

Resinas Compostas Bulk Fill: Contração de Polimerização

Giorgio Padoan

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, 29 de Junho de 2020



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Giorgio Padoan

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Resinas Compostas Bulk Fill: Contração de Polimerização

**Trabalho realizado sob a Orientação de Mestre Lígia Rocha e Professor Doutor
Mário Barbosa**

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Declaração do orientador

Eu, Lígia Lopes Rocha, com a categoria profissional de monitora clínica do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador da Dissertação intitulada *“Resinas Compostas Bulk Fill: Contração de Polimerização”*, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Giorgio Padoan, declaro que sou de parecer favorável para que a Dissertação possa ser depositada para análise do Arguente do Júri nomeado para o efeito para Admissão a provas públicas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

O Orientador

Agradecimentos

À minha orientadora, Dr^a. Lígia Rocha, pela compreensão, apoio, motivação, por estar sempre disponível e por ter sido a pessoa que me auxiliou a concluir este ciclo. Agradeço toda a exigência e profissionalismo.

Aos meus pais e aos meus irmãos Camilla e Filippo, por estarem presentes em todos os momentos da minha vida e me apoiarem incondicionalmente.

À minha namorada, Laura, por tudo o que és, por nunca me teres deixado desistir e acreditares em mim, por me teres acompanhado sempre.

Um obrigado especial aos meus colegas de turma em particular Luca, Giovanni, Andrea, Lorenzo, Luca, Davide, Fabio, Luca pela amizade, por todas as experiências e momentos felizes vividos juntos nestes anos. Aprendi muito com todos vocês e facilitaram todo este percurso.

Resumo

Introdução: As resinas bulk fill (BF) são um grupo de resinas, introduzido recentemente na medicina dentária, que apresentam algumas características peculiares em relação às resinas compostas convencionais. A sua principal particularidade é gerar menor tensão de contração de polimerização, podendo ser utilizadas em incrementos de 4-5 mm. Desta forma, permite reduzir o tempo de consulta e simplificar a técnica restauradora.

Objetivos: O objetivo deste trabalho foi abordar, através de uma revisão integrativa da literatura científica, o desempenho das resinas compostas bulk fill no âmbito da contração de polimerização, sem esquecer as variáveis importantes, que desempenham um papel significativo no sucesso de uma restauração de resina composta.

Materiais e métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no PubMed considerando que os critérios de inclusão envolveram estudos *in vitro* sobre as propriedades mecânicas tensão e contração de polimerização das resinas compostas bulk fill em Inglês, desde o ano 2014 até 2019.

Discussão/conclusão: Os resultados *in vitro* demonstram uma maior contração de polimerização para as resinas de bulk fill de viscosidade fluida, enquanto que as resinas bulk fill de viscosidade regular apresentam valores de contração semelhantes às resinas convencionais. Pode-se concluir que as resinas bulk fill representa uma opção válida para restaurações diretas, principalmente pela facilidade da técnica e similaridade de propriedades em relação com as resinas convencionais. Porém, o seu uso indiscriminado sem ter em consideração as suas limitações pode levar a insucessos.

Palavras chave: "bulk fill"; "resin composite"; "composite"; "bulk fill or highly translucent resin composite".

Abstract

Introduction: bulk fill (BF) dental composite resins are a group of resins, recently introduced in dentistry, showing particular and different properties when compared to traditional composite resins. Their main property is to generate less polymerization shrinkage tension, so they can be placed in 4-5 mm increments. In this way, dental treatment time is reduced, and the restorative technique is simplified.

Purpose: The objective of this work is to evaluate, through an integrative review of the scientific literature, the performance of bulk fill composite resins in the context of polymerization shrinkage, without forgetting all the important variables playing a significant role in the success of a resin restoration composed.

Materials and Methods: A bibliographic research was carried out at PubMed with inclusion criteria involving *in vitro* studies dealing with mechanical properties as polymerization shrinkage and polymerization stress of bulk fill resin composites, written in English, from 2014 to 2019.

Discussion/Conclusions: The *in vitro* results demonstrate a greater polymerization shrinkage for flow bulk fill resins, while regular viscosity bulk fill resins show shrinkage values similar to conventional resins. It can be concluded that bulk fill resins represent a valid option for direct restorations, mainly due to the ease of technique and similarity of properties in relation to conventional resins. However, its indiscriminate use without taking into account its limitations can lead to failures.

Keywords: "bulk fill"; "resin composite"; "composite"; "bulk fill or highly translucent resin composite".

Índice das abreviaturas

BF: Bulk Fill

Bis-GMA: Bisfenol Glicidil Metacrilato

Bis-EMA: Bisfenol Hidroxietil Metacrilato

CQ: Canforquinona

DMAEMA: Dimetilamino etil metacrilato

Fator C: fator de configuração da cavidade

FBG: Fiber Bragg Grating

HEMA: 2-hidroxietil metacrilato

ORMOCER[®]: ORganic MOdified CERamic

TEGDMA: Trietilen Glicol Dimetacrilato

UDMA: Uretano Dimetacrilato

Índice das figuras e das tabelas

Figura 1: Consequências inerentes à contração de polimerização numa restauração em resina composta.

Tabela 1: Artigos selecionados relativamente ao tipo de resina.

Tabela 2: Descrição da resina composta testada relativamente à contração de polimerização (expressa em “%” ou quando especificado em outra unidade) e ao respetivo equipamento de medição.

Tabela 3: Seleção das resinas compostas que obtiveram os resultados mais satisfatórios, em estudos *in vitro*.

Tabela 4: Resumo das resinas avaliadas nos artigos selecionados, sem contar quando utilizadas por mais de um artigo.

Índice Geral

1. Introdução.....	1
2. Objetivos e hipóteses	2
3. Materiais e métodos.....	2
4. Resultados.....	5
5. Discussão.....	20
5.1 Resinas compostas.....	20
5.1.1 Composição.....	20
5.1.2 Fotoiniciadores.....	22
5.1.3 Contração de polimerização e fatores relacionados.....	22
5.1.4 Consequencias clinicas inerentes à contração volumétrica.....	24
5.1.5 Soluções para controlar a contração de polimerização.....	25
5.2 Técnicas utilizadas para medir a contração de polimerização.....	27
6. Conclusões.....	31
7. Bibliografia.....	32

1. Introdução

Traumatismo, maus hábitos, ou cárie, são problemas comuns que exigem a restauração do dente através de materiais que possuam as propriedades necessárias para regenerar funcionalidade e estética. Entre estes materiais restauradores, as resinas compostas são amplamente utilizadas devido à sua capacidade de suportar altas forças compressivas, além de boas propriedades estéticas.⁽¹⁾

Todas as resinas compostas possuem propriedades físicas e químicas inerentes ao material, que as influenciam em termos de sucesso dos tratamentos dentários conservadores. Um número considerável de casos apresenta limitações por causa da contração volumétrica inerente que resulta da polimerização do material e o subsequente desenvolvimento de stresse de polimerização, podendo levar a potenciais desvantagens clínicas, como sensibilidade pós-operatória, microinfiltração, deflexão da cúspide, fraca resistência à fratura e fendas marginais.⁽²⁾⁽³⁾

As resinas compostas tipo bulk fill apresentam características químicas, físicas e uma técnica de inserção diferente das resinas compostas tradicionais condensáveis ou de viscosidade fluída.

Ao contrário dos incrementos máximos de 2 mm recomendados para as resinas compostas convencionais, as BF podem ser colocadas em incrementos de 4 ou 5 mm. Após a preparação da cavidade, é realizado o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, seguido pela aplicação de adesivo e subsequente polimerização de acordo com as instruções do fabricante.⁽⁴⁾

Os estudos demonstram a importância de aprimorar a sua utilização por forma a suprir algumas desvantagens que as resinas compostas tradicionais apresentam. As resinas BF diferem em relação à sua técnica de inserção e às características de polimerização, tornando-se a principal vantagem deste tipo de resina, o ganho de tempo clínico no consultório.⁽⁴⁾

2. Objetivos e hipóteses

O objetivo deste trabalho é abordar, através de uma revisão integrativa da literatura científica, o desempenho das resinas compostas bulk fill no âmbito da contração de polimerização relativamente às resinas compostas convencionais (condensáveis ou de viscosidade fluída), sem esquecer todas as variáveis importantes que desempenham um papel significativo no sucesso de uma restauração de resina composta. A hipótese nula é que não existe diferença entre as resinas compostas BF e as resinas compostas convencionais em relação à propriedade mecânica da contração de polimerização.

3. Materiais e métodos

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed utilizando as palavras chave: "bulk fill", "resin composite", "composite", "bulk fill or highly translucent resin composite". Os critérios de inclusão foram estudos *in vitro* sobre as propriedades mecânicas tensão e contração de polimerização das resinas compostas BF. Foram excluídos artigos mais antigos que o ano 2014. Os critérios de inclusão de elegibilidade usados para pesquisas de artigos também envolviam artigos em Inglês. Uma avaliação preliminar dos *abstracts* foi realizada para determinar se os artigos atendiam ao objetivo do estudo. Foram excluídos os artigos que não tinham a palavra "polymerization" no *abstract*. A última pesquisa dos artigos foi realizada no dia 10 de dezembro de 2019. A pesquisa bibliográfica identificou um total de 579 artigos na PubMed. Após uma primeira avaliação dos títulos e resumos dos artigos, 512

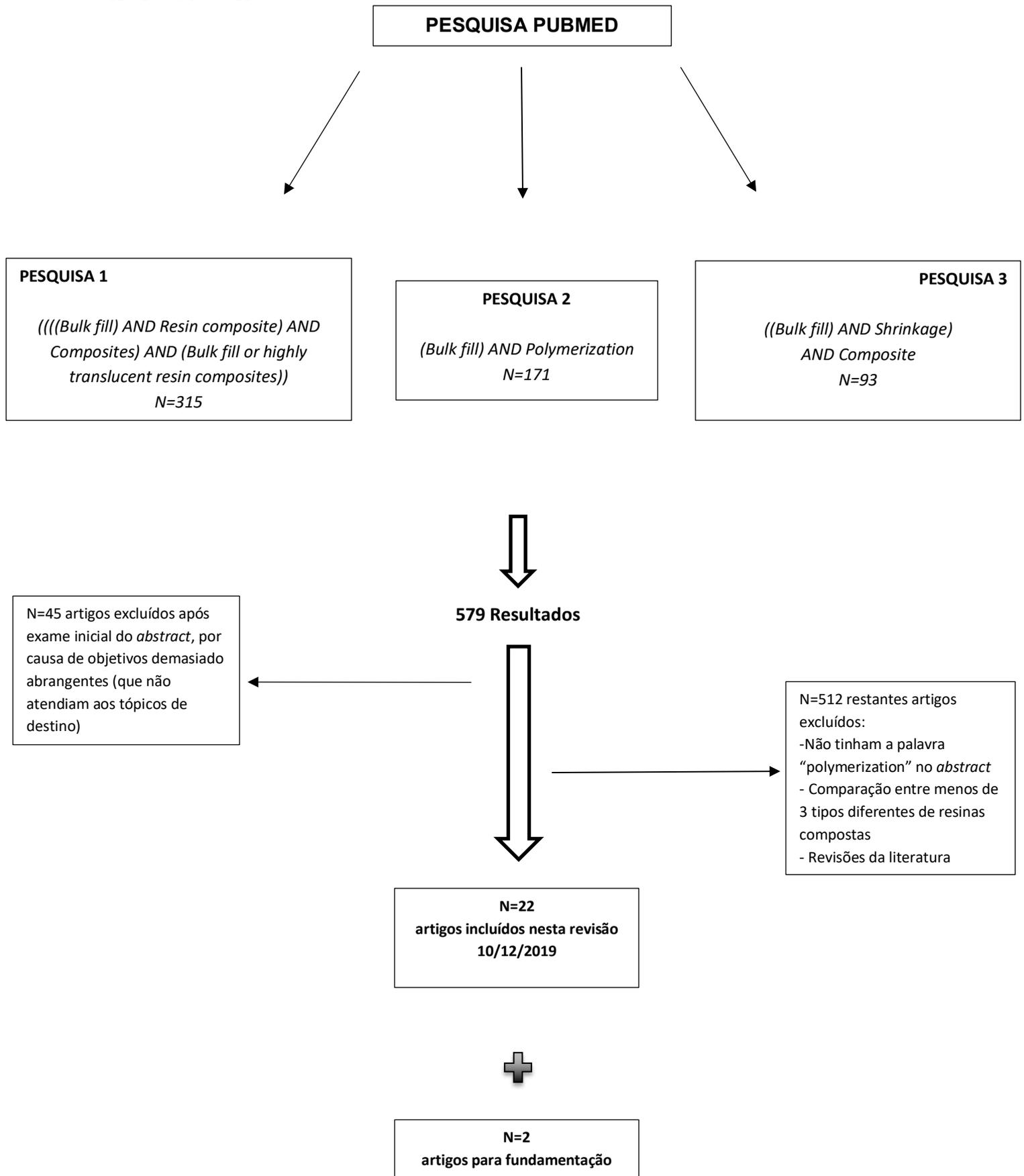
foram excluídos por não atenderem os critérios de inclusão: não tinham a palavra “polymerization” no *abstract* e ao mesmo tempo não tinham comparação entre pelo menos 3 tipos diferentes de resinas compostas.

Após o processo de revisão, 22 artigos (full text) atenderam aos critérios de inclusão.

Com o objetivo de complementar a informação na discussão, houve necessidade de recorrer a base de dados eletrônica PubMed, usando as palavras chave: “resin based”, “composites”, “camphorquinone”. Excluídos os artigos mais antigos que o ano 2012, foram identificados 2 artigos, após a análise do *abstract*.

Todos os 22 artigos selecionados na primeira pesquisa apresentavam estudos *in vitro*, os 2 artigos adicionados posteriormente apresentavam um estudo *in vitro* e uma revisão integrativa.

As tabelas, os desenhos e os diagramas são da minha autoria.



4. Resultados

Foram avaliados 67 estudos potencialmente relevantes. Desses estudos, 44 foram excluídos por fornecerem informações demasiado abrangentes considerando o objetivo do presente estudo, porque não focaram suficientemente no tópico examinado, ou seja, a contração da polimerização. Assim, 22 estudos foram incluídos nesta revisão.

Dos 22 estudos selecionados, 9 (40,90 %) tiveram como equipamento microtomografia (μ -CT), 5 (22,72 %) um linómetro, 4 (18,18 %) “bonded disc method”.

Os 4 artigos restantes (18,18 %) tinham diferentes equipamentos (Acuvol analyzer, dilatómetro com enchimento de água, sensores “Fiber Bragg Grating”, balança de alta precisão). As amostras nas quais as medições foram feitas eram dentes humanos naturais ou reproduções artificiais de dentes humanos.

Os principais resultados da análise dos artigos são explicados na Tabela 2.

Nem todos os artigos analisados examinaram os mesmos tipos de resinas compostas, mas, em geral, foram mencionadas 9 categorias de resinas compostas: BF; tradicionais condensáveis (microparticuladas, microhíbridas, nanoparticuladas ou nanohíbridas); de viscosidade fluída (microparticuladas, microhíbridas, nanohíbridas ou nanoparticuladas).

A tabela 1 mostra o número de artigos que estudaram o mesmo tipo de resina.

Tabela 1 – Artigos selecionados relativamente ao tipo de resina.

	Número de artigos
Tipo de resinas compostas avaliadas	
BF; Tradicionais condensáveis nanohíbridas	<u>4</u>
BF; Tradicionais condensáveis nanoparticuladas;	<u>4</u>
BF; De viscosidade fluída microhíbridas	<u>2</u>
Sò BF	<u>2</u>
BF; Tradicionais condensáveis microhíbridas;	<u>2</u>
BF; De viscosidade fluída microhíbridas; Tradicionais condensáveis nanoparticuladas	<u>1</u>
BF; De viscosidade fluída microparticuladas; Tradicionais condensáveis microhíbridas	<u>1</u>
BF; De viscosidade fluída microparticuladas; Tradicionais condensáveis nanoparticuladas	<u>1</u>
BF; De viscosidade fluída microhíbridas; Tradicionais condensáveis microhíbridas	<u>1</u>
BF; Tradicionais condensáveis nanohíbridas/microhíbridas/nanoparticuladas	<u>1</u>
BF; Tradicionais condensáveis nanoparticuladas/nanohíbridas	<u>1</u>
BF; De viscosidade fluída microhíbridas/nanohíbridas; Tradicionais condensáveis microparticuladas/microhíbridas/nanohíbridas/nanoparticuladas	<u>1</u>



Tabela 2- Descrição da resina composta testada relativamente à contração de polimerização (expressa em “%” ou quando especificado em outra unidade) e ao respetivo equipamento de medição utilizada.

Resina Composta	Contração volumétrica de Polimerização (%)
Tetric N-ceram Bulk Fill	2,35
Beautifil Flow F02	4,99
Estelite Flow Quick	4,18
Filtek Z350XT Flowable	3,93
Smart Dentin Replacement	3,12
Permaflo Flowable	4,81
Filtek Bulk Fill	5,49
Surefil SDR	3,31
VertiseFlow Self-adhering flowable	5,79
SDR	2,72
Filtek Bulk Fill	1,82
Tetric EvoCeram BulkFill	1,66
Filtek Supreme XTE (incremental)	0,80
Filtek Supreme XTE (single fill)	3,25
Tetric Bulk Fill	1,30
SonicFill	1,05
Surefil SDR	3,45
Vitaescence	1,75
Tetric N-Ceram bulk fill	2,05

Internal adaptation of composite restorations with or without an intermediate layer: Effect of polymerization shrinkage parameters of the layer material (2016)

-Seung-Hoon Han et al.

Microcomputed Tomography Evaluation of Polymerization Shrinkage of Class I Flowable Resin Composite Restorations (2016)

-CS Sampaio et al.

Evaluation of polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites using microcomputed tomography (2019)

-Kadriye Aybüke Ersen et al.

Polymerization Shrinkage of Bulk Fill Composites and its Correlation with Bond Strength (2018)

-Lauber Jose dos Santos Almeida Junior et al.

Shrinkage assessment of low shrinkage composites using micro-computed tomography (2014)

-Ronaldo Hirata et al.

μ-CT

Filtek z100		3,96	
Tetric EvoCeram BulkFill		2,31	
Tetric EvoFlow BulkFill		2,75	
Filtek Bulk Fill		2,99	
Filtek Bulk Fill Flowable		3,50	
Filtek Sup. XTE (incremental)	Filtek Sup. XTE (1 incremento)	1,21	2,91
Tetric Bulk Fill		1,21	
SonicFill (incremental)	SonicFill (incremento sonico)	1,69	1,01

Volumetric polymerization shrinkage and its comparison to internal adaptation in bulk fill and conventional composites: A μCT and OCT in vitro analysis (2019)

-Camila S. Sampaio et al.

Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A μCT study (1997)

- Lauber José dos Santos et al.

Admira Xtra Fusion	1,24
Filtek Bulk Fill Posterior	2,19
Tetric Evo Ceram Bulk Fill	1,75
X-tra Fil	0,84
Filtek Z350XT	3,07
Filtek Bulk Fill Flowable	3,34
Surefil SDR	3,36
X-tra Base	3,11
Filtek Z350	3,84

Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites (2019)
-Fabio Antonio Piola Rizzante et al.

Amelogen Plus	2,10
Filtek Bulk Fill Flowable	3,02
Venus Bulk Fill	4,07
SureFil SDR	6,55
Tetric EvoCeram Bulk Fill	1,26
SonicFill bulk fill	1,02

Assessment of cuspal deflection and volumetric shrinkage of different bulk fill composites using non-contact phase microscopy and micro-computed tomography (2018)
-Martin Prager et al.

μ-CT

Filtek Bulk Fill Flowable	3,34
SDR Surefil	3,37
Tetric Evo Ceram Bulk Fill	2,36
Venus Bulk Fill	4,03
X-tra Base	3,05
Filtek Supreme XTE Flowable	3,92
Filtek Z250 Universal	2,31

Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing (2015)
-José Zorzina et al.

Balança de alta precisão

Filtek Supreme	1,36
Charisma Diamond	1,12
Amelogen Plus	2,00
Tetric N-Ceram Bulk fill	1,21
Venus Bulk Fill bulk fill	2,27

Internal adaptation of resin composites at two configurations: influence of polymerization shrinkage and stress (2016)
-Seung-Hoon Hana et al.

Venus Bulk Fill	4,40
SureFil SDR	3,57
SonicFill	1,76
Filtek Supreme Ultra Flowable	3,43
Esthet X HD	1,96
Esthet X Flow	3,87
Bulk Ormocer	1,08
SonicFil	1,44
SDR	2,60
x-tra base	2,65
Tetric N Flow	2,71
SDR	1,49
Venus Bulk Fill	1,75
G-aenial Universal Flow	1,28
Filtek Supreme Ultra	1,15
Tetric N Ceram Bulk Fill	1,48
Filtek Z350	0,86
SDR	2,31
Venus Bulk Fill	2,45
Tetric N.ceram	1,09
SonicFill	1,17

Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins (2014)
-D. Garcia et al.

Polymerization shrinkage and shrinkage force kinetics of high and low-viscosity dimethacrylate- and ormocer-based bulk-fill resin composites (2018)
-Tobias T. Taubäck et al.

Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin (2015)
-J.Jang et al.

Comparison of Polymerization Shrinkage, Physical Properties, and Marginal Adaptation of Flowable and Restorative Bulk Fill Resin-Based Composites (2017)
-JH Jung SH Park

Amostras, linómetro

Beautiful Bulk Restorative	1,48
Beautifulfill	2,21
Beautiful Bulk Flowable	3,02
Beautiful FlowPlus F00	4,26
Tetric N-Ceram BulkFill	2,10
Tetric N-Ceram	2,11
SDR	3,38

Degree of Conversion and
Polymerization Shrinkage of Bulk-
Fill Resin-Based Composites
(2017)
-P Yu et al.



Acuvol analyzer

Tetric EvoCream Bulk Fill	1,94
Filtek Bulk Fill posterior	1,62
SonicFill	2,15
Kalore	0,88
Filtek LS	0,39
Herculite Ultra	1,39
Estelite Σ Quic	1,05
Filtek Supreme Ultra	1,20

Polymerization Behavior and
Mechanical Properties of High
Viscosity Bulk Fill and Low
Shrinkage Resin Composites
(2017)
-S Shibasaki et al.



Dilatómetro
com enchimento
de água

Aura Bulk Fill	-2396,12 ($\mu\epsilon$)
FiltekTM Bulk Fill Posterior	-2456,97($\mu\epsilon$)
Tetric N-Ceram Bulk Fill	-1940,65($\mu\epsilon$)
Admira Fusion-Ormocer	-1520,90($\mu\epsilon$)
Zirconfill	2913,00($\mu\epsilon$)

($\mu\epsilon$)=microstrain

Polymerization Shrinkage
Evaluation of Restorative Resin-
Based Composites Using Fiber
Bragg Grating Sensors
(2019)
-Rodrigo Lins et al.



FBG sensors

FiltekZ250	2,09
SonicFill	2,05
TetricNCeram BulkFill	2,22
Filtek z350 XT	3,53
SureFil SDR	2,99
Filtek Bulk Fill	3,05

Polymerization shrinkage, modulus,
and shrinkage stress related to
tooth-restoration interfacial
debonding in bulk-fill composites
interfacial debonding in bulk-fill
composites
(2015)

-Ryan Jin-Young Kim et al.



Bonded-disc method

Gradia direct posterior	2,09
G-aenial posterior	2,13
G-aenial anterior	2,28
G-aenial universal flow	4,50
Ever X posterio	3,36
Venus diamond	1,89
Venus bulk fill	4,20
Tetric Evocera	1,83
Tetric Evoceram bulk fill	2,27
Smart dentin replacemen	3,30
Spectrum TPH	3,00
Filtek supreme XTE	2,44
Estelite flow quick	3,92
Beautifil flow plus	4,60
Grandio SO heavy flow	3,34
X-tra base	3,39
N'Durance	2,61
Premise	2,01
Filtek Z250	2,18
SonicFill	2,08
Tetric N-Ceram Bulk-Fill	2,11
Filtek Z350 XT Flowable	3,52
SureFil SDR Flow	2,88
Filtek Bulk-Fill Flowable	3,17
Venus Bulk Fill	3,36*
SDR	2,80*
x-tra base	2,76*
Tetric EvoCeram Bulk Fill	2,03*
SonicFill	1,83*
Tetric EvoCeram	1,58*

*Valor medio por resultados de polimerização por 30s, ou seguindo as instruções do fabricante

Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites (2016)
-Hanan Al Sunbul et al.

Bonded-disc method

Influence of the Compliance and Layering Method on the Wall Deflection of Simulated Cavities in Bulk-fill Composite Restoration (2016)
-Y-J Kim et al.

Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation (2015)
-AR Benetti et al.

Os resultados na tabela 2 demonstram a resina composta testada, a contração de polimerização (expressa em “%” ou quando especificado noutra unidade), o artigo relativo e equipamento para medir a propriedade mecânica de contração de polimerização.

Nem todos os resultados das resinas compostas examinadas têm os mesmos critérios de avaliação:

- O tempo de polimerização varia de estudo para estudo. Quando dentro do mesmo estudo, o mesmo tipo de resinas compostas tem vários resultados, devido a diferentes tempos de polimerização, isto é especificado. O resultado na tabela é o valor médio.
- A técnica de colocação da resina é variável: incremental, incremento único ou ambos, ou sónico. Também neste caso, quando necessário, é especificado o tipo de técnica que foi realizada.

Em todos os artigos levados em consideração, foram examinadas 131 resinas compostas (no total, 59 tipos diferentes de resinas sem contar quando utilizadas por mais de um artigo), dos quais:

- 82 (54,19 %) Bulk Fill: 39 (29,77 %) de baixa viscosidade; 42 (32,06 %) de alta viscosidade;
- 12 (9,16 %) Nanoparticuladas convencionais;
- 13 (9,92 %) Microhíbridas convencionais;
- 11 (8,39 %) Nanohíbridas convencionais;
- 13 (17,57 %) Resinas de viscosidade fluída (microparticuladas, microhíbridas, nanohíbridas ou nanoparticuladas).

O valor de contração da polimerização é definido como a diferença expressa em quantidade volumétrica (%) entre duas amostras do mesmo material, antes e após irradiação induzida por luz fotopolimerizadora. Quanto menor o valor obtido, mais nos aproximamos da contração ideal do material examinado.

Para cada artigo, os melhores valores de contração volumétrica foram destacados. Pode-se ver rapidamente observando a tabela, que as resinas compostas nanoparticuladas obtiveram uma contração ideal na maioria dos casos. Somente 3 artigos, em que as nanoparticuladas estavam presentes, não atingiram o valor de menor contração volumétrica, mas apresentaram na mesma um resultado bastante satisfatório.

O estudo realizado pela equipa de investigação de Almeida Junior *et al.*, demonstra que a resina composta nanoparticulada “Filtek™ Supreme XTE” é examinada com dois métodos diferentes, sendo que um é realizado com a técnica incremental e uma segunda medição é realizada com a técnica de incremento único. A primeira medição regista 0,8 % como valor de contração volumétrica, e a técnica de incremento único mostra 3,25 %. Foi observada a diferença entre a resina composta Sonic Fill™ (resinas compostas bulk fill) e XTE (resinas compostas convencionais nanoparticuladas) quando colocado num único incremento.⁽⁵⁾

Al Sunbul *et al.*, realizaram o único artigo em que são comparadas resinas compostas de 5 categorias diferentes: bulk fill, resinas tradicionais (microhíbridas, nanoparticuladas, nanohíbridas) e de viscosidade fluída. O valor de contração de polimerização mais próximo do ideal foi 1,83 % (Tetric® Evoceram, resina composta convencional nanohíbrida), e o valor de maior contração foi 4,68 % (Shofu® Beautifil flow plus, viscosidade fluída). O melhor valor para as resinas compostas Bulk Fill foi 2,27 % (Tetric® Evoceram-Bulk Fill, resina composta Bulk Fill), o pior foi 4,27 % (Venus® Bulk Fill, resina composta Bulk Fill).⁽⁶⁾

No artigo realizado por Prager *et al.*, resinas compostas SureFil® SDR® (resina composta bulk fill) apresentaram as maiores percentagens de contração volumétrica (6,55 %), significativamente diferente de todas as outras resinas compostas. O segundo valor mais alto de contração foi observado para Venus® Bulk Fill (resina composta bulk fill) (4,07 %), não significativamente diferente de Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative (resina composta bulk fill) (3,02 %), que por seu lado não foi significativamente diferente do Amelogen™ Plus (resina composta convencional microhíbrida) (2,10 %). Os menores valores de contração foram observados nos grupos Tetric® Evoceram-Bulk Fill (bulk fill)(1,26 %) e Sonic Fill™ (bulk fill)(1,02 %), embora não significativamente diferente do Amelogen™ Plus (resina composta convencional microhíbrida) (2,10 %).⁽⁷⁾

Para avaliar uma possível diferença nos resultados determinada pelo tempo de irradiação da luz fotopolimerizadora, Zorzin *et al.*, examinaram as resinas compostas com dois tempos diferentes de irradiação (30s, ou seguindo as instruções do fabricante).

Em ambos os modos de irradiação, as resinas compostas Filtek™ Z250 (convencional nanoparticulada) e Tetric® Bulk Fill (bulk fill) tinham os valores de contração significativamente inferiores, seguidos por Voco X-tra Base (bulk fill). No caso do tempo de irradiação indicado pelos fabricantes, a Filtek™ Supreme XTE Flowable (viscosidade fluída) e a Venus® Bulk Fill (bulk fill) tiveram significativamente maior contração volumétrica. Com exceção da Filtek™ Bulk Fill Flowable Restorative (bulk fill), a irradiação prolongada da luz não afeta significativamente a contração de polimerização.⁽⁴⁾

Resumindo, segundo cada artigo, as resinas compostas que obtiveram os melhores resultados (Tabela 3):

Tabela 3 - Seleção das resinas compostas que obtiveram os resultados mais satisfatórios, em estudos *in vitro*.

Artigo	Resina que obteve o melhor resultado	Tipo	Matriz	Carga (wt%)
Prager et al.	Sonic Fill	Bulk Fill	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDMA	83,50
Jang et al.	Filtek Supreme Ultra	Convencional condensável nanoparticulada	bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA and bis-EMA	72,50
Zorzini et al.	Tetric Evoceram	Convencional condensável nanohíbrida	Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA	80,00
Tauböck et al.	Admira Fusion Ormocer	Convencional condensável nanohíbrida	Ormocer	80,00
Sampaio et al.	Bulk Ormocer	Bulk Fill	Ormocer	84,00
Han et al. (2016)	Filtek LS	Convencional condensável Microhíbrida	Bis-GMA, TEGDMA	76,00
Kim et al.	Surefil SDR	Bulk Fill	Modified UDMA, Dimethacrylate	68,00
Yu et al.	Sonic Fill	Bulk Fill	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDMA,	83,50
Kim et al.	Surefil SDR	Bulk Fill	Modified UDMA, Dimethacrylate	68,00
Rizzante et al.	Charisma Diamond	Convencional condensável nanohíbrida	Bis-GMA	82,00
Garcia et al.	Sonic Fill	Bulk Fill	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDMA	83,50
Benetti et al.	Tetric Evoceram	Convencional condensável nanohíbrida	Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA	80,00
Lins et al.	Beautiful Bulk Restorative	Bulk Fill	Bis-GMA, UDMA, Bis- MPEPP, TEGDMA	87,00
Han et al. (2019)	Filtek z350	Convencional condensável nanohíbrida	Bis-GMA/EMA, UDMA	78,50
Al Sunbul et al.	Filtek z250	Convencional condensável nanoparticulada	UDMA, BisEMA, BisGMA, TEGDMA	75,00
Jung et al.	Tetric Evoceram	Convencional condensável nanohíbrida	Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA	80,00
Almeida Junior et al.	Sonic Fill	Bulk Fill	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDMA	83,30
Sampaio et al.	Tetric Evoceram	Convencional condensável nanohíbrida	Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA	80,00
Shibasaki et al.	Vitalescence	Convencional condensável microhíbrida	Bis-GMA	75,00
Ersen et al.	Sonic Fill	Bulk Fill	Bis-GMA, TEGDMA, EBPDMA	83,50
Hirata et al.	X- Tra Fil	Bulk fill	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	86,00
Almeida et al.	Filtek Supreme XTE	Convencional condensável nanoparticulada	BisGMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA	55,60

O valor médio da carga das resinas compostas ilustradas na tabela 3 é 78,59 % (wt).

Quando destacadas para cada categoria, o valor médio da carga com melhores resultados é:

-Bulk fill 72,35 % (wt);

-Convencionais condensáveis: -Nanoparticuladas 67,70 % (wt);

-Nanohíbridas 80,64 % (wt);

-Microhíbridas 75,50 % (wt).

Como pode ser constatado, as resinas compostas mencionadas que obtiveram os melhores resultados são de tipo BF (convencionais condensáveis), respetivamente, nanoparticuladas, nanohíbridas, microhíbridas. Observando a tabela 3, nota-se que nos vários tipos de resinas compostas incluídas nesta revisão não surgem os de viscosidade fluída.

No total dos artigos considerados as resinas compostas tipo bulk fill obtiveram o melhor resultado em 47,61 % dos artigos^(3,7-15) as nanoparticuladas 14,28 %, ^(4,5,16) as nanohíbridas em 33,33 %, ^(2,6,17-20) as microhíbridas no 9,52 %.⁽²¹⁻²³⁾

Tabela 4 - Resumo das resinas avaliadas nos artigos selecionados, sem contar quando utilizadas por mais de um artigo.

<u>Código</u>	<u>Material/Fabricante</u>	<u>Tipo</u>	<u>Matriz</u>	<u>Carga (wt %)</u>
ADM	Admira Xtra Fusion VOCO, Cuxhaven, Germany	Bulk fill Alta viscosidade	BisGMA, TEGDMA, UDMA	84,00
BBR	Beautifill Bulk Restorative Shofu Inc. Kyoto, Japan	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA, UDMA, Bis-MPEPP, TEGDMA	87,00
BBF	Beautifil Bulk Flowable Shofu Inc, Kyoto, Japan	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA, Bis M-PEPP, TEGDMA	72,50
B ORM	Bulk Ormocer VOCO, Cuxhaven, Germany	Bulk fill Alta viscosidade	ORMOCERa	84,00
EVX	Ever X posterior GC Corporation, Tokyo, Japan	Bulk Fill Baixa viscosidade	Bis-GMA, TEGDMA, PMMA	57,00
FB	Filtek Bulk-Fill 3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Bulk Fill Baixa viscosidade	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	64.50
FBF	Filtek Bulk Fill Flowable Restorative 3M ESPE N428456	Bulk Fill Baixa viscosidade	UDMA, dimetacrilato, BisEMA, BisGMA, TEGDMA	50,00
GUF	G-aenial Universal Flo GC Co., Milford, DE, USA	Bulk Fill Baixa viscosidade	UDMA, Bis-MEPP, TEGDMA	69,00
SBF	SonicFill Kerr, Orange, CA, USA	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA, TEGDMA, EBPADMA	83.50
SDR	SDR Surefil Dentsply 6251	Bulk Fill Baixa viscosidade	UDMA modificado, Dimetacrilato	68,00
TBF	Tetric Evo Ceram Bulk Fill Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	Bulk Fill Baixa viscosidade	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	62.50
TB	Tetric N-ceram bulkfill Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-Gma, UDMA dimetacrilato co-monómeros	78,00
TEC	Tetric evoceram bulk fill Ivoclar Vivadent	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA dimetacrilato uretano, trifluoruro itterbio, Bis-EMA	78,00
TEF	Tetric evoflow bulk fill Ivoclar Vivadent	Bulk Fill Baixa viscosidade	Bis-GMA dimetacrilato uretano, Trifluoruro itterbio, Bis-EMA	68,00
TNB	Tetric N-Ceram Bulk-Fill Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA	78,00
VBF	Venus Bulk Fill Heraeus 10031	Bulk fill Baixa viscosidade	UDMA, EBADMA	65,00
XB	X-tra base	Bulk Fill Alta viscosidade	UDMA, Bis-EMA	75,00
XF	X-tra Fil VOCO, Cuxhaven, Germany	Bulk fill Alta viscosidade	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA,	86,00
XTB	X-tra Base Voco 1250061	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	75,00
Z100	Filtek z100 3M ESPE	Bulk Fill Alta viscosidade	Bis-GMA, TEGDMA	78,50
Z350F	Filtek Z350 XT Flowable 3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Bulk Fill Baixa viscosidade	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	65,00

AMP	Amelogen Plus Ultradent Products, UT, USA	Tradicional microhíbrida	Bis-GMA	76,00
AP	Amelogen Plus Ultradent, South Jordan, UT, USA	Tradicional microhíbrida	Bis-Gma, TEGDMA	76,00
BT	Beautifil Shofu Inc, Kyoto, Japan	Tradicional microhíbrida	Bis-GMA, TEGDMA	83,30
EQ	Estelite Quick Tokuyama Dental	Tradicional microhíbrida	bis-GMA, TEGDMA	82,00
EXHD	Esthet X HD Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany	Tradicional microhíbrida	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	76,00
GA-A	G-aenial anterior GC Corporation, Tokyo, Japan	Tradicional microhíbrida	UDMA, dimetacrilato	63,00
GA-P	G-aenial posterior GC Corporation, Tokyo, Japan	Tradicional microhíbrida	UDMA, dimetacrilato	65,00
GDP	Gradia direct posterior GC Corporation, Tokyo, Japan	Tradicional microhíbrida	UDMA, DM	65,00
LS	Filtek LS 3M ESPE	Tradicional microhíbrida	Bis-GMA, TEGDMA	76,00
STPH	Spectrum TPH Dentsply Caulk, Milford, Delaware, USA	Tradicional microhíbrida	BisGMA, Bis-EMA & TEGDMA	57,00
TN	Tetric N-Ceram Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	Tradicional microhíbrida	Dimetacrilato	75,00
VT	Vitalescence	Tradicional microhíbrida	Bis-Gma	75,00
BFP	Beautifil Flow Plus Shofu Inc, Kyoto, Japan	De viscosidade fluída microhíbrida	Bis-GMA, TEGDMA	67,30
BFF02	Beautifil Flow F02 Shofu Inc, Kyoto, Japan	De viscosidade fluída nanohíbrida	Bis-GMA, TEGDMA	66,80
BFF00	Beautifil Flow F00 Shofu Inc, Kyoto, Japan	De viscosidade fluída microhíbrida	Bis-GMA, TEGDMA	67,30
EFQ	Estelite flow quick Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan	De viscosidade fluída microhíbrida	Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA	53,00
EXF	Esthet X flo Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany	De viscosidade fluída microparticulada	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	61,00
FSF	Filtek Supreme XTE Flowable 3M ESPE N359823	De viscosidade fluída microparticulada	Dimetacrilato substituído, BisGMA, TEGDMA	50,00
FSUF	Filtek Supreme Ultra Flowable 3M ESPE N359823	De viscosidade fluída nanoparticulada	BisGMA, TEGDMA, resinas Procrylat	65,00
GA-F	G-aenial universal flo	De viscosidade fluída microhíbrida	UDMA Bis-MePP, TEGMA	69,00
GSO	Grandio SO heavy flow Voco, Cuxhaven, Germany	De viscosidade fluída nanohíbrida	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA	68,00

PF	Permaflo Flowable Ultradent Products GmbH 51149 (Ger)	De viscosidade fluída microhíbrida	BisGMA, TEGDMA, MFP	68,00
TF	Tetric N-Flow Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein N03326	De viscosidade fluída microparticulada	Dimetacrilatos, incluindo TEGDMA	68,20
VT	Vertise Flow Self-adhering flowable	De viscosidade fluída microhíbrida	GPDM	70,00
ADF	Admira Fusion-Ormocer VOCO, Cuxhaven, Germany	Tradicional nanohíbrida	Ormocer (ácido silícico modificado organicamente)	84,00
CD	Charisma Diamond Heraeus Kulzer, Dormagen, Germany	Tradicional nanohíbrida	Bis-Gma	82,00
HU	Herculite Ultra Kerr Corp	Tradicional Nano-híbrida	bis-GMA, TEGDMA, bis- EMA	72,50
KL	Kalore GC Corp	Tradicional nanohíbrida	UDMA, dimetacrilato co- monómeros e monómero DX-511.	82,00
ND	N'Durance Septodont, France	Tradicional nanohíbrida	Bis-GMA, UDMA, DDCDMA	65,00
PR	Premise Kerr Corporation, Orange, USA	Tradicional nanohíbrida	BIS-EMA, TEGDMA	69,00
TEC	Tetric Evo Ceram Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	Tradicional nanohíbrida	Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA	80,00
ZNF	Zirconfill Technew, Rio de Janeiro, Brazil	Tradicional nanohíbrida	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, UDMA	80,00
Z350	Filtek Z350 XT 3M ESPE, St Paul, MN, USA	Tradicional nanohíbrida	Bis-GMA/EMA, UDMA	78,50
FS	Filtek Supreme 3M ESPE, St Paul, MN, USA	Tradicional nanoparticulada	Bis-GMA/EMA, UDMA Bis-GMA	78,50
FSE	Filtek supreme XTE 3M ESPE	Tradicional nanoparticulada	BisGMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA	55,60
SU	Filtek Supreme Ultra 3M ESPE	Tradicional nanoparticulada	bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA, bis-EMA	72,50
VD	Venus diamond Heraeus Kulzer GmbH, Germany	Tradicional nanoparticulada	TCD-DI-HEA, UDMA	64,00
Z250	Filtek Z250 Universal Restorative 3M ESPE N217339	Tradicional nanoparticulada	UDMA, BisEMA, BisGMA, TEGDMA	75,00

5. Discussão

5.1 Resinas compostas

A resina composta é um material usado na medicina dentária com a finalidade de mimetizar os dentes. A sua aplicação é muito ampla, podendo ser usada para mudar a forma dos dentes, restaurar dentes fraturados, preencher cavidades provocadas pela cárie e minimizar imperfeições do esmalte dentário.⁽¹⁾

5.1.1 Composição

As resinas compostas são constituídas por uma matriz orgânica, uma matriz inorgânica e um agente de união.

As resinas compostas são constituídas por monómeros tais como, Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), Trietileno Glicol Dimetacrilato (TEGDMA), Uretano Dimetacrilato (UDMA), 2-hidroxiethyl metacrilato (HEMA) e Bisfenol Hidroxietil Metacrilato (Bis-EMA). Dois destes monómeros são particularmente relevantes em termos de viscosidade.

O Bis-GM é composto pelo ácido metacrílico e o éter de metacrilato de bisfenol A. Quimicamente, o Bis-GMA possui um núcleo central rígido composto por um anel fenil e dois grupos hidroxilos, responsáveis por uma viscosidade extremamente alta.

O TEGDMA é uma molécula com dois grupos funcionais de metacrilato semelhantes aos do Bis-GMA. Entre os dois grupos metacrilato, existe uma cadeia linear, portanto, possui

menor viscosidade em comparação com Bis-GMA. Devido à sua menor viscosidade, é usado como diluente para o Bis-GMA, melhorando o manuseamento da resina composta com possibilidade de incorporar uma carga mais alta.⁽¹⁾

As resinas polimerizam devido à presença de fotoiniciadores na sua composição, tal como canforquinona (CQ) com Dimetilamino etil metacrilato (DMAEMA) ou Etil-4-dimetilamino benzoato (EDMAB) como co-fatores, quando expostos a uma fonte de luz visível azul (LED), cujo comprimento de onda varia entre 400 e 500 nanómetros (nm), com pico de absorção em aproximadamente 470 nm. Estas propriedades levam a um alto grau de conversão e profundidade de polimerização.^{(1) (24)}

Com o objetivo de obter um aumento na profundidade de polimerização, os fabricantes das resinas bulk fill, geralmente diminuem a porção inorgânica e aumentam o tamanho das partículas de carga, para além de modificar a translucidez/opacidade das resinas.⁽⁴⁾

A matriz inorgânica é constituída por partículas de diferentes tamanhos, cuja função é reforçar a matriz orgânica e melhorar as propriedades mecânicas, aumentando a resistência mecânica e conseqüentemente, as propriedades estéticas da resina composta. Os tipos de partículas utilizadas são principalmente vidro de bário, boro, zinco, estrôncio, silicato de lítio/alumínio.

As resinas compostas são classificadas de acordo com o tamanho das partículas, tipo e quantidade de carga:

- macroparticuladas (maior 50 μm);
- microhíbridas (1-50 μm ; 0.1 a 1 μm);
- microparticuladas (1-50 μm);
- nanoparticuladas (1 a 100 nm).⁽¹⁾⁽²⁴⁾.

5.1.2 Fotoiniciadores

Além dos monómeros, os fotoiniciadores também estão presentes na composição das resinas compostas fluidas convencionais e autoadesivas. São responsáveis pela geração de radicais livres que darão início ao processo de polimerização. O processo de fotopolimerização inicia-se devido ao sistema de foto-iniciação, que inclui o fotoiniciador.

O fabricante da resina composta Tetric Bulk Fill propõe Ivocerin®, um foto-iniciador, que inclui um maior coeficiente de absorção do que a canforquinona (CQ). Isso significa que o iniciador é muito mais reativo à luz que a CQ.⁽⁷⁾

5.1.3 Contração de polimerização e fatores relacionados

As resinas compostas mostraram um bom nível de sucesso como material restaurador, houve esforços contínuos para melhorar as suas propriedades físicas e mecânicas, como também as técnicas operacionais usadas para aplicá-las.⁽⁷⁾

Um objetivo importante na pesquisa e desenvolvimento das resinas compostas é melhorar a sua longevidade clínica e a facilidade do seu uso. Desde a sua introdução na medicina dentária, que as resinas compostas adquiriram muitas melhorias em termos de carga, matriz e fotoiniciadores.⁽⁷⁾⁽²⁴⁾

Uma das principais dificuldades relacionadas com as restaurações de resina composta é superar a sua contração volumétrica intrínseca e o seu stress de polimerização.⁽²⁾

A polimerização por radicais livres dos materiais resinosos está associada a uma contração “pós-gel”, ou seja, uma contração volumétrica intrínseca. O fenómeno consequente, que deve ser diferenciado da contração volumétrica, é o stress da contração. Sendo este o stress refletido na interface adesiva devido à ligação do material à base de resina às paredes da cavidade, promovido por sistemas adesivos. Microscopicamente os monómeros estabelecem ligações covalentes, reduzindo a distância entre si e diminuindo o volume livre.

A composição das resinas compostas é fundamental. A carga e a matriz orgânica têm efeito significativo sobre o módulo de elasticidade, contração e geração de stress. Atualmente, a carga geralmente excede o 60 % (volume), e juntamente com a composição da matriz de resina, determina a magnitude da contração volumétrica. As resinas compostas bulk fill podem ser de alta viscosidade (condensáveis) ou baixa viscosidade (fluídas), propriedade que lhes pode dar uma diferença em termos de contração volumétrica.

Outros fatores foram descritos, que afetam o stress de contração e os fenómenos de contração volumétrica, como o fator de configuração da cavidade chamado fator C, a profundidade e o volume do material restaurador, o uso de diferentes métodos de irradiação de luz, entre outros.⁽⁷⁾

O fator C, é o quociente entre o número de superfícies aderidas e as não livres, afeta marcadamente a extensão e a contração de polimerização. Cavidades com fator C mais alto e aquelas com dimensões maiores apresentam contração de polimerização aumentada.⁽²²⁾

5.1.4 Consequências clínicas inerentes à contração volumétrica

A contração volumétrica de polimerização das resinas compostas, em média de 2 % a 3 %, poderia causar vários problemas nas interfaces entre o dente e o material restaurador (ver figura 1). Estas interfaces podem contribuir para a formação de cárie dentária secundária ou alterações patológicas na polpa.⁽²⁾

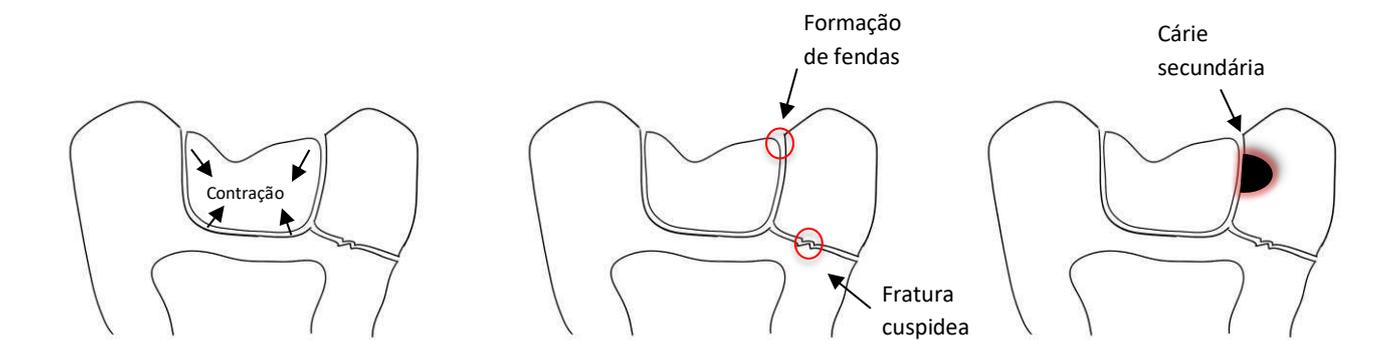


Figura 1 - Consequências inerentes à contração de polimerização numa restauração em resina composta

A formação de fendas pode resultar de tensões excessivas de contração na interface entre a restauração e o dente, o que pode ser uma consequência da taxa de polimerização do material e a magnitude da contração da polimerização. Além disso, as tensões de contração são influenciadas pela composição e pelo conteúdo de carga da resina composta. O grau de conversão, bem como a profundidade da polimerização do material, também provavelmente influenciam o desenvolvimento de tensões, o que pode afetar a qualidade da ligação na interface das restaurações. Nos materiais com maior contração de polimerização, é mais provável que as tensões interfaciais sejam maiores do que as forças de deflexão das cúspides. Se estas tensões interfaciais excederem as que podem ser suportadas pela camada adesiva, ocorrerá a formação de fendas, comprometendo assim o reforço adesivo da estrutura dentária.⁽²⁾

5.1.5 Soluções para controlar a contração de polimerização

Foi proposto na literatura a técnica incremental, conhecida como “elastic cavity wall”, descrita clinicamente como sendo o método ideal para diminuir a contração volumétrica e a tensão cúspidea. Deste modo, o volume resultante da contração de um incremento é compensado pela adição de um incremento subsequente.⁽¹⁵⁾

As técnicas de aplicação de resinas compostas de tipo bulk fill tornaram-se amplamente utilizadas após o desenvolvimento de materiais com tensões de contração da polimerização controlada e redução da deflexão cúspidea.

O uso de incrementos mais espessos nas resinas bulk fill deve-se à sua maior translucidez, que permite uma penetração da luz mais em profundidade, e ao desenvolvimento da dinâmica do fotoiniciador. Além da profundidade aprimorada, as resinas compostas bulk fill recentemente desenvolvidas exibem menor tensão de contração de polimerização e taxas de contração menores do que as resinas compostas híbridas e de viscosidade fluída. No entanto, quando se utiliza resinas bulk fill verifica-se um maior módulo de elasticidade e um aumento de deformação, provocando uma acumulação de stress interfacial, originando uma deflexão cúspidea e fendas marginais.^(2,12,15)

Sobre a composição das resinas, foi descrito um fotoiniciador a base de germânio (Ivocerin[®]) que possui uma atividade foto-reativa mais alta do que a canforquionona (CQ). Demonstra um maior espectro de absorção na faixa de 350 a 470 nm em comparação com o CQ. Como consequência, apresenta a capacidade de reduzir o tempo de polimerização e aumentar a profundidade de polimerização das resinas compostas.^(15,19)

Outra molécula mencionada nos artigos é o Ormocer[®] (ORganic MOdified CERamic) que é um polímero híbrido inorgânico-orgânico, presente em algumas resinas compostas devido à sua quantidade reduzida de resina orgânica. Foi descrito na literatura que o Ormocer causa menor contração de polimerização em comparação com as resinas compostas à base de dimetacrilato.⁽⁹⁾

Além dos fatores teóricos mencionados que induzem uma contração reduzida da polimerização, o que é evidente na análise dos artigos selecionados é a relevância da quantidade de carga presente em cada resina composta, conforme descrito na *tabela 3*, onde o valor médio da carga é relativamente alto 77,50 % (wt).

As resinas compostas de viscosidade fluída, por exemplo, devido à maior concentração de matriz orgânica e menor percentagem de partículas inorgânicas, apresentam maior contração de polimerização. As resinas compostas com menor percentagem de cargas inorgânicas são, respetivamente, aquelas com maior contração de polimerização.⁽⁷⁾ As resinas compostas bulk fill têm uma contração comparável às nanoparticuladas tradicionais. A resina composta Tetric Bulk Fill apresenta um novo iniciador Ivocerin[®] que com a canforquinona / amina presente no compósito confere polimerização adequada, mesmo em grandes incrementos. Contém, também partículas pré-polimerizadas que diminui a contração. Segundo Almeida Junior *et al.*, a resina composta mencionada apresentou um resultado semelhante, mas ligeiramente pior que o Filtek Supreme XTE (convencional nanoparticulada), graças à sua técnica de colocação de incrementos.⁽⁵⁾

Segundo Hirata *et al.*, quando um adesivo é aplicado ao substrato do dente antes da restauração, a ligação entre a resina composta e a estrutura do dente diminui a contração volumétrica geral das resinas compostas, devido às forças na direção oposta à contração geradas pela adesão entre o material e a parede circundante do dente.⁽²³⁾

Entretanto, embora a contração de polimerização seja muito importante como uma característica inerente às resinas compostas, é preciso ter em consideração outros fatores essenciais para poder classificar um material como ideal, tais como: deflexão cúspidea, adaptação marginal, profundidade de polimerização, microdureza, grau de conversão, adaptação interna, stress por contração, propriedades que influenciam significativamente o sucesso da restauração.⁽¹⁷⁾⁽²⁾⁽¹²⁾

5.2 Técnicas utilizadas para medir a contração de polimerização

É apropriado especificar as condições sobre as quais as várias resinas compostas foram examinadas. Para o primeiro grupo de artigos, são utilizados molares nos quais é preparada uma cavidade e *micro-tomografia computadorizada* (μ CT). A μ CT demonstrou a sua eficácia na avaliação e visualização das resinas compostas em relação a algumas variáveis dadas por polimerização, ou seja, contração volumétrica e diminuição da dureza. O uso da μ CT permite obter imagens não destrutivas bidimensionais e tridimensionais (3D) e a possibilidade de analisar o comportamento do material dentro de uma determinada configuração geométrica, como uma cavidade dentária.⁽¹⁰⁾

Outro grupo de resinas usa um instrumento chamado *Linómetro*:

As resinas compostas não polimerizadas são distribuídas num anel de politetrafluoretileno (Teflon) uma lâmina na base que é revestida com um meio de separação, para permitir que a resina composta se contraia sem aderir à superfície. Uma placa de alumínio plano lubrificado, paralela à lâmina, cobre o lado aberto da amostra. Uma vez instaladas, as amostras compostas são polimerizadas por 20 segundos usando a luz fotopolimerizadora. A análise é realizada por um linómetro, constituído por um transdutor de deslocamento, cujo sensor posicionado num tubo de quartzo verticalmente orientado.⁽¹⁶⁾

O analisador de retração volumétrica *Acuvol* (Bisco Inc, Schaumburg, IL, EUA) é um dispositivo de imagem, que pode ser usado na modalidade “reconstrução volumétrica”. As amostras das resinas compostas são modeladas manualmente numa superfície e posicionadas acima do pedestal rotacional em politetrafluoretileno, ao lado da câmara Acuvol e na frente da câmara CCD (couple-charged device).

As amostras são registadas a uma distância de 10 cm e depois irradiadas por 20 segundos usando a mesma luz fotopolimerizadora. Depois, as imagens são digitalizadas e analisadas com o software de processamento de imagens. O volume de amostras antes e após o endurecimento foi registado como “V1” e “V2”, respetivamente. A contração volumétrica para as várias resinas compostas é calculado com a seguinte equação: contração volumétrica (%) = $((V1-V2) / V1) \times 100$.⁽¹³⁾

Bonded disc method: as resinas compostas foram colocadas numa placa de vidro presa a um anel de metal. Uma folha de vidro fina e flexível é posicionada acima do anel, sobre a qual fica um transformador diferencial variável linear (LVDT). Uma luz fotopolimerizadora é colocada sobre a folha de vidro e é ativada nos materiais estudados pelo tempo necessário. Quando a ativação da luz inicia, os materiais contraem e deformam a chapa de vidro, com o consequente deslocamento do LVDT.⁽¹⁴⁾

Fiber Bragg sensors: podem ser usados como elementos de deteção direta para contrações dimensionais e temperatura. Um FBG é uma modulação periódica do índice de refração ao longo do núcleo da fibra, que opera como um filtro de comprimento de onda altamente seletivo. Quando um FBG é iluminado por uma fonte de luz de banda larga, como um laser, apenas os comprimentos de onda que atendem à condição de Bragg são refletidos, enquanto todos os outros são transmitidos. Após o processo de inscrição FBG, os sensores são configurados para detetar alterações devido à deformação e temperatura. Para a caracterização da deformação, a fibra óptica contendo o FBG é fixada entre um suporte rígido e um estágio de translação linear.⁽¹⁷⁾

Balança de precisão: a contração de polimerização é avaliada com o princípio de Arquimede por meio de um kit de determinação de densidade, instalado numa balança de alta precisão. A densidade das resinas compostas não polimerizadas é determinada medindo o peso no ar e no meio de flutuação (23 °C, em solução aquosa de laurilsulfato de sódio a 0,1 %). Os materiais são fotopolimerizados conforme indicado pelo fabricante com uma polimerização por luz LED. As densidades dos materiais fotopolimerizáveis são medidas após 24 horas de armazenamento em água destilada a 37 ° C. A contração volumétrica da polimerização foi calculada usando a equação: $(P_c - P_\mu)/P_c \times 100$.⁽⁴⁾

Dilatômetro com enchimento de água: este aparelho é composto por um dilatômetro preenchido por água e um tubo capilar.

É anexado a uma garrafa de densidade de 25 cm^3 com fundo de latão utilizando um conector de vidro. A resina composta é colocada em molde de Teflon (4,0 mm de diâmetro; 2,0 mm de altura) e coberto por uma placa de vidro de 0,5 mm de espessura. A extremidade da lâmpada fotopolimerizadora foi colocada num orifício na tampa de vidro e a amostra foi irradiada por 30 segundos.

A mudança na altura do menisco da água é registada usando uma câmara CCD (charge-coupled device) cada cinco segundos, desde a radiação irradiada até 180 segundos. A contração volumétrica das amostras é calculada a partir da alteração na altura do menisco (Δh) utilizando a equação: $\Delta h = 0,25\pi \times \Delta h \times d^2$, (d é o diâmetro do tubo capilar).⁽²¹⁾

6. Conclusões

De forma geral, as resinas bulk fill são consideradas uma boa opção para restaurações em dentes posteriores, principalmente pelas vantagens na técnica de aplicação e de polimerização. Deste modo, podemos concluir o seguinte:

- As resinas compostas de tipo bulk fill de alta viscosidade possuem ótimos valores de contração de polimerização, comparáveis às resinas compostas tradicionais condensáveis.
- As resinas bulk fill de baixa viscosidade, geralmente obtiveram os resultados de maior contração volumétrica.
- O uso de adesivo diminui a contração volumétrica das resinas compostas.
- A contração de polimerização registada nos vários artigos demonstra uma relação direta com a concentração de carga inorgânica, quanto maior o conteúdo inorgânico da resina, melhor o resultado em termos de contração volumétrica.

7. Bibliografia

1. Pratap B, Gupta RK, Bhardwaj B, Nag M. Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Jpn Dent Sci Rev.* 2019;55(1):126–38.
2. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Pedersen MK, Honoré D, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: Polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent.* 2015;40(2):190–200.
3. Almeida LJDS, Penha KJ de S, Souza AF, Lula ECO, Magalhães FC, Lima DM, et al. Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A μ CT study. *Braz Oral Res.* 2017;31:e100.
4. 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):293–301.
5. Almeida Junior LJ dos S, Lula EC de O, Penha KJ de S, Correia VS, Magalhães FAC, Lima DM, et al. Polymerization shrinkage of bulk fill composites and its correlation with bond strength. *Braz Dent J.* 2018;29(3):261–7.
6. Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites. *Dent Mater.* 2016;32(8):998–1006.
7. Prager M, Pierce M, Atria PJ, Sampaio C, Cáceres E, Wolff M, et al. Assessment of cuspal deflection and volumetric shrinkage of different bulk fill composites using non-contact phase microscopy and micro-computed tomography. *Dent Mater J.* 2018;37(3):393–9.
8. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Oper Dent.* 2015;40(2):172–80.
9. Tauböck TT, Jäger F, Attin T. Polymerization shrinkage and shrinkage force kinetics of high- and low-viscosity dimethacrylate- and ormocer-based bulk-fill resin composites. *Odontology.* 2019;107(1):103–10.

10. Sampaio CS, Chiu KJ, Farrokhmanesh E, Janal M, Puppini-Rontani RM, Giannini M, et al. Microcomputed tomography evaluation of polymerization shrinkage of class I flowable resin composite restorations. *Oper Dent*. 2017;42(1):E16–23.
11. Han SH, Sadr A, Tagami J, Park SH. Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress. *Dent Mater*. 2016;32(9):1085–94.
12. Kim YJ, Kim R, Ferracane JL, Lee IB. Influence of the compliance and layering method on the wall deflection of simulated cavities in bulk-fill composite restoration. *Oper Dent*. 2016;41(6):e183–94.
13. Yu P, Yap AUJ, Wang XY. Degree of conversion and polymerization shrinkage of bulk-fill resin-based composites. *Oper Dent*. 2017;42(1):82–9.
14. Kim RJY, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent*. 2015;43(4):430–9.
15. Rizzante FAP, Duque JA, Duarte MAH, Mondelli RFL, Mendonça G, Ishikiriama SK. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dent Mater J*. 2019;38(3):403–10.
16. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins. *Oper Dent*. 2014;39(4):441–8.
17. Lins R, Vinagre A, Alberto N, Domingues MF, Messias A, Martins LR, et al. Polymerization shrinkage evaluation of restorative resin-based composites using fiber Bragg grating sensors. *Polymers (Basel)*. 2019;11(5):859.
18. Han SH, Sadr A, Shimada Y, Tagami J, Park SH. Internal adaptation of composite restorations with or without an intermediate layer: Effect of polymerization shrinkage parameters of the layer material. *J Dent*. 2019;80(January):41–8.
19. Jung JH, Park SH. Comparison of polymerization shrinkage, physical properties, and marginal adaptation of flowable and restorative bulk fill resin-based composites. *Oper Dent*. 2017;42(4):375–86.

20. Sampaio CS, Fernández Arias J, Atria PJ, Cáceres E, Pardo Díaz C, Freitas AZ, et al. Volumetric polymerization shrinkage and its comparison to internal adaptation in bulk fill and conventional composites: A μ CT and OCT in vitro analysis. *Dent Mater.* 2019;35(11):1568–75.
21. Shibasaki S, Takamizawa T, Nojiri K, Imai A, Tsujimoto A, Endo H, et al. Polymerization behavior and mechanical properties of high-viscosity bulk fill and low shrinkage resin composites. *Oper Dent.* 2017;42(6):E177–87.
22. Ersen KA, Gürbüz Ö, Özcan M. Evaluation of polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites using microcomputed tomography. *Clin Oral Investig.* 2019;24(5):1687–93.
23. Hirata R, Clozza E, Giannini M, Farrokhmanesh E, Janal M, Tovar N, et al. Shrinkage assessment of low shrinkage composites using micro-computed tomography. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater.* 2015;103(4):798–806.
24. Kim RH, Williams DW, Bae S, Lee RS, Oh JE, Mehrazarin S, et al. Camphorquinone inhibits odontogenic differentiation of dental pulp cells and triggers release of inflammatory cytokines. *J Endod.* 2013;39(1):57–61.

