



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ISABELA DE CAMPOS SERAIN

**ANÁLISE DA INFILTRAÇÃO MARGINAL EM
RESTAURAÇÕES REALIZADAS COM RESINA COMPOSTA,
UTILIZANDO-SE DIFERENTES RESINAS BULK-FILL COMO
AGENTE INTERMEDIÁRIO OU RESTAURADOR**

Piracicaba

2017

ISABELA DE CAMPOS SERAIN

**ANÁLISE DA INFILTRAÇÃO MARGINAL EM RESTAURAÇÕES
REALIZADAS COM RESINA COMPOSTA, UTILIZANDO-SE
DIFERENTES RESINAS BULK-FILL COMO AGENTE
INTERMEDIÁRIO OU RESTAURADOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar

Coorientador: Ms. Renata Pereira

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELO ALUNO ISABELA DE CAMPOS SERAIN E ORIENTADA PELO PROF. DR. FLÁVIO HENRIQUE BAGGIO AGUIAR

Piracicaba

2017

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): FAPESP, 2015/24373-6

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

Se65a Serain, Isabela de Campos, 1995-
Análise da infiltração marginal em restaurações realizadas com resina composta, utilizando-se diferentes resinas Bulk-fill como agente intermediário ou restaurador / Isabela de Campos Serain. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Flávio Henrique Baggio Aguiar.

Coorientador: Renata Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Resinas compostas. 2. Infiltração dentária. I. Aguiar, Flávio Henrique Baggio, 1977-. II. Pereira, Renata, 1991-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Analysis of marginal leakage in composites restorations, using different Bulk-fill resin composites as an intermediary or filling material

Palavras-chave em inglês:

Composite resins

Dental leakage

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 02-10-2017

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Luiz e Amarilda, meus grandes exemplos de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Luiz e à minha mãe Amarilda que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a nunca desistir dos meus sonhos. Agradeço por todo carinho e amor e sacrifícios que fizeram para a minha formação profissional.

Agradeço ao meu grande amigo e namorado Ricardo Santos por todo apoio e companheirismos ao longo de todos esses anos juntos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar, pela oportunidade de trabalharmos juntos em um projeto e pela confiança depositada em mim. Da mesma forma, agradeço à minha co-orientadora e grande amiga, Renata Pereira por toda ajuda, paciência e ensinamentos laboratoriais e de vida.

Agradeço também aos professores que muito me ensinaram sobre a arte da odontologia, aos funcionários da faculdade e pacientes, a quem tive o prazer de atender, pela confiança e por possibilitarem meu crescimento profissional e pessoal.

Por fim, Agradeço aos grandes amigos que fiz durante esses anos e que levarei para sempre em meu coração. Obrigada por deixarem os dias mais leves e felizes.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a infiltração marginal ao redor de restaurações dentais realizadas com diferentes compósitos (Filtek Z350 XT – Z350; Tetric N-Ceram Bulk-fill – TET; Filtek Bulk-fill Posterior Restorative – FBF; SonicFill – SF e Surefil SDR Flow - SDR como base + Filtek Z350 XT) e submetidas ou não a ciclagem termomecânica (CTM). Cem dentes incisivos bovinos foram selecionados e divididos em 10 grupos (n=10), de acordo com o tipo de compósito e realização ou não de CTM. As amostras foram restauradas em uma cavidade proximal de 1,5 X 4 X 5mm (mesio-axial X vestibulo-lingual X profundidade) e submetidas ou não a CTM. Blocos dentais de cada grupo foram imersos em corante azul de metileno 2% e analisados quantitativamente por meio de espectrofotometria. Os resultados obtidos foram tabulados e os dados foram submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que Z350 apresentou os maiores valores de infiltração marginal, enquanto os compósitos FBF e TET apresentaram os menores valores, independente de terem sido submetidos ou não a CTM. Somente para os grupos TET e SF, os valores de infiltração marginal foram maiores nos grupos com CTM em relação aos grupos sem CTM. Pode se concluir que os compósitos de incremento único apresentaram bom desempenho em relação à infiltração marginal.

Palavras-chave: Resina composta. Infiltração marginal.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the marginal leakage around dental restorations made with different composites (Filtek Z350 XT – Z350, Tetric N-Ceram Bulk-fill - TET, Filtek Bulk-fill Posterior Restorative - FBF, SonicFill - SF and Surefil SDR Flow - SDR as base + Filtek Z350 XT), and submitted or not to thermomechanical cycling (TMC). A hundred bovine incisor teeth were selected and divided into 10 groups (n=10), according to composite and TMC performance samples were restored in a 1.5 x 4 X 5 mm proximal cavity (mesio-axial, bucco-lingual, depth) and were submitted or not to TMC.. Dental blocks of each group were immersed in 2% methylene blue solution and were quantitatively analysed through spectrophotometry. Results were tabulated and data were submitted to statistical analysis. The results showed that Z350 presented the highest marginal leakage values, while FBF and TET composites showed the lowest ones, regardless of being submitted or not to TMC. Only for TET and SF groups, the marginal leakage values were higher in groups with TMC in relation to the non-TMC groups. It can be concluded that single increment composites presented good performance in relation to marginal leakage.

Keywords: Composite resin. Marginal leakage.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
3 PROPOSIÇÃO	15
4 MATERIAIS E METODOS	16
5 RESULTADOS	26
6 DISCUSSÃO	27
7 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A resina composta é o principal material de escolha para a realização de restaurações diretas dentais e tem sido extensivamente empregada com êxito por décadas. Entretanto, sua polimerização está associada à contração volumétrica do compósito (Friedl et al., 2000) e a formação de tensões na interface adesiva, o que pode levar a formação de fendas e conseqüentemente sensibilidade pós operatória, microinfiltração marginal, degradação do sistema adesivo e cáries secundárias.

Uma maneira de minimizar problemas relacionados à formação de tensão durante a polimerização é a inserção da resina composta em incrementos horizontais ou oblíquos (Leprince et. al., 2014). Entretanto, a técnica incremental pode demandar muito tempo clínico, pois cada incremento de no máximo 2 milímetros de espessura precisa ser fotoativado por 20 a 40 segundos (Francis et. al., 2015). Além disso, especula-se que a adição de vários incrementos de resina composta aumente o módulo de elasticidade da restauração e leve ao acúmulo de tensões de contração de polimerização, aumentando assim a deformação de cúspides dos dentes (Bicalho et. al., 2014).

As resinas de incremento único (compósitos bulk-fill) foram lançadas no mercado, com formulações específicas para permitir sua polimerização em incremento único de 4 mm ou mais (Moorthy et. al., 2012; Furness et. al., 2014; Campos et. al., 2014), o que gera economia de tempo para o operador e o paciente (Francis et. al., 2015). Além disso, fabricantes garantem que suas propriedades físico-químicas não são prejudicadas mesmo em incrementos maiores.

Essas resinas são apresentadas como materiais de baixa ou média viscosidade (Leprince et. al., 2014). As resinas de baixa viscosidade, do tipo fluida, são utilizadas como materiais intermediários e requerem uma resina de cobertura, enquanto as de média viscosidade são utilizadas até a superfície oclusal como materiais esculpíveis.

Dentre as vantagens dos compósitos bulk-fill, pode-se citar maior profundidade de polimerização (Lassila et. al., 2012) devido às modificações no conteúdo inorgânico e/ou da matriz orgânica (Leprince et. al., 2014). Espera-se também que estes materiais tenham uma reação de polimerização mais lenta, proporcionando menor tensão de contração que as resinas convencionais (Rosatto et al., 2015), e menor módulo de elasticidade nas camadas mais profundas, o que

favoreceria a dissipação de forças durante a mastigação ou mudanças bruscas de temperaturas (Soares et al., 2014), e conseqüentemente menor problema na interface adesiva.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A odontologia sempre buscou um material restaurador ideal, com propriedades físico-químicas satisfatórias, que proporcionasse maior durabilidade, biocompatibilidade ao ambiente bucal, e tivesse capacidade de aderência aos componentes dentais, propiciando um preparo cavitário mais conservador, além de apresentar estética, requisito cada vez mais exigido pela sociedade.

Durante a primeira metade do século XX, o silicato era o único material restaurador estético disponível para restaurações dentárias. No final da década de 1940 as resinas acrílicas substituíram o silicato (Anusavice et. al., 2013), e finalmente na década de 1950 a evolução dos compósitos odontológicos tiveram destaque, quando Buonocore (1955) desenvolveu a técnica do condicionamento ácido em esmalte, melhorando a adesão à estrutura dental. Desde então, os compósitos odontológicos popularizaram-se e tornaram-se objeto de inúmeras pesquisas que visam o seu aprimoramento (Leprince J et al., 2010). Atualmente tem sido o material de escolha para restaurações anteriores e posteriores, uma vez que consegue atender a esses requisitos de forma satisfatória (Rueggeberg, 2002; Ferracane, 2011).

Os compósitos resinosos dentais são, basicamente, materiais formados de três componentes principais: uma matriz orgânica com alta densidade de ligações cruzadas, reforçada pela dispersão de partículas de carga mineral, de vidro ou resinosas, ligadas à matriz através de agentes de união silânicos (Anusavice et. al., 2013). Os primeiros compósitos disponíveis no mercado eram quimicamente ativados, ou seja, resinas autopolimerizáveis, apresentadas na forma de duas pastas, uma contendo o iniciador, peróxido de benzoíla, e outra contendo uma amina terciária aromática como ativador. Quando as duas pastas são combinadas, a amina reage com o peróxido de benzoíla e forma radicais livres, assim a polimerização se inicia.

Um problema com a ativação química é que durante a mistura é quase impossível evitar a incorporação de bolhas de ar e a subsequente formação de porosidades, que enfraquecem a estrutura e encapsulam oxigênio que, por sua vez, inibe a polimerização. Outro empecilho é que o operador não tem controle sobre o tempo de trabalho, uma vez que a polimerização se inicia assim que as pastas são misturadas. Dessa forma, para superar as limitações da ativação química, os

fabricantes desenvolveram compósitos capazes de serem ativados através da luz. Nesse sistema o iniciador consiste em uma molécula fotossensível, como a canforoquinona, e uma amina iniciadora. Quando ocorre exposição à luz, mais precisamente na região azul do espectro (comprimento de onda de aproximadamente 468nm), esses dois componentes reagem entre si, formando radicais livres, que iniciam a polimerização por adição. Além de evitar a formação de porosidades, os compósitos fotoativáveis permitem que o operador tenha mais tempo de trabalho, e assim que a luz é ativada e a reação se inicia, uma exposição de 40 segundos ou menos é suficiente para polimerizar um incremento de 2 mm de espessura, tempo muito menor do que o necessário para polimerizar a mesma camada quimicamente (Annusavice et. al, 2013).

Os compósitos fotopolimerizáveis, no entanto, possuem suas desvantagens, tais como a contração e tensão de polimerização e a subpolimerização dos compósitos (Tirtha et. al. 1982; Rueggeberg, 1999; Stansbury, 2000).

Durante a polimerização, os monômeros se aproximam para estabelecer ligações covalentes com objetivo principal de produzir ligações cruzadas para formar uma rede polimérica com altas propriedades mecânicas (Stansbury, 2012). Essa aproximação resulta em contração volumétrica do material, que varia de 1 a 5% para as resinas compostas convencionais (Stansbury, 1990; Labella et. al., 1999; Yamazaki et. al. 2013).

A real preocupação em relação à contração de polimerização, que é inevitável, é o estresse criado no material. Esse estresse é produto da limitação da contração livre do polímero, e é dependente de vários fatores, incluindo o tamanho e a natureza dos monômeros, a aquisição de rigidez do material durante a polimerização, a velocidade da reação e as limitações externas impostas pela adesão do compósito ao dente. O problema é que essa tensão interna não pode ser adequadamente aliviada, seja por mudanças na estrutura molecular do compósito, ou por deformação em suas superfícies livres (Ferracane e Hilton, 2015).

Sendo assim, essas tensões são transmitidas para a interface adesiva dente-restauração, criando trincas ou fraturas dentais onde e quando a tensão localizada exceder a força de adesão ou a força da estrutura dental residual adjacente. Podem ainda ser observadas deflexão de cúspides e formação de fendas entre a restauração e o dente, o que pode ocasionar sensibilidade pós-operatória,

descoloração marginal e infiltração bacteriana com posterior desenvolvimento de cárie secundária. Além disso, essas tensões podem aumentar com o tempo, causando prejuízos tardios às margens da cavidade (Ferracane e Mitchem, 2003; Calheiros et. al., 2004; Ferracane e Hilton, 2015).

A fim de minimizar esses danos e também devido à limitada profundidade de penetração da luz dos aparelhos fotoativadores, convencionou-se que os compósitos devem ser aplicados em incrementos horizontais ou oblíquos com até 2 mm de espessura (Lutz et. al., 1986; Pollack, 1987; Hilton e Ferracane, 1999; Yap AU, 2000; Leprince JG et. al., 2014). Assim seria possível assegurar um maior grau de conversão monomérico do compósito e um controle da tensão de polimerização, através da diminuição do volume de material e do fator C (Borges et. al., 2014). O problema é que essa necessidade de fotoativação em múltiplos incrementos pode consumir muito tempo operatório.

Ao longo de um ano, um número estimado de 20 a 40 horas de tempo de cadeira é utilizado para esse fim (Bayne e Thompson, 2013). Além disso, esse conceito de técnica incremental já foi questionado em alguns estudos, que sugerem que a técnica causa deformação incremental dental e conseqüentemente maior tensão de contração (Versluis A et. al., 1996; Rees JS et. al., 2004; Bicalho AA et. al., 2014). Apesar das contradições, é de grande importância ter em mente que muitos outros fatores estão envolvidos no desenvolvimento da tensão de contração, como composição e conteúdo inorgânico, módulo de elasticidade, viscosidade, grau de conversão e profundidade de polimerização do compósito (Benetti AR et. al., 2015; Francis AV et. al., 2015).

Ao longo dos anos os compósitos tem sofrido diversas mudanças em suas formulações para melhorar suas propriedades e facilitar o procedimento restaurador - diminuição das partículas, quantidade das mesmas, forma ou tratamento de suas superfícies, mudanças na estrutura monomérica ou química e modificação das dinâmicas de reação de polimerização (Ilie N e Hickel R, 2011).

Recentemente, uma nova geração de compósitos dentais, denominada bulk-fill, foi introduzida no mercado com a promessa de poder ser polimerizada em profundidades de 4 mm ou mais, sem comprometer a qualidade marginal da restauração (Moorthy A et. al., 2012; Furness A et. al., 2014; Campos EA et. al., 2014). Ou seja, as cavidades podem ser preenchidas e fotoativadas em um

incremento, simplificando o procedimento e economizando tempo para o operador e o paciente (Francis AV et. al., 2015).

Entre os maiores avanços conhecidos dos compósitos *bulk-fill*, pode-se citar maior profundidade de polimerização, que provavelmente resulta de uma maior translucidez (Lassila LV et. al., 2012), e baixa tensão de contração, que está relacionada a modificações no conteúdo inorgânico e/ou da matriz orgânica (Leprince JG et. al., 2014).

Espera-se também que estes materiais tenham um menor módulo de elasticidade nas camadas mais profundas, o que favoreceria a dissipação de forças durante a mastigação ou mudanças bruscas de temperaturas (Soares et al., 2014), e consequentemente geraria menos problemas na interface adesiva.

Alguns autores reportaram desempenho favorável para os compósitos *bulk-fill* (Czasch e Ilie, 2013; Ilie e Stark, 2014; Francis et al., 2015; Benetti et al., 2015).

Atualmente, muitos estudos concentram-se em análises entre resinas convencionais e *bulk-fill*. É importante, no entanto, que essas análises sejam realizadas com metodologias mais próximas possíveis de uma real situação clínica, para que a escolha do material restaurador seja feita de forma adequada e com embasamento científico sobre suas propriedades.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, quantitativamente, a infiltração marginal de corante em restaurações dentais, realizadas com compósitos dentais fotoativados, variando o compósito utilizado e a realização ou não de ciclagem termomecânica, em cavidade simulada Classe II.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Unidades Experimentais: 100 dentes incisivos bovinos

Fator em estudo:

- Compósito em cinco níveis:

Filtek Z350 XT (3M – ESPE)

Tetric N Ceram Bulk Fill (Ivoclar - Vivadent)

Filtek Bulk Fill Posterior Restorative (3M – ESPE)

Sonic Fill (KAVO - Kerr)

Surefil SDR Flow (Dentsply) + Filtek Z350 XT

- Tratamento realizado:

Ciclagem termomecânica

(Nenhum) Controle

Forma de designar o tratamento às unidades experimentais: Por processo aleatório

Variável resposta: Infiltração marginal – análise quantitativa

4.2 PREPARO DOS DENTES

Para a pesquisa, foram preparados 100 dentes incisivos bovinos. Os dentes foram submetidos à raspagem manual com cureta periodontal para remoção de debris orgânicos, e polidos com escovas de Robinson (Microdont, São Paulo, SP, Brasil) e pasta de pedra pomes (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) com água (Figura 1). Os dentes que apresentaram alguma rugosidade nas superfícies proximais, avaliadas por meio de lupa estereoscópica com aumento de 40X, sofreram um pequeno acabamento com lixas d'água nº 600 (Norton, Guarulhos, SP, Brasil). Em seguida, esses dentes foram armazenados em água destilada até serem novamente utilizados.



Figura 1 - Dentes limpos e polidos

Para reproduzir a movimentação do dente no alvéolo de maneira mais fidedigna à realidade (Mühlemann HR e Zander HA, 1954), simulou-se o ligamento periodontal e os dentes foram incluídos em resina de poliestireno (Piraglass, Piracicaba, SP, Brasil), da mesma forma descrita por Soares CJ et. al. em seus estudos em 2005. Para isso, o dente foi demarcado com caneta para retroprojeto a 2 mm da junção amelocementária e a porção radicular foi mergulhada em um recipiente com cera nº 7 derretida (Epoxiglass, Diadema, SP, Brazil), permitindo então que a raiz ficasse coberta por uma fina espessura de cera (aproximadamente 0,2mm) até a demarcação.

Após isso, a porção radicular dos dentes bovinos foi incluída em resina de poliestireno. Para isso, uma película radiográfica (Contrast Speed E - Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) com uma perfuração centralizada de 5mm de diâmetro foi utilizada para estabilizar o dente a 2mm da junção amelocementária (Figura 2).



Figura 2 - Dente fixado à película radiográfica com cera pegajosa

O conjunto dente-película foi posicionado sobre uma placa de madeira MDF perfurada, de forma que a porção coronária e os 2mm da junção amelocementária ficassem dentro da perfuração e a porção radicular estabilizada pela película ficasse sobre a placa de madeira (Figura 3). Tubos de PVC (Tigre tubos e conexões S/A, Joinville, SC, Brasil) de 2,1cm de diâmetro interno e, aproximadamente 3 cm de altura, foram então dispostos sobre a película radiográfica, fixados com cera pegajosa (ASFER Indústria Química LTDA, São Caetano do Sul, SP, Brasil),

permitindo que a porção radicular de cada dente ficasse no centro do tubo e perpendicular à película (Figura 4).



Figura 3 - Dente e película radiográfica estabilizados sobre placa de madeira

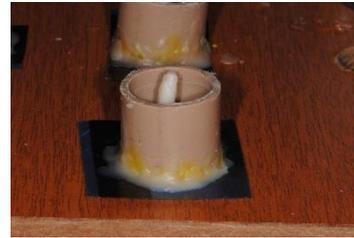


Figura 4 - Tubos de PVC fixados com cera pegajosa sobre a película radiográfica

A resina de poliestireno foi preparada na proporção de 2% (100g de resina para 2g de catalisador) e vertida no interior dos tubos de PVC. Após um período de, aproximadamente, seis horas, este material já se encontrava polimerizado e os dentes puderam ser removidos dos anéis de PVC (Figura 5).



Figura 5 - Resina de poliestireno polimerizada

A cera 7 que restou na porção radicular dos dentes, bem como no "alvéolo" criado, foi removida com o auxílio de uma lâmina de bisturi, deixando um espaço de aproximadamente 0,2mm de distância entre a porção radicular do dente e a resina de poliestireno para a simulação do ligamento periodontal. Para tanto, utilizou-se o material de moldagem à base de poliéter (Impregum Soft – 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), que foi manipulado e inserido no espaço correspondente ao ligamento periodontal. O dente foi reintroduzido no cilindro de poliestireno sob leve pressão digital (Figura 6). Após a presa, os excessos do material de moldagem foram removidos com lâmina de bisturi, de forma que o "ligamento periodontal" cobrisse a raiz até a marcação realizada anteriormente.

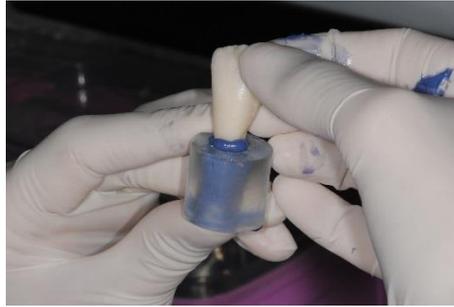


Figura 6 - Introdução do dente ao “alvéolo” após a inserção do “ligamento periodontal”

Os elementos dentários foram seccionados transversalmente, a uma distância de 7 mm da junção JAC proximal, com o auxílio de discos diamantados dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) (Figura 7), obtendo-se assim uma superfície incisal larga, que depois, foi lixada com lixas d’água nº 600 (Norton, Guarulhos, SP, Brasil) conectadas a uma máquina politriz (APL-4, Arotec, São Paulo, SP, Brasil) até que se restou uma altura inciso apical de 6 mm entre a JAC e a borda incisal proximal (Figura 8).



Figura 7 - Secção transversal com discos diamantados dupla face



Figura - Amostras lixadas com lixas d’água conectadas à máquina politriz

Através de uma ponta diamantada #3146 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), com turbina de alta rotação acoplada à máquina de preparo cavitário, foram realizados preparos na face mesial dos elementos, simulando Classe II, com 5 mm de altura, 4mm de largura e 1,5mm de profundidade, sob irrigação com jato de ar/água (Figura 9). A cada 5 preparos, a ponta foi substituída por outra nova.

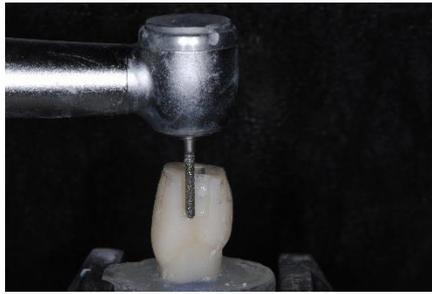


Figura 9 - Preparos cavitários (classe II) realizados com turbina de alta rotação

4.3 PROCEDIMENTO RESTAURADOR

Previamente ao procedimento restaurador, as superfícies de esmalte e dentina foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% (Ultra-Echt - Ultradent, South Jordan, UT, EUA) por 20 segundos, lavadas também por 20 segundos, de acordo com recomendações do fabricante, e secas com bolinha de algodão hidrófila. Após este passo, foram tratadas com duas camadas do adesivo Adper Single Bond 2 (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) com auxílio de um pincel descartável (Microbrush, KG, Barueri, SP, Brasil) (Figura 10). Em seguida, cada camada foi seca com leve jato de ar e a última camada fotoativada durante 20 segundos por aparelho fotoativador LED de 3ª geração (Valo – Ultradent, South Jordan, UT, EUA).



Figura 10 - Ácido fosfórico a 35% e adesivo Adper Single Bond 2 utilizados

O procedimento restaurador foi realizado através da inserção dos compósitos na cavidade do elemento dental, utilizando-se espátula Suprafill #1 (SS White Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), com exceção do compósito Sonic Fill, que vem acompanhado de aplicador próprio. O incremento de compósito foi fotoativado pelo aparelho fotoativador LED de 3ª geração (Valo – Ultradent, South Jordan, UT, EUA) em modo Standard: 1000 mW/cm² durante 20 segundos (20 J/cm²) para todos os compósitos. Os materiais utilizados neste experimento estão apresentados na figura 11.



Figura 11 - Compósitos utilizados nas restaurações

Os grupos experimentais (n = 10) estão apresentados no quadro 1, enquanto os detalhes dos compósitos utilizados neste experimento estão apresentados no quadro 2.

Quadro1 - Grupos experimentais

Grupos	Compósitos	Tratamentos
1	Filtek Z350 XT	-
2	Filtek Z350 XT	Ciclagem termomecânica
3	Tetric N-Ceram Bulk Fill	-
4	Tetric N-Ceram Bulk Fill	Ciclagem termomecânica
5	Filtek Bulk Fill	-
6	Filtek Bulk Fill	Ciclagem termomecânica
7	SonicFill	-
8	SonicFill	Ciclagem termomecânica
9	SDR + Filtek Z350 XT	-
10	SDR + Filtek Z350 XT	Ciclagem termomecânica

Quadro 2 - Compósitos testados e respectivas informações dos fabricantes

Material	Fabricante	Composição da Matriz	Tipo de partícula	Conteúdo de carga (peso%/volume%)	Cor
Filtek Z350 XT	3M ESPE, Dental Products, St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA	Sílica, Zircônia e partículas agregadas de zircônia/sílica	78.5/63.3	A2E
Tetric N-Ceram Bulk Fill	Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	Vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxidos mistos e pré-polímeros	76-77/61	IVA – correspondente às cores A2 ou A3
Filtek Bulk Fill Posterior Restaurativa	3M ESPE, Dental Products, St. Paul, MN, USA	AUDMA, UDMA e 1,12-dodecanoDMA	Sílica, zircônia e partículas agregadas de zircônia/sílica, trifluoreto de itérbio	76.5/58.4	A2
SonicFill	Kerr Co, Orange, CA, USA	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDMA	Dióxido de silício, vidro de bário, óxidos	83.5/66	A2
SureFil SDR Flow	DENTSPLY Caulk, Milford, USA	UDMA modificado, EBPADMA, TEGDMA	Vidro de bário, vidro de estrôncio alumínio flúor silicato,	68/45	A2

4.4 CICLAGEM TERMOMECÂNICA

As amostras dos grupos 2, 4, 6, 8 e 10 foram submetidas a 200.000 ciclos mecânicos com carga de 86 N à frequência de 2 Hz, na máquina de ciclagem mecânica ER-37000 (ERIOS, São Paulo, SP, Brasil), com a carga sendo aplicada no

centro da restauração. Após, as amostras foram submetidas a 550 ciclos térmicos (temperatura variando entre $5 \pm 1^\circ\text{C}$, $37 \pm 1^\circ\text{C}$ e $55 \pm 1^\circ\text{C}$ em câmaras de água, durante 30 segundos em cada cuba, com um intervalo de 15 segundos), na máquina de ciclagem térmica MSCT-3e, ElQuip, São Carlos, SP, Brasil. Estes procedimentos foram realizados a fim de simular o envelhecimento em condições aproximadas às da cavidade bucal.

4.5 ANÁLISE DA INFILTRAÇÃO MARGINAL

A infiltração marginal foi analisada quantitativamente, utilizando-se a espectrofotometria, pelo aparelho Beckman DU 65 (Instruments, Fullerton, CA, USA) assim como empregada por Aguiar et al. (2002), Aguiar et al. (2003), Barros et al. (2003) e Santos et al. (2005), com o objetivo de se avaliar a concentração do corante infiltrado na interface adesiva. Toda a amostra, com exceção da interface dente/restauração na área correspondente ao primeiro incremento das resinas compostas, foi protegida com duas camadas do adesivo a base de cianoacrilato de presa rápida Superbond (Loctite Adesivos LTDA, Itapevi, SP, Brasil). Antes da imersão em corante foi colocada uma fita crepe adesiva (6mm x 4mm) ao redor da área a ser infiltrada (correspondente ao primeiro incremento da restauração e, em seguida, aplicou-se duas camadas de esmalte para unha. Após a secagem do esmalte de unha, a fita crepe adesiva foi removida (Figura 12) e os espécimes foram totalmente imersos em solução neutra de azul de metileno a 2% (Merck, Darmstadt, Alemanha) pelo período de 2 horas.



Figura 12 - Amostra com a interface dente-restauração livre

Decorrido este tempo, os blocos foram removidos da solução corante, lavados em água corrente e secados. Com o objetivo de remover o corante depositado na superfície da restauração, realizou-se um desgaste superficial de 0,05mm, controlado por um paquímetro digital (Mitutoyo, Tóquio, Japão).

Após remoção do corante da superfície restaurada, os blocos foram triturados em moinho para tecidos duros (Marconi Equipamentos LTDA., Piracicaba, SP, Brasil), até a obtenção de um pó composto pelo conjunto dente/restauração.

Após a trituração, o pó obtido de cada amostra foi imerso, separadamente, em tubos de ensaio, contendo 4 ml de álcool absoluto PA, por 24 horas, afim de dissolver o corante infiltrado na interface dente/restauração (Figura 13).



Figura 13 - Pó composto por dente/restauração imerso em tubo de ensaio, contendo 4 ml de álcool absoluto PA

A seguir, a solução obtida pelas amostras trituradas foi centrifugada em centrífuga (Tomy – IC 15NA, Tomy Indústria, Tóquio, Japão) regulada para 3000 rpm por 3 minutos, para que o pó e eventuais impurezas fossem decantados. O sobrenadante da solução centrifugada foi submetido à análise quantitativa de corante presente na solução pelo aparelho de espectrofotometria por meio da leitura de absorbância. Para a leitura da absorbância, o aparelho de espectrofotometria (Beckman DU 65, Instruments, Fullerton, CA, USA) foi ajustado com um comprimento de onda adequado ao corante azul de metileno correspondente à absorbância máxima de corante. Para tanto, anteriormente às leituras, o aparelho de espectrofotometria foi calibrado, realizando-se uma varredura espectral, utilizando-se soluções-padrão nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 4; 6 g / ml, para se obter o comprimento de onda de máxima absorbância espectral. Empregado esse valor de comprimento de onda, foi realizada a leitura das soluções para se obter o valor máximo de absorbância espectral. Através do sistema ABS-Concentração,

obteve-se o valor de r^2 e a equação da reta. A partir dos dados fornecidos por este equipamento, foi traçado um gráfico de linhas em um sistema de eixos cartesianos, inserindo-se os valores de concentração de corante em microgramas por mililitros no eixo das abscissas e a densidade óptica obtida nos eixos das ordenadas. Obteve-se a regressão linear de y em função de x e foi determinada a equação da reta e calculada a concentração de corante (fig. 14).

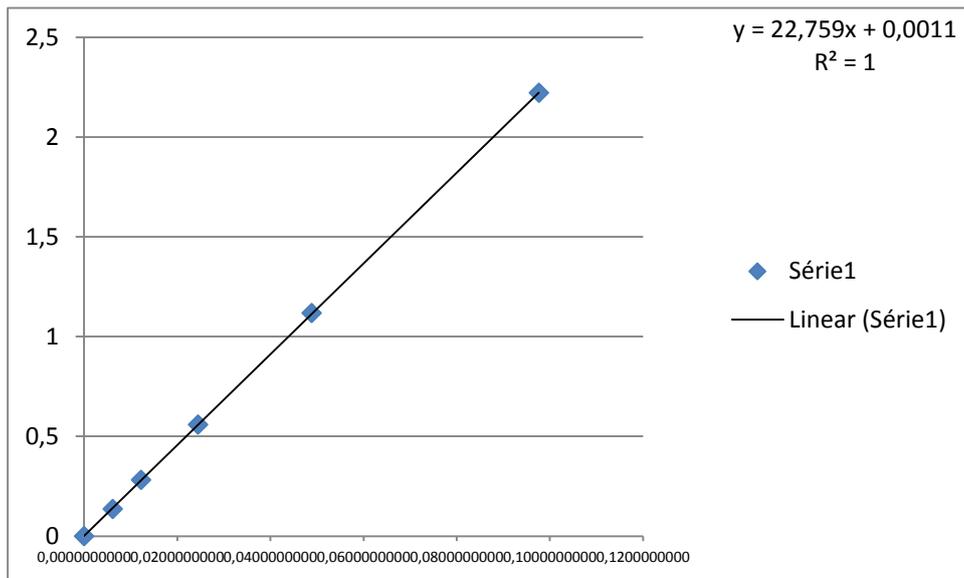


Figura 14 - Gráfico de regressão linear, equação da reta e valor de r .

5 RESULTADOS

Os resultados de infiltração marginal estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Médias (desvio-padrão) de infiltração marginal ($\mu\text{g/mL}$)

Resina Composta	Ciclagem Termomecânica	
	Não	Sim
Filtek Z350 XT	250,9 (88,9) aA	204,0 (41,4) aA
Tetric N-Ceram Bulk Fill	16,75 (5,6) dB	27,80 (7,1) cdA
Filtek Bulk Fill	23,12 (4,5) cA	21,9 (7,5) dA
SonicFill	40,40 (10,6) bB	102,31 (20,0) bA
Surefil SDR + Z350 XT	31,42 (3,9) bcA	34,24 (6,9) cA

Médias seguidas de letras diferentes (Maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) diferem entre si ($p \leq 0,05$).

Pode-se observar que para os grupos não ciclados, a resina Filtek Z350 XT apresentou os maiores valores de infiltração marginal, apresentando diferença estatística significativa em relação aos demais grupos. A resina Tetric N-Ceram Bulk Fill apresentou a menor média de infiltração, com diferença estatística para os demais grupos. Os grupos SonicFill, Surefil SDR Flow + Z350 XT e Filtek Bulk Fill apresentaram médias intermediárias, sendo que a SureFil + Z350 não diferiu da SonicFill e Filtek Bulk Fill.

Para os grupos ciclados, a resina Filtek Z350 XT também apresentou os maiores valores de infiltração marginal, apresentando diferença estatística significativa em relação aos demais grupos. A resina Filtek Bulk Fill apresentou a menor média de infiltração, sem diferença estatística para a resina Tetric N Ceram. Os grupos SonicFill e Surefil + Z350 apresentaram médias intermediárias, sendo que a Surefil não diferiu estatisticamente da resina Tetric N-Ceram.

Somente para os grupos Tetric N-Ceram e SonicFill os valores de infiltração marginal foram maiores nos grupos com ciclagem termomecânica em relação aos grupos sem ciclagem.

6 DISCUSSÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar quantitativamente a infiltração marginal ao redor de restaurações dentais, realizadas com diferentes compósitos (Filtek Z350 XT, Tetric N-Ceram Bulk-fill, Filtek Bulk-fill Posterior Restorative, SonicFill e Surefil SDR Flow como base + Filtek Z350 XT) e submetidas ou não a ciclagem termomecânica.

Ao analisar os valores de infiltração marginal, observou-se que os maiores valores foram obtidos pelo compósito Filtek Z350 XT, independentemente de ter sido submetido ou não à ciclagem termomecânica. Diferente dos outros compósitos testados, do tipo bulk-fill, Filtek Z350 foi restaurado através da técnica incremental. Versluis e colaboradores, em 1996, avaliaram as áreas de tensões desenvolvidas em diferentes técnicas restauradoras, concluindo que a técnica incremental aumentou a deformação do dente restaurado, levando a maior tensão. Abbas et. al., em 2003, também mostrou em seus cálculos de deflexão de cúspides utilizando pré-molares, que restaurações em múltiplos incrementos induziram à maior movimento cuspeado do que restaurações em incremento único. É importante ainda notar que o compósito Filtek Z350 apresenta PEGDMA e TEGDMA em sua composição, os quais apresentam baixo peso molecular. Isso resulta em alto número de duplas ligações por unidade de peso, criando uma resina rígida com alta contração (Sharma et. al., 2011). Além disso, a maior parte dos monômeros TEGDMA eluem em poucas horas, o que pode contribuir para a formação de microfendas (Nalcaci et. al., 2006). Todos esses fatores em conjunto provavelmente induziram à maior infiltração marginal.

Os menores valores de infiltração marginal foram obtidos pelo compósito Tetric N-Ceram independentemente de ter sido submetido ou não à ciclagem termomecânica. Quando não submetido à ciclagem, Filtek Bulk Fill também apresentou a menor média de infiltração. Os menores valores de infiltração obtidos por Tetric podem ser explicados uma vez que este compósito apresenta alta translucidez (Kim et. al., 2015), o que favorece a transmissão de luz, e conseqüentemente a profundidade de polimerização (Ilie e Stark, 2014; Son et. al., 2016). De acordo com a informação do fabricante, esse material também possui um

“liberador de tensão de contração”, o fotoiniciador Ivocerin, que é capaz de polimerizar o material em maiores profundidades. Filtek Bulk fill, por sua vez, apresenta uma composição de matriz orgânica e conteúdo inorgânico que agem em combinação para diminuir a contração de polimerização. De acordo com o fabricante, o monômero de alto peso molecular AUDMA diminui o número de grupos reativos no compósito. Isso ajuda a moderar a contração volumétrica. Já o monômero AFM (monômero de adição-fragmentação) contém um terceiro sítio reativo que pode se rachar através de um processo de fragmentação durante a polimerização. Este processo proporciona um mecanismo para o relaxamento do desenvolvimento da rede de polímeros e subsequente alívio de tensões. Além disso, este compósito apresenta alto conteúdo de carga, o que pode, de certa forma, reduzir a contração de polimerização, através do aumento da proporção partícula-monômero (Braga et. al., 2005; Kleverlaan e Feilzer, 2005), e consequentemente diminuir a infiltração marginal.

Os grupos SonicFill e Surefil + Z350 apresentaram médias intermediárias de infiltração marginal. SonicFill é aplicado através de um aplicador próprio sônico ativado, que proporciona consistência fluida ao material durante a aplicação. Peutzfeldt e Asmussen, em 2004, mostraram que o grau de fluidez durante a aplicação do compósito influencia a adaptação marginal, sendo que o aumento da fluidez do material faz com que este se adapte melhor às paredes da cavidade. A consistência fluida de SonicFill quando aplicado, combinado com seu alto conteúdo de carga e baixo módulo de elasticidade, característica comum aos compósitos de baixa viscosidade (Orlowski et. al., 2015), provavelmente proporcionaram a esse material valores intermediários de infiltração marginal. SureFil SDR Flow, por sua vez, apresenta a incorporação de um grupo fotoiniciador modulador de reação de polimerização no monômero UDMA, que é capaz de reagir com a canforoquinona, levando à formação de polímeros com baixo módulo de elasticidade e redução na tensão de polimerização (Giovanetti et al., 2012; Hernandez et al., 2014). A presença de grupos imina (--NH--) na estrutura do uretano do monômero UDMA é responsável pelas reações de transferência de cadeia características que fornecem um caminho alternativo para a continuação da polimerização. Estas reações resultam em aumento da mobilidade dos sítios de radicais na rede e, por conseguinte, melhora a polimerização e conversão do monômero (Alshali RZ et al., 2013). Além disso, este compósito possui partículas prepolimerizadas, o que resulta em baixo módulo de

elasticidade, ajudando a diminuir a tensão de contração durante a polimerização (Jang et al., 2014). Todos esses benefícios da Surefil SDR Flow provavelmente propiciaram a esse material valores intermediários de infiltração marginal quando utilizado como base no procedimento restaurador.

Quanto à influência da ciclagem termomecânica na infiltração marginal, somente os grupos Tetric N-Ceram e SonicFill apresentaram maiores valores de infiltração marginal quando ciclados. A simulação do ligamento periodontal pode explicar essa situação, uma vez que o ligamento periodontal é uma estrutura importante para a distribuição de estresse gerado pela aplicação de carga sobre os dentes (Rosentritt et. al., 2000). Quando a carga é aplicada, as fibras periodontais são comprimidas. À medida que o dente é forçado para dentro do alvéolo, a resistência dessas fibras contra o deslocamento do dente é aumentada progressivamente, até que a máxima resistência à carga seja atingida, assim a membrana periodontal fica rígida, a carga é transferida ao osso e o estresse é distribuído ao suporte ósseo por toda a superfície radicular (Soares et. al., 2005). Grande influência da simulação do ligamento periodontal já foi notada em estudos prévios envolvendo carga mecânica (Rees, 2001; Soares et. al., 2005).

7 CONCLUSÃO

Pôde-se concluir que o tipo de compósito utilizado e a realização ou não de ciclagem termomecânica interferiu de forma significativa na ocorrência de infiltração marginal. Os compósitos bulk-fill testados demonstraram baixa infiltração marginal quando comparados ao compósito convencional (Filtek Z350 XT), independentemente de terem sido ou não ciclados. A ciclagem termomecânica afetou somente os compósitos Tetric N-Ceram Bulk Fill e SonicFill.

REFERÊNCIAS*

Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or increments. *J Dent*, 2003 Aug;31(6):437-44.

Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. Degree of conversion of bulk-fill compared to conventional resin-composites at two time intervals. *Dent Mater*. 2013 Sep;29(9):e213-7.

Bicalho AA, Valdívia AD, Barreto BC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material - Part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Oper Dent*, 2014 Mar-Apr;39(2):E83-92.

Borges AL, Borges AB, Xavier TA, Bottino MC, Platt JA. Impact of quantity of resin, C-factor, and geometry on resin composite polymerization shrinkage stress in Class V restorations. *Oper Dent*, 2014;39(2):144-51.

Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*, 2005 Oct;21(10):962-70.

Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent*, 2014 May;42(5):575-81.

Francis A, Braxton A, Ahmad W, Tantbirojn D, Simon J, Versluis A. Cuspal Flexure and Extent of Cure of a Bulk-fill Flowable Base Composite. *Oper Dent*, 2015 Mar 5.

Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Märkl A. Marginal adaptation of class V restorations with and without softstart-polymerization. *Oper Dent*. 2000;25:26-32.

Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent*, 2014 Apr;42(4):439-49.

* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

Giovannetti A, Goracci C, Vichi A, Chieffi N, Polimeni A, Ferrari M. Post retentive ability of a new resin composite with low stress behaviour. *J Dent*. 2012 Apr;40(4):322-8.

Hernandes NM, Catelan A, Soares GP, Ambrosano GM, Lima DA, Marchi GM, Martins LR, Aguiar FH. Influence of flowable composite and restorative technique on microleakage of class II restorations. *J Investig Clin Dent*. 2014 Nov;5(4):283-8.

Ilie N, Stark K. Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent*, 2014 Aug;42(8):977-85.

Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Oper Dent*. 2014 Aug 19.

Kim EH, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restor Dent Endod*, 2015 May;40(2):128-35.

Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater*, 2005 Dec;21(12):1150-7.

Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulkfilling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res*, 2012;15(1):31-5.

Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physicomechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent*, 2014 Aug;42(8):993-1000.

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

Mühlemann, H.R., Zander, H.A. The mechanism of tooth mobility. *J. Periodont*. 1954;25:128– 132.

Nalcaci A, Uluosoy N, Atakol O. Time-based elution of TEGDMA and BisGMA from resin composite cured with LED, QTH and high -intensity QTH lights. *Oper Dent*, 2006 Mar-Apr;31(2):197-203.

Orlowski M, Tarczydło B, Chalas R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. *Scientific World Journal*, 2015;2015:701262.

Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *J Dent*, 2004 Feb;32(2):109-15.

Picton DC. On the part played by the socket in tooth support. *Arch Oral Biol* 1965;10:945-55.

Rees JS. An investigation into the importance of the periodontal ligament and alveolar bone as supporting structures in finite element studies. *J Oral Rehabil*, 2001 May;28(5):425-32.

Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, Bragança GF, Rodrigues MP, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent*. 2015 43(12):1519-28.

Rosentritt M, Furer C, Behr M, Lang R, Handel G. Comparison of in vitro fracture strength of metallic and tooth-coloured posts and cores. *J Oral Rehabil* 2000;27:595-601.

Sharma RD, Sharma J, Rani A. Comparative evaluation of marginal adaptation between nanocomposites and microhybrid composites exposed to two light cure units. *Indian J Dent Res*, 2011 May-Jun;22(3):495.

Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res*. 2005 Jan-Mar;19(1):11-6.

Soares GP, Ambrosano GM, Lima DA, Marchi GM, Correr-Sobrinho L, Lovadino JR, Aguiar FH. Effect of light polymerization time, mode, and thermal and mechanical load cycling on microleakage in resin composite restorations. *Lasers Med Sci*. 2014 Mar;29(2):545-50.

Son SA, Park JK, Seo DG, Ko CC, Kwon YH. How light attenuation and filler content affect the microhardness and polymerization shrinkage and translucency of bulk-fill composites? *Clin Oral Investig*, 2016 Jul;31.

Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? J Dent Res, 1996 Mar;75(3):871-8.