ou *bulk fill*) e do uso de resinas compostas *flow* associadas entre si ou às resinas de consistência regular.

## REFERÊNCIAS

- 1- Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortollo S, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. 2014; 42(5): 575-81.
- 2- Roggendorf MJ, Kramer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal quality of flowable 4mm base vs. conventionally layered resin composite. *Journal of Dentistry*. 2011; 39(10): 643-7.
- 3- Cristiaann HR. Avaliação pelo sistema de tomografia por coerência óptica do efeito do envelhecimento por ciclagem térmica na adaptação marginal das restaurações adesivas em cavidades classe II em dentina e esmalte dental. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2016.
- 4- França S. Odontologia restauradora na era adesiva. *Rev Assoc Paul Cir Cent* 2016;70(3):234-41.
- 5- El-safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin- composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater*. 2012;28(8):928-35.
- 6- Benetti AR, Havndrup-pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015; 40(2): 190-200.
- 7- Manhart J, Trumm C. Marginal adaptation of an etch-and-rinse adhesive with a new type of solvent in class II cavities after artificial aging. *Clinical Oral Investigations*. 2010; 14(6): 699–705.
- 8- Francis AV, Braxton AD, Ahmad W, Tantbironj D, Simon JF, Verluis A. Cuspal Flexure and Extent of Cure of a Bulk-fill Flowable Base Composite. *Operative dentistry*. 2015; 40(2): 515-23.
- 9- Estrela C. Metodologia Científica. Ciência, ensino e pesquisa. 3ª edição. Editora Artes Médicas. Página 543-544, 2018.
- 10- Martinez EM, Cavalcanti AN, Mathias P. Evaluation of dental enamel union resistance containing remaining resins from debonded orthodontic bracket after different treatments and time periods. *International Journal of Development Research*. 2018; 8(3): 19284-89
- 11- Karaman E, Ozgunaltay G. Polymerization Shrinkage of Different Types of Composite Resins and Microleakage With and Without Liner in Class II Cavities. *Operative Dentistry*. 2014; 39(3): 325-331.

- 12- Khosravi K, Mousavina SAB, SamaniMS. Comparison of microleakage in Class II cavities restored with silorane-based and methacrylate-based composite resins using different restorative techniques over time. *Dental research jornal*. 2015; 12(2): 150–6.
- 13- Rauber GB, Bernardon JK, Vieira LCC, Maia HP, Horn F, Roesler CRM. In vitro fatigue Resistance of Teeth Restored with Bulk Fill versus Conventional Composite Resin. *Brazilian Dental Journal*. 2016; 27(4):1-6.
- 14- Agarwal RS, Herimath H, Agarwal J, Gard A. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2015;18(1): 56–61.
- 15- Hickel R, Arnd P, Tyas M. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations—update and clinical examples. *Clinical Oral Investigations*. 2010; 12(4): 349-366.
- 16- Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bartollo T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*. 2014; 42(5): 575-81.
- 17- Siegward DH, Dominik M, Arnd P. Marginal quality of class II composite restorations placed in bulk compared to an incremental technique: evaluation with SEM and stereomicroscope. *J adhes dent*. 2015; 14(5):147-154.
- 18- Fal H, Kaisarly D, Bader DM, El G. Marginal Integrity of Bulk Versus Incremental Fill Class II Composite Restorations. *Operative Dentistry*. 2015; 45(2): 40-6.
- 19- EL D, Platt HJ. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulkfill resin composites. *Operative Dentistry*. 2014; 39(4): 374-382.
- 20- Lopes K. Influência da resina flow como material intermediário na longevidade de restaurações em dentes posteriores. Dissertação de mestrado, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2019.
- 21- Rauber GB, Bernardon JK, Vieira LCC, Maia HP, Horn F, Roesler CRM. In vitro fatigue Resistance of Teeth Restored with Bulk Fill versus Conventional Composite Resin. *Brazilian Dental Journal*. 2016; 27(4):1-6.
- 22- Fava M, Alves LAC. Avaliação da microinfiltração de dois diferentes materiais restauradores. *Rev. Ciênc. Méd. Biol*. 2013; 12(2): 214-218.
- 23- Park SH, Jung JH. Comparison of polymerization shrinkage, physical properties, and marginal adaptation of flowable and restorative bulk fill resin-based composites. *Operative Dentistry*. 2017; 42(2): 158-69.
- 24- Gamarra VSS, Borges GA, Junio LHB, Sphor AM. Marginal adaptation and microleakage of a bulk-fill composite resin photopolymerized with different techniques. *Odontology*. 2018; 106(1): 56-63.
- 25- QUITERO, M. F. Z. Ensaio de microinfiltração: revisão de literatura. *Ver.Odontol*.

Univ.Cid. São Paulo, v. 24, n2, p. 123 – 133, 2012

26- Fernandes LMP, Lima RR, Morfologia radicular da dentição permanente de *Sapajus apella*: morfometria, anatomia macroscópica, ultraestrutura e propriedades físicas. *Pesq. Vet. Bras.* 2014; 34(8):791-76.

27- Pazinato FB, Campos BB, Costa LC, Atta MT. Effect of thermal cycling on microleakage and  $\mu$ TBS of resin- composite restorations. *RFO.* 2009; 14(2):132-138.

28- Casanova OPE, Larco AMF. Adaptación marginal y resistencia a la tracción de coronas provisionales cementadas con dos biomateriales. *Revista Odontología.* 2019;21(2): 19-38.

29- Marcomini N, Albaricci MCC, Pereira JMM, Dantas AAR, Kuga MC. Tempo e composição de diferentes materiais de proteção pulpar interferem na formação de marginal gaps. *Rev Odontol UNESP.* 2018; 47(2): 458-79.

30- Yazici AR, Antonson AS, Zutuk ZB, Ergin E. Thirty-six-month clinical comparison of Bulk Fill and Nanofill composite restorations. 2017; 42(5): 478-85.

## **7 DISCUSSÃO (geral)**

A dinâmica de difusão apresenta alteração quando há mudança no tipo de resina composta utilizada na restauração<sup>72,78,80</sup> ou a técnica de inserção utilizada<sup>79</sup>. No presente estudo, também foi identificado que a dinâmica de difusão é material dependente e pode sofrer influência do tipo de monômero da resina composta utilizada. O BISGMA, quando comparado com o TEGDMA e UDMA, mostrou menor solubilidade.

O tipo de resina composta utilizada na restauração<sup>73,75</sup> e o tipo de inserção<sup>74</sup>, podem influenciar no número e tamanho das bolhas. Existe, inclusive, a possibilidade de bolhas já virem formadas na massa de resina composta dentro da bisnaga, como identificado em alguns estudos<sup>76,77</sup>.

Estudos<sup>4,18,33,50</sup> apontam não haver a influência do tipo de técnica de inserção de resina composta com os valores de microinfiltração marginal. Da mesma forma, outros autores<sup>6,10,22,34,38,45,59,70</sup> apontam não haver relação com os tipos de resinas compostas utilizadas nas restaurações e a microinfiltração marginal. O presente estudo encontrou resultados que corroboram com essas afirmações. É possível questionar, dessa forma, se a técnica restauradora com resina composta não é mais técnica dependente (habilidade do profissional) do que material dependente.

## **8 CONCLUSÃO (geral)**

É importante conhecer as propriedades dos materiais restauradores que utilizamos na prática clínica para que possamos eleger o mais apropriado para cada técnica restauradora. Nesse estudo, após a conclusão dos dois trabalhos, foi possível observar que o tipo de resina composta utilizada e a forma de inserção desse material interferem na sua dinâmica de difusão. A associação de resinas *flow* sob resinas convencionais demonstrou menores médias de sorção e solubilidade quando comparadas com os outros grupos. No entanto, as variações testadas não interferiram no tamanho das bolhas formadas na restauração.

As diferentes técnicas de inserção de resina composta utilizadas conseguiram alcançar excelentes resultados nas avaliações de infiltração e adaptação marginal, independente do tipo de resina composta utilizada ou de suas associações.

## 9 REFERÊNCIAS

- 1- Velo MMAC, Coelho LVBF, Basting RT, Amaral FLB, França FMG. Longevity of restorations in direct composite resin: literature review. Rev. Gaúch. Odontol.2016; 64(3): 320-26.
- 2- DionysopouloSD, Tolidis K, Gerasimou P. The effect of composition, temperature and post-irradiation curing of bulk fill resin composites on polymerization efficiency. Mat. Res.2016;19(2): 466-73.
- 3- Costa JF, Casanovas R, Castro AKBB, Pimenta LAF. Avaliação *in vitro* da microinfiltração marginal de três sistemas adesivos. Cienc Odontol Bras.2003; 6(1):60-6.
- 4- Carvalho AA, Moreira FCL, Cunha LM, Moura SM, Souza JB, Estrela C et al. Marginal microleakage of class II composite resin restorations due to restorative techniques. Rev. Odonto Cienc. 2010; 25(2): 165-69.
- 5- Oliveira DCRS, Rovaris K, Hass V, Junior EJS, Neto FH, Sinhoreti MAC. Effect of low shrinkage monomers on physicochemical properties of dental resin composites. Braz. Dent. J.2015; 26(3): 272-76.
- 6- Apolônio FM, Ramalho MSG, Souza LD, Lima FC; Rodrigues LKA, Saboia VPA. Avaliação da infiltração marginal em restaurações com compósitos à base de metacrilato e à base de silorano. RFO. 2011; 16(3):312- 16.
- 7- Moreira MA, Larentis NL, Arossi GA, Rodrigues ED; Bortoli FR; Haas MF. A radiografia interproximal é necessária para confirmar a adaptação clínica de restaurações proximais com resinas compostas em dentes posteriores? RFO. 2015; 20(1): 69-71.
- 8- Alencar VRCT, Cavalcante M, Firmino R, Santos J, Lima JPM. Reparação em resinas compostas: revisão sistemática. Revista Bahiana de Odontologia. 2018; 9(1): 47-54.
- 9- Rauber GB, Bernardon JK, Vieira LCC, Maia HP, Horn F, Roesler CRM. In vitro fatigue resistance of teeth restored with bulk fill versus conventional composite resin. Brazilian Dental Journal. 2016; 27(4): 453-57.
- 10- Peixoto GRS, Carneiro FC, Pontes DG. Microinfiltração marginal de cavidades classe V restauradas com diferentes tipos de resina composta. Revista de Ciência da Saúde da Amazônia. 2017;5(2): 58-68.
- 11- Lima RXS. Análise integrada de propriedades físicas e mecânicas de compósitos *bulk fill* de baixa viscosidade e convencional. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016; 12(5): 70-81.
- 12- Nogueira BCL, Fernandes PM, Paiva ACJ, Fagundes NCF, Teixeira FB, Lima RR. Avaliação comparativa da ultraestrutura e propriedades físicas do esmalte bovino, bubalino e humano. Pesq. Vet. Bras. 2014; 34(5):485-90.
- 13- Dedavid BA, Gomes CI, Machado IGG. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras materiais poliméricos, metálicos e semicondutores.

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015; 35(7):231-240.

14- Tarle Z, ATTIN T, Marovic D et al. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion band microhardness of high- viscosity bulk fill resin composites. *Clinical Oral Investigations*. 2017;19(4): 831-840.

15- Demarco FF et al. Influence of adhesive system and bevel preparation on fracture strength of teeth restored with composite resin. *Braz. Dent. J.* 2010; 21(4): 458-95.

16- Silva SYTC et al. Apical microleakage and SEM analysis of dentin surface after 980 nm diode laser irradiation. *Braz. Dent. J.* 2011; 5(22): 255-78.

17- Lima RR et al. Morfologia radicular da dentição permanente de *Sapajus apella*: morfometria, anatomia macroscópica, ultraestrutura e propriedades físicas. *Pesq. Vet. Bras.* 2014; 34(8):267-89.

18- Costa JF et al. Influência das técnicas de inserção de resina composta condensável sobre a infiltração marginal. *Cienc Odontol Bras*, 2010; 5(3):745-89.

19- Gonçalves SEP et al. Avaliação da infiltração marginal em dentes humanos e bovinos com dois diferentes sistemas adesivos. *Cienc Odontol Bras*. 2002; 5(3):456-78.

20- Foo CS et al. Microleakage comparison of direct and indirect composite resin in restoration of Class V erosion lesion. *International Medical Journal*. 2016; 23(4): 408 – 410.

21- Tayel DM et al. Microleakage of class II composite restorations with different restorative techniques (an in vitro study). *Alexandria Dental Journal*. 2016; 41(4): 138-145.

22- Harbi FA et al. Marginal integrity of bulk versus incremental fill class II composite restorations. *Operative Dentistry*. 2016; 41(2): 146- 156.

23- Manhart J, Trumm C. Marginal adaptation of an etch-and-rinse adhesive with a new type of solvent in class II cavities after artificial aging. *Clinical Oral Investigations*. 2010; 14(6): 699–705.

24- Francis AV et al. Cuspal Flexure and Extent of Cure of a Bulk-fill Flowable Base Composite. *Operative dentistry*. 2015; 40(2): 147-78.

25- Karaman E, OZGUNALTAY G. Polymerization shrinkage of different types of composite resins and microleakage with and without liner in class II cavities. *Operative Dentistry*. 2014; 39(3): 325-331.

26- Khosravi K, Mousavinasab SM, Samani MS. Comparison of microleakage in Class II cavities restored with silorane-based and methacrylate-based composite resins using different restorative techniques over time. *Dental research journal*. 2015; 12(2):150–6.

27- Rauber GB et al. In vitro fatigue resistance of teeth restored with bulk fill versus conventional composite resin. *Brazilian Dental Journal*. 2016; 27(4): 1-6.

- 28- Schünemann FH. Adaptação marginal em restaurações classe II de resina *bulk fill*. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina, 115 p. 2017.
- 29- Quitero MFZ. Ensaio de microinfiltração: revisão de literatura. Ver. Odontol. Univ. Cid. São Paulo. 2012; 24(2): 123 – 133.
- 30- Veronezi MC. Influência da ciclagem térmica e do método de avaliação na determinação da microinfiltração em restaurações de resina composta. Tese de doutorado. Faculdade de Odontologia de Bauru, 2000.
- 31- Estrela C. Metodologia Científica. Ciência, ensino e pesquisa. 3ª edição. Editora Artes Médicas. Página 543-544, 2018
- 32- Hickel R, Arnd P, Tyas M. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations—update and clinical examples. Clinical Oral Investigations. 2010; 12(4): 349-366.
- 33- Gamarra VSS et al. Marginal adaptation and microleakage of a bulk- fill composite resin photopolymerized with different techniques. Odontology. 2018; 106(1): 56-63.
- 34- Fava M, Alves LAC. Avaliação da microinfiltração de dois diferentes materiais restauradores. Revista de ciências médicas e biológicas, v. Rev. Ciênc. Méd. Biol. 2013; 12(2): 214-218.
- 35- Pimenta LAF et al. Effect of thermal cycling on microleakage and  $\mu$ TBS of resin-composite restorations. RFO. 2009; 14(2): 132-138.
- 36- Tsujimoto A et al. Influence of thermal cycling on flexural properties and simulated wear of computer-aided design/ computer-aided manufacturing resin composites. Operative Dentistry. 2017; 42(1): 101-110.
- 37- Pallesen U, Dijkena JWV. A randomized controlled three- year evaluation of “bulk-filled” posterior resin restorations based on stressdecreasing resin technology. Dental Materials. 2014; 30(2): 245 –251.
- 38- Santos RSS. Adaptação externa de restaurações classe II utilizando dois tipos de adesivos e resina Bulk Fill. Dissertação de mestrado. Universidade CEUMA, Maranhão, 2015.
- 39- Pinheiro SL et al. Influência da contaminação cavitária na adaptação marginal das restaurações de resina composta. REV ASSOC PAUL CIR DENT. 2016;70(1):70-5.
- 40- Park SH, Jung JH. Comparison of polymerization shrinkage, physical properties, and marginal adaptation of flowable and restorative bulk fill resin- based composites. Operative Dentistry. 2017; 42(2): 147-89.
- 41- Park SH, Kim HJ. Measurement of the internal adaptation of resin composites using micro-CT and its correlation with polymerization shrinkage. Operative Dentistry. 2014; 39(2):57-70.
- 42- Agarwal RS et al. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer

bulk fill composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2015; 18(1): 56–61.

43- Biçer CÖ et al. Farklı polisaj sistemlerinin estetik kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *Acta Odontol Turc* 2017;34(2):77-80.

44- Bala O et al. Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques. *J Clin Exp Dent*. 2017; 9(3): 460-5.

45- Scotti N et al. Microleakage at enamel and dentin margins with bulk fills flowable resin. *European Journal Dentistry*. 2014; 8(1): 1-8.

46- Yildirim T et al. Radiopacity of bulk fill flowable resin composite materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2017; 20(2):200-4.

47- Moharam LM et al. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and Vickers surface micro-hardness of two bulk-fill resin composite materials. *J clin Exp Dent*. 2017; 9(2):266-71.

48- Preetha A, Banerjee R. Comparison of artificial saliva substitutes. *Society for Biomaterials and Artificial Organs*. 2005; 18(2): 198-201.

49- Soderholm KJM, Mukherjee R, Longmate J. Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *Journal of dental research*. 1996; 75(9):124-35.

50- Pacheco FC, Gehrkie LA, Ruiz AP, Gainza AP. Evaluación de la adaptación interna de resinas compuestas: técnica incremental versus bulk-fill com activación sónica. *Avances em Odontoestomatología*. 2015; 31(5): 313-21.

51- Conceição E N; Leite C V. Dentística: saúde e estética. *Artmed*. 2007; 2ª edição: 596p.

52- Martinez EM; Cavalcanti AN; Mathias P. Evaluation of dental enamel union resistance containing remaining resins from debonded orthodontic bracket after different treatments and time periods. *International Journal of Development Research*. 2018; 8(3): 19284-89.

53- Gal JY, Fovet Y, Yadzi MA. About a synthetic saliva for in vitro studies. *Rev Talanta*. 2001; 53(1): 1103-15.

54- Ionta FQ, Mendonça FL; Oliveira GC, Alencar CRB, Honorio HM, Magalhaes AC et al. In vitro assessment of artificial formulations on initial enamel erosion remineralization. *Journal of Dentistry*. 2014; 42(2): 175-79.

55- Leung VWH, Darvell BW. Artificial salivas for in vitro studies of dental materials. *J. Dent*. 1997; 25(2): 475-84.

56- Lima RBW, Faria SJFG, Andrade AKM, Silva FDSCM; Duarte RM. Water sorption and solubility of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment considering the time and the pH of the storage. *Rev. Gaúch Odontol*. 2018;66(1):29-34.

57- Furness A, Tadros MY, Looney SW. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *Journal of dentistry*. 2014; 42(4): 439-49.

- 58- Briso ALF, Sundfeld RH, Afonso RL, Paterno FA, Sundfeld MLMM. Effect of refrigeration of resin materials on the occurrence of microleakage in class II restorations. *Cienc Odontol Bras*. 2007;10(4): 6-12.
- 59- Oliveira MS, Cruz DNF, Barros LW, Brum SC, Rodrigues CRT, Oliveira RS. Avaliação da Microinfiltração em Restaurações Utilizando Diferentes Marcas de Resina Bulk Fill. *International Journal of Brazilian Dentistry*.2019; 15(1): 44-50.
- 60- Fernandes HG, Silva KR, Marinho, MAS, Oliveira POS, Silva R, Ribeiro JCR, Moysés MR. Evolução da resina composta: revisão da literatura. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. 2014; 12(2): 401-4011.
- 61- Bispo LB. Resina composta nanoparticulada: há superioridade no seu emprego? *Revista Dentística on line*. 2010; 9(19): 254-78.
- 62- Soares CJ, Bicalho AA, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *J Adhes Dent* 2013; 15(2): 341–350.
- 63- Pinheiro SL, Aguiar JMRP, Adabo LH, Marchiori MB, Cancian NM, Lugli TG. Avaliação da microinfiltração da resina composta após acabamento com instrumento rotatório em diferentes períodos. *Rev. Ciênc. Méd.* 2010; 19(1): 5-12.
- 64- Soares CJ, Giannini M, Correa IC, Shimokawa CAK, Price RBT. Consenso sobre Resinas Bulk Fill estabelecidos na conferência Northern Lights em Halifax, Nova Scotia, Canadá – Novembro de 2016. *REV ASSOC PAUL CIR DENT* 2017;71(3):286-90.
- 65- Holanda LVB, Neto EPB, Costa FMS, Costa EO. Desempenho das propriedades físico-mecânicas das resinas bulk-fill: revisão de literatura. *JORNADA ODONTOLÓGICA DOS ACADÊMICOS DA CATÓLICA*. 2016; 2(2): 258-78.
- 66- Lima YER. Resina composta bulk fill: propriedades e possibilidades. Dissertação de mestrado. Centro universitário São Lucas 2016.
- 67- Junior LJSA, Lula ECO, Penha KJS, Correia VS et al. Polymerization shrinkage of bulk fill composites and its correlation with bond strength. *Braz Dent J*. 2018; 29(3):215-34.
- 68- Pereira AC. Influência da profundidade e de um processo de envelhecimento acelerado em propriedades de resinas bulk fill. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 2017.
- 69- Ende AV, Lise DP, Munck J, Vanhulst J, Wevers M et al. Strain development in bulk-filled cavities of different depths characterized using a non-destructive acoustic emission approach. *Dental materials*. 2017; 33(1): 25-30.
- 70- Nascimento AS, Lima EA, Durao MA, Sousa YC et al. Marginal microleakage in Bulk Fill resins. *Rev Odontol UNESP*. 2016;45(6): 327-31.
- 71- Cunali RS, Saab RC, Correr GM, Cunha LF, Ornaghi BP, Ritter AV, Gonzaga CC.

Marginal and internal adaptation of zirconia crowns: a comparative study of assessment methods. *Brazilian Dental Journal*. 2017; 28(4): 467-473.

72- Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*. 2003;24(4):655-65.

73 - Haitham E, Nikolaos S, Julian S. The Effect of Filler Size on the Presence of Voids within Resin Composite. *Journal of International Dental and Medical Research*. 2018; 11(2): 409-413.

74 - Chuang SF, Liu JK, Chao CC, et al. Effects of Flowable Composite Lining and Operator Experience on Microleakage and Internal Voids in Class II Composite Restorations. *J Prosthet Dent* ;85(2):177-83, 2001.

75 - Lauber JSAJ, Penha KJS, Souza AF, Lula ECO, Magalhães FC, Lima DM, Firoozmand LM. Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A  $\mu$ CT study. *Braz. Oral Res*. 2017;31(2):100-19.

76 – Mulder R, Mahamed N, Plessis A, Roux SG. A pilot study investigating the presence of voids in bulk fill flowable composites. *SADJ*. 2017; 72(10): 462- 65.

77- LI Y, LI Q, MA H. The voids formation mechanisms and their effects on the mechanical properties of flax fiber reinforced epoxy composites. *Elsevier*. 2015; 72(4): 40-48.

78- Misilli T, Gönüloğlu N. Water sorption and solubility of bulk-fill composites polymerized with a third generation LED LCU. *Braz. Oral Res*. 2017; 31(2):80-9.

79- Lamiaa M M, Ahmed Z, El-Hoshy , Karim AE. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and Vickers surface micro- hardness of two bulk-fill resin composite materials. *J Clin Exp Dent*. 2017;9(2):266-71.

80- Ruwaida Z, Alshaliab NA, Salimc JD, Satterthwaitea NS. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva. *Journal of Dentistry*. 2015; 43(12): 1511-1518.

81- Khamila HFC, Amanda DS, Alcides GJ, Sandra KM, Murilo BL. Photoelastic analysis of resin-modified glass ionomer cement contraction according to different photoactivation protocols. 2008; 29(2):14-19.

82- Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of direct class II restorations: a meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2012;14(5):407-31.

83- Torres CR, Borges AB, Goncalves SE, Pucci CR, de Araujo MA, Barcellos DC. Clinical evaluation of two packable resin-based composite restorations: a three-year report. *Gen Dent*. 2010;58(4):338-343.

84- Celik C, Arhun N, Yamanel K. Clinical evaluation of resin-based composites in posterior restorations: 12-month results. *Eur J Dent*. 2010;4(1):57-65.

85- Beck F, Dumitrescu N, König F, Graf A, Bauer P, Sperr W, et al. One-year evaluation of two hybrid composites placed in a randomized-controlled clinical trial. *Dent Mater.* 2014; 30(8):824-838.

86- Lawson NC, Robles A, Fu CC, Lin CP, Sawlani K, Burgess JO. Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-cariou cervical lesions. *J Dent.* 2015 Oct;43(10):1229-34. doi: 10.1016/j.jdent.2015.07.009

87- Sadeghi M, Lynch CD, Shahamat N. Eighteen-month clinical evaluation of microhybrid, packable and nanofilled resin composites in Class I restorations. *J Oral Rehabil.* 2010;37(7):532-7.