

Profundidade de cura das resinas bulk fill variando a fonte de luz
Depth of cure of the bulk fill resin composite from different light source
Profundidad de curado de las resinas bulk fill variando la fuente de luz

Recebido: 09/10/2020 | Revisado: 11/10/2020 | Aceito: 14/10/2020 | Publicado: 17/10/2020

Maria Isabela Siqueira Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1149-1314>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: m.isabela.siqueira@hotmail.com

Paulo Cesar Freitas Santos-Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3739-9003>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: paulocesarfs@yahoo.com.br

Lia Dietrich

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-8591>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: lia_dietrich@yahoo.com.br

Tais Alves dos Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3936-7312>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: tais.reis@faculdadepatosdeminas.edu.br

Mariana Araújo Magalhaes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7610-0804>

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

E-mail: marianaaraujo.m@gmail.com

Victor da Mota Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6631-6161>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: victor.martins@faculdadepatosdeminas.edu.br

Resumo

Analisar a profundidade de cura das resinas do tipo Bulk Fill (Fluida e Pasta) alterando a fonte de luz. 10 tipos de resinas foram analisadas: (P) Pasta: Filtek™ One Bulk Fill (F1),

Tetric N-Ceram Bulk Fill (T1); Aura Bulk Fill (A1); OPUS Bulk Fill (O1) e (F) Fluida: Filtek™ Bulk Fill Flow (F2); Tetric N-Flow Bulk Fill (T2); SDR® Plus Bulk Fill Flowable (S2); OPUS Bulk Fill Flow (O2). Foram confeccionados três discos para cada grupo seguindo ISO 4049/2000, através de molde (4x10mm), que foi totalmente preenchido com resina e fotoativado num tempo de 20s, sendo variado a fonte de luz entre Gnatus (G) e Kavo (K). Imediatamente depois as amostras foram removidas e a parte não polimerizada foi retirada com espátula de plástico. A mensuração foi realizada com um micrômetro de precisão $\pm 0,1$ mm. Os dados foram analisados usando ANOVA One-Way e ANOVA Two-Way e teste-t com significância de 0,05. Os grupos T1-K, S1-K, F1-K, F1-G, F2-G e T1-G mostraram resultados de profundidade de polimerização compatíveis com recomendações de fabricante. As fontes de luz G e K não apresentaram diferença ($p = 0,068$), mas entre os grupos (O2-G) (O2-K) ($p = 0,004$) houve diferença. Não foram encontradas diferenças entre as resinas (P-K $p = 0,059$), mas houve: grupo (F-K $p = < 0,050$), entre resinas-K ($p = < 0,050$), entre grupos (P-G) (F-G) e resinas-G ($p = < 0,050$). Resinas fluidas (S2 e T2) apresentaram resultados de profundidade de cura superior a outras. A composição do material, assim como o comprimento de onda, pode ter influenciado nos resultados.

Palavras-chave: Luzes de cura dentária; Resinas compostas; Fotoiniciadores.

Abstract

To evaluate whether Bulk-Fill composite resins (Paste and Flowable) have similar depth of cure varying the light source. Resin composite groups: (P) Paste: Filtek™ One Bulk Fill (F1), Tetric N-Ceram Bulk Fill (T1); Aura Bulk Fill (A1); OPUS Bulk Fill (O1) and (F) Flowable: Filtek™ Bulk Fill Flow (F2); Tetric N-Flow Bulk Fill (T2); SDR® Plus Bulk Fill Flowable (S2); OPUS Bulk Fill Flow (O2). Three discs from each group were made (ISO 4049/2000), in one mold with (4x10mm) was filled with resin and light cured for 20s, varying the light source: Gnatus (G) and Kavo (K). The samples were removed immediately and the uncured portion was removed with a plastic spatula. The measurement was performed with a micrometer ± 0.1 mm and the value divided by 2. The data were analyzed using ANOVA One-Way and ANOVA Two-Way followed by t-test with significance of 0.05. The groups (T1-K, S1-K, F1-K, F1-G, F2-G and T1-G) had an acceptable depth recommended by the manufacturer. Between the light sources K and G there is no difference ($p = 0.068$), more differences has found between the groups (O2-G) (O2-K) ($p = 0.004$). No differences were found between the group PK ($p = 0.059$), but showed for group FK ($p = < 0.050$), between K-resins ($p = < 0.050$), between groups (PG) (FG) and G-resins ($p = < 0.050$). Flowable resins

(S2 and T2) show better depth of cure results than others. The composition of the material, as well as the wavelength, may have influenced the results.

Keywords: Curing light; Composite resins; Photoinitiators.

Resumen

Evaluar si las resinas Bulk Fill (Pasta y Fluido) tienen profundidades de curado similares variando la fuente de luz. Grupos de resina: (P) Pasta: Filtek™ One Bulk Fill (F1), Tetric N-Ceram Bulk Fill (T1); Aura Bulk Fill (A1); OPUS Bulk Fill (O1) y (F): Fluido: Filtek™ Bulk Fill Flow (F2); Tetric N-Flow Bulk Fill (T2); SDR® Plus Bulk Fill Fluido (S2); OPUS Bulk Fill Flow (O2). Se elaboraron tres discos de cada grupo (ISO 4049/2000), se llenó un molde (4x10mm) con resina y se fotocuró durante 20s variando la fuente de luz: Gnatus (G) y Kavo (K). Las muestras se tomaron inmediatamente y la parte no polimerizada se retiró con una espátula de plástico. La medición se realizó con un micrómetro de precisión $\pm 0,1$ mm y el valor se dividió por 2. Los datos se analizaron usando ANOVA One-Way y ANOVA Two-Way seguido por una prueba t con significancia de 0.05. Los grupos (T1-K, S1-K, F1-K, F1-G, F2-G y T1-G) tenían una profundidad aceptable recomendada por el fabricante. No hubo diferencia entre las fuentes de luz K y G ($p = 0.068$), pero hubo una diferencia entre los grupos (O2-G) (O2-K) ($p = 0.004$). No se encontraron diferencias entre resinas (PK $p = 0.059$), pero sí: grupo (FK $p = <0.050$), entre resinas K ($p = <0.050$), entre grupos (PG) (FG) y resinas G ($p = <0,050$). Las resinas fluidas (S2 y T2) mostraron resultados de curado a profundidad superiores a otras. La composición del material, así como la longitud de onda, pueden haber influido en los resultados.

Palabras clave: Lámparas de fotocurado; Resinas compuestas; Fotoiniciadores.

1. Introdução

Em geral, as resinas compostas apresentam em sua formulação matriz orgânica, carga inorgânica, agente de união e sistemas iniciadores e ativadores de fotopolimerização, além dos pigmentos (Di Francescantonio et al., 2016).

A matriz orgânica é constituída por monômeros viscosos como o BISGMA (Bisfenol-A glicidil metacrilato) ou UDMA (uretano dimetacrilato) e um monômero de menor peso molecular como o TEGDMA (Trietileno glicidil dimetacrilato) ou EDMA (Etileno glicol dimetacrilato) (Akarsu & Aktuğ Karademir, 2019). A carga inorgânica pode ser constituída por partículas de vidro, quartzo ou sílica e está diretamente relacionada a estabilidade

dimensional, dureza, resistência e contração de polimerização (Di Francescantonio et al., 2016). A união da matriz orgânica com a carga inorgânica ocorre por silanização (Dressano et al., 2020).

O processo de cura da resina é possível devido aos agentes iniciadores e ativadores e a canforoquinona é, geralmente, o iniciador encontrado nas resinas fotoativadas, juntamente com as aminas terciárias dando início ao processo de fotopolimerização a partir de um comprimento de onda entre 400 e 500 nanômetros (nm), transformando os monômeros em polímeros (Barcelos et al., 2020).

Uma das classificações mais utilizadas para resinas compostas está relacionada ao tamanho das partículas presentes na carga inorgânica sendo as primeiras resinas macroparticuladas, em sequência surgiram as microparticuladas, as híbridas, com subdivisão entre macro e micro-híbridas, e as nanoparticuladas (Di Francescantonio et al., 2016). A maior quantidade e dimensão das partículas de carga garantem maior resistência mecânica, porém seu acabamento e polimento é prejudicado (Rocha Maia et al., 2018).

Apesar de toda evolução, resinas compostas ainda precisam ser inseridas criteriosamente na cavidade, respeitando a técnica incremental e oblíqua, na espessura de, no máximo, 2 milímetros (mm), para permitir a passagem da luz do fotopolimerizador em profundidade e diminuir a contração de polimerização (Aggarwal et al., 2019). Esse tipo de técnica demanda elevado tempo clínico, aumenta as chances de contaminação e bolhas entre incrementos, leva a degradação do compósito, propriedades físicas desfavoráveis e até reações biológicas adversas (Alrahlah et al., 2014).

No intuito de corrigir algumas desvantagens da técnica incremental foram desenvolvidas as resinas bulk fill, elas podem ser inseridas na cavidade em profundidades de 4 a 5 mm (Savadamoorthi et al., 2017). A apresentação destas resinas pode ser em pasta ou fluida, sendo essa última utilizada como base para uma resina bulk-fill pasta ou uma resina convencional, por não apresentar resistência ao desgaste (Savadamoorthi et al. 2017; Rodrigues et al. 2017; P et al. 2020).

As principais vantagens das resinas bulk fill são: reduzida contração de polimerização, boa profundidade de cura e propriedades físicas como resistência ao desgaste, reestabelecimento da função e estética (Aggarwal et al., 2019). Essas características são possíveis devido a modificações nos sistemas fotoiniciadores, melhor correspondência dos índices de refração entre a resina e a carga, translucência geral da matriz aumentada que permite uma maior penetração da luz no interior das áreas mais profundas (Aggarwal et al., 2019; AlShaafi et al., 2018).

Para a fotopolimerização adequada, de qualquer material, é importante assegurar uma correta fonte de luz, comprimento de onda e tempo de exposição apropriado. Além disso o tipo de resina, luz, translucidez, espessura do incremento, distância da ponta da unidade de fotopolimerização, período pós-irradiação e tamanho e distribuição das partículas de carga são requisitos imprescindíveis (Alrahlah et al., 2014; Singla et al., 2018; Tuncdemir & Güven, 2018; Turkistani et al., 2019; Vandewalker et al., [s.d.]).

As resinas bulk fill tem uma formulação parecida com as resinas convencionais; a modificação está, exatamente, nos requisitos importantes para uma boa fotopolimerização em maiores profundidades (Kaplan, 2019). Elas possuem um iniciador chamado Ivocerin®, um composto de germânio que possui amplo comprimento de onda (variando de 370 a 460 nm). Além disso, esse tipo de resina é mais translúcida e sua carga tem tamanho e distribuição melhorada (End, 2017; Jang et al., 2015; Kaplan, 2019; Savadamoorthi et al., 2017).

Quando se inicia a fotopolimerização a resina sofre uma troca do estado viscoso para um estado basicamente sólido, devido a conversão de moléculas de monômero em cadeia de polímeros (Gonçalves et al., 2018). Vários fatores como as propriedades mecânicas, composição química e a estrutura do remanescente do dente determinam a tenção de contração (da Silva Pereira et al., 2020). Outro fator interessante é a translucidez e o tamanho de partícula de carga das resinas bulk fill que variam de 0,1 µm a 1 µm o que ajuda na fotopolimerização (Tsujiimoto et al., 2017).

O inovador sistema de fotoativação das resinas bulk-fill levou ao encurtamento do tempo de fotopolimerização e ao aumento da profundidade de polimerização (Shimokawa et al., 2016). Segundo a literatura, algumas formas de reduzir a contração encontradas nessas resinas são: incorporação de componentes capazes de interagir com o fotoiniciadores e modular a cinética de polimerização, incorporação de mais de um fotoiniciadores, conversão relativamente mais lenta, prolongamento da fase pré-gel, fluidez e retardo da gelificação (da Silva Pereira et al., 2020; Gonçalves et al., 2018). Este trabalho teve como objetivo avaliar se as resinas do tipo Bulk Fill fluidas e pasta apresentam profundidade de cura semelhante variando a fonte de luz. A hipótese nula desse estudo é que não há diferença entre as resinas compostas do tipo Bulk fill fluida e pasta quando submetidas ao teste de profundidade de cura variando a fonte de luz.

2. Metodologia

Essa pesquisa é de caráter qualitativo, onde foi mensurado a profundidade de cura de

resinas do tipo bulk fill fluidas e pasta (Pereira et al., 2018).

2.1 Materiais

2.1.1 Resinas Compostas

Oito materiais restauradores foram investigados: 1) Resinas bulk fill pasta: Filtek™ One Bulk Fill (F1, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA), Tetric N-Ceram Bulk Fill (T1, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); Aura Bulk Fill (A1, SDI, Bayswater, VIC, Austrália); OPUS Bulk Fill (O1, FGM, Joinville, SC, Brasil) e 2) Resinas Bulk-fill fluidas: Filtek™ Bulk Fill Flow (F2, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA); Tetric N-Flow Bulk Fill (T2, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein); SDR® Plus Bulk Fill Flowable (S2, Dentsply Sirona, Milford, DE, USA); OPUS Bulk Fill Flow (O2, FGM, Joinville, SC, Brasil). E a tabela 1 descreve a composição destes materiais testados.

Tabela 1 – Dados das resinas utilizadas na pesquisa, mostrando o nome comercial, fabricante, composição dos compostos resinosos e lote de produção.

Sigla	NOME	LOTE	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO
F1	Filtek™ One Bulk Fill	NA50341	3M-ESPE (St Paul, MN, USA)	As partículas de carga inorgânicas são uma combinação de partículas de sílica de 20nm não-aglomeradas/não-agregadas, partículas de zircônia de 4 a 11nm não-aglomeradas/não-agregadas, nanoaglomerados de zircônia/sílica (composto por partículas de sílica de 20nm e partículas de zircônia de 4 a 11nm) e partículas de trifluoreto de itérbio em partículas aglomeradas de 100nm. O conteúdo inorgânico é de cerca de 76,5% em peso (58,5% em volume). A 3M™ Filtek™ One Resina Bulk Fill contém AFM (monômero para alívio dinâmico de tensões de contração de polimerização), AUDMA, <u>UDMA</u> e 1, 12-dodecano-DMA. A Filtek One Resina Bulk Fill é aplicada no dente após o uso de sistemas adesivos dentinários à base de metacrilato, tais como aqueles fabricados pela 3M, que unem permanentemente a restauração à estrutura do dente. A Filtek One Resina Bulk Fill é embalada em seringas tradicionais e cápsulas de dose única (unidose).*
T1	Tetric Bulk Fill	X38641	Ivoclar Vivadent	A matriz de monômero está composta de dimetacrilatos (19-21% em peso). O

			(Schaan, Liechtenstein)	conteúdo total de partículas inorgânicas é de 75-77% em peso ou 53-55% em volume. As partículas de carga consistem de vidro de bário, pré-polímero, trifluoreto de itérbio e óxidos mistos. Aditivos catalisadores, estabilizadores e pigmentos são conteúdo adicionais (<1,0% peso). O tamanho das partículas de carga inorgânica está entre 0,04 e 3µm. O tamanho médio da partícula é de 0,6µm.*
A1	Aura bulk fill	190708	SDI (Bayswater, VIC, Austrália)	Bis-metacrilato-de 7,7,9 (ou 7,9,9) - trimetil-4,13-dioxo-3,14-dioxa-5,12-diaza-hexadecano1,16-diilo; Dimetacrilato-de-2,2'-etilenodioxidietilo; Metacrilato de Isopropilidenobis-Pfenilenoxietileno. (Melo et al., 2019)
O1	OPUS Bulk Fill	280318	FGM (Joinville, SC, Brasil)	Monômeros uretanodimetacrilatos, estabilizantes, composição fotoiniciadora (APS) e co-iniciadores; carga inorgânica de dióxido de silício (sílica) silanizado, estabilizantes e pigmentos.*
F2	Filtek™ Bulk Fill Flow	1811300792	3M-ESPE (St Paul, MN, USA)	Cerâmica silanizada tratada; diuretano dimetacrilato (UDMA); dimetacrilato substituída; bifesno1 A polietilenoglicol diéter dimetacrilato (BISEMA); fluoreto de itérbio; bisfenol A di-(2-hidroxi-iproproxi) dimetacrilato (BISGMA); benzotriazol; dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA) e etil 4-dimetilaminobenzoato.*
T2	Tetric N-Flow Bulk Fill	Y29738	Ivoclar Vivadent (Schaan, Liechtenstein)	A matriz é composta por monômeros de monometacrilatos e dimetacrilatos (28% em peso). As partículas de carga incluem o vidro de bário, trifluoreto de itérbio e copolímeros (71% peso). Aditivos, iniciadores estabilizadores e pigmentos são ingredientes adicionais (<1,0% em peso) O conteúdo total de cargas inorgânicas é de 68,2% em peso / vol 46,4%. O tamanho das partículas de carga inorgânica varia entre 0,1µm e 3µm, com um tamanho médio de 5µm.*
S2	SDR® Plus Bulk Fill Flowable	00028430	Dentsply Sirona (Milford, DE, USA)	Vidro de bário-alumínio-fluor-borosilicato; vidro de estrôncio-alumínio-fluor-silicato; vidro de trifluoreto de itérbio; dióxido de silicone; resina modificada de dimetacrilato de uretano; resina de dimetacrilato polimerizável; resina de trimetacrilato polimerizável; trietilenoglicol dimetacrilato; foto iniciador canforoquinona (CQ); foto-acelerador; hidroxitolueno butilado (BHT); estabilizador UV; dióxido de titânio; óxido de ferro inorgânico; agente fluorescente; as partículas de carga inorgânica vão de 20nm a 10µm, 47,3% de carga total por volume.*
O2	OPUS Bulk Fill Flow	291117	FGM (Joinville, SC, Brasil)	Monômeros uretanadimetacrílicos, estabilizantes, canforoquinona e co-

*Composição reportada pelo fabricante. Fonte: Autores (2020).

2.1.2 Fontes de Luz

Duas fontes de luz Gnatus $\pm 1.200 \text{ mW/cm}^2$ (G, Barretos, SP, Brasil) e Kavo $\pm 1.100 \text{ mW/cm}^2$ (K, Joinville, SC, Brasil) foram utilizadas para fotoativar os materiais.

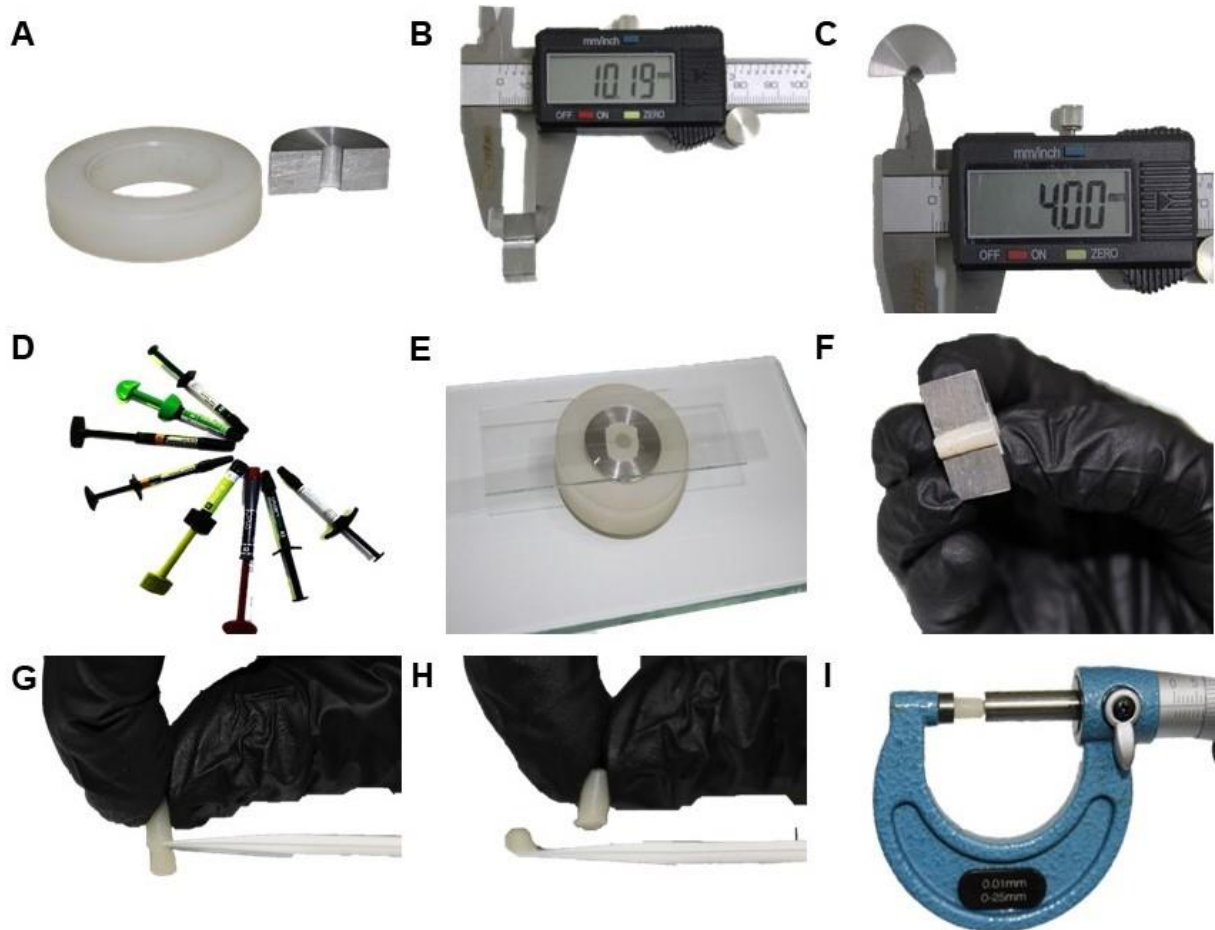
Os grupos foram preparados e os testes foram conduzidos a uma temperatura ambiente ($23 \pm 1^\circ\text{C}$) e umidade ($50 \pm 5\%$ de umidade relativa).

2.2 Profundidade de cura

Três discos de cada material (F1), (T1), (A1), (O1), (F2), (T2), (S2), (O2) foram preparados usando uma fonte de luz (G) e (K) seguindo a norma (*ISO 4049*, 2000). Os materiais foram inseridos em matrizes de alumínio com 10 mm de profundidade e 4 mm de diâmetro (Figura 1 de A a D). Uma tira de filme transparente e uma lâmina de vidro de microscópio foram posicionadas nas duas extremidades, o material foi condensado e fotopolimerizado, com a ponta da fonte de luz em íntimo contato, por 20 segundos na superfície topo (Figura 1 E).

Imediatamente após a conclusão da irradiação, as amostras foram removidas do molde (Figura 1 F) e o material não polimerizado foi raspado com uma espátula de plástico (Figura 1 G e H). A altura do cilindro do material polimerizado foi mensurada com um micrômetro de precisão $\pm 0,1 \text{ mm}$ e dividida por dois (Figura 1 I) (Lima et al., 2018).

Figura 1 – Passo a passo da metodologia utilizada. A: matriz, B: medida da altura da matriz, C: medida interna da matriz, D: resinas utilizadas, E: adaptação da resina na matriz para fotopolimerização, F: resina pós cura, G e H: remoção da resina não polimerizada com espátula de plástico, I: medida da profundidade de cura da resina.



Fonte: Autores (2020).

3. Análise estatística

A análise estatística foi através do One Way ANOVA, e Two Way ANOVA, utilizando o teste Shapiro-Wilk para comparação e normalidade, e testes Tukey para comparação entre as médias. O poder de teste foi $P=0,050$ com nível de significância de $(\alpha)=5\%$. A análise estatística foi realizada utilizando o software GraphPad Prism.

4. Resultados

O grupo (1) de resinas fotopolimerizado com o LED (K) não apresentou profundidade de cura estatisticamente significativa ($P = 0,059$) (Tabela 2).

No grupo (2) de resinas fotopolimerizado com o LED (K), a profundidade de cura das resinas S2 e T2 foram estatisticamente semelhantes ($P=0,985$) e superiores a F2 e a O2 ($P=0,267$) (Tabela 2).

Quando agrupamos os grupos (1 e 2) de resinas fotopolimerizados com o LED (K), as resinas S2 e T2 apresentaram maior profundidade de cura, que foram estatisticamente semelhantes ($P=1$). Os resultados de profundidade de cura de todas as resinas fotopolimerizadas com o LED (K) estão representados na tabela 2.

Tabela 2 – Resultados de profundidade de cura alcançados pelas resinas fotoativadas com o LED (K).

Grupo	Resinas	Profundidade de cura
Grupo 1 (K)	T1	$4,0 \pm 0,40$ (A)
	F1	$3,6 \pm 0,25$ (A)
	A1	$3,5 \pm 0,10$ (A)
	O1	$3,2 \pm 0,32$ (A)
Grupo 2 (K)	S2	$5,0 \pm 0,06$ (A)
	T2	$5,0 \pm 0,27$ (A)
	F2	$3,5 \pm 0,29$ (B)
	O2	$3,1 \pm 0,06$ (B)
Grupo 1 (K) e 2 (K)	S2	$5,0 \pm 0,06$ (A)
	T2	$5,0 \pm 0,27$ (A)
	T1	$4,0 \pm 0,40$ (B)
	F1	$3,6 \pm 0,25$ (B)
	A1	$3,5 \pm 0,10$ ©
	F2	$3,5 \pm 0,29$ ©
	O1	$3,2 \pm 0,32$ ©
	O2	$3,1 \pm 0,06$ ©

Letras diferentes representam diferença estatística e letras iguais representam semelhanças na análise estatística. Fonte: Autores (2020).

O grupo (G1) fotopolimerizado com o LED (G) apresentou diferença estatisticamente significativa de profundidade de cura ($P>0,050$). A resina Filtek One (F1) foi a que apresentou a maior profundidade de cura, estatisticamente semelhante a T1 ($P=0,832$). A resina A1 e O1 apresentaram profundidade de cura estatisticamente semelhante ($P=0,998$).

No grupo de resinas fluidas (G2) fotopolimerizado com o LED (G) a resina S2 teve profundidade de cura estatisticamente semelhante a T2 ($P=0,723$). A resina O2 apresentou a menor profundidade de cura.

Na análise entre os grupos (1 e 2) fotopolimerizados com o LED (G) os melhores resultados foram alcançados pelas resinas S2 e T2 (P=1). Os resultados de profundidade de todos os grupos fotopolimerizados com o LED (G) estão representados na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de profundidade de cura alcançados pelas resinas fotoativadas com o LED (G)

Grupo	Resinas	Profundidade de cura
Grupo 1 (G)	F1	4,2 ± 0,31 (A)
	T1	4,0 ± 0,08 (AB)
	A1	3,5 ± 0,26 (B)
	O1	3,4 ± 0,27 (B)
Grupo 2 (G)	T2	5,1 ± 0,02 (A)
	S2	5,0 ± 0,02 (A)
	F2	4,1 ± 0,08 (B)
	O2	3,0 ± 0,07 ©
Grupo 1 (G) e 2 (G)	T2	5,1 ± 0,02 (A)
	S2	5,0 ± 0,02 (A)
	F1	4,2 ± 0,31 (B)
	F2	4,1 ± 0,08 (B)
	T1	4,0 ± 0,08 (B)
	A1	3,5 ± 0,26 ©
	O1	3,4 ± 0,27 ©
O2	3,0 ± 0,07 ©	

Letras diferentes representam diferença estatística e letras iguais representam semelhanças na análise estatística. Fonte: Autores (2020).

A profundidade de cura alcançada pela resina T2 é similar a S2 (P=1), independentemente do fotopolimerizador utilizado, e superior a todas as outras resinas (Tabela 4)

Os grupos com os piores resultados alcançado são das resinas: O2 fotoativada com (G) e O2 e O1, fotoativados com LED (K) (Tabela 4)

Tabela 4 – Resultados dos valores encontrados para os grupos de resina e da estatística (Two Way ANOVA)

Resinas		Fonte de Luz	
		Kavo (K)	Gnatus (G)
SDI Aura	A1	3,59 ± 0,10 (BCa)	3,51 ± 0,26 (BCa)
Opus pasta	O1	3,23 ± 0,32 (Ca)	3,48 ± 0,27 (Ca)
Filtek One	F1	4 ± 0,38 (Ba)	4,25 ± 0,31 (Ba)
Tetric N-Ceram	T1	4,04 ± 0,39 (Ba)	4,08 ± 0,08 (BCa)
Opus Flow	O2	3,17 ± 0,06 (BCa)	3,07 ± 0,07 (Ca)
SDR Flow	S2	5,09 ± 0,06 (Aa)	5,06 ± 0,02 (Aa)
Tetric N-Flow	T2	5,04 ± 0,27 (Aa)	5,11 ± 0,02 (Aa)
Filtek flow	F2	3,50 ± 0,29 (BCb)	4,10 ± 0,08 (Ba)

Letras maiúsculas diferentes nas linhas representam análises estatística significante. Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam análises estatística significante. Fonte: Autores (2020).

5. Discussão

A hipótese desse trabalho foi rejeitada, uma vez que os grupos apresentaram diferenças entre os materiais e entre as fontes de luz.

O uso de resinas de preenchimento direto das estruturas dentais tem sido empregado com maior frequência atualmente (End, 2017), com isso, faz-se essencial conhecer suas propriedades físicas como resistência a tração, módulo de elasticidade, contração de polimerização e grau de conversão para alcançar uma restauração favorável (Vandewalker et al., [s.d.]).

As resinas bulk fill tem uma formulação parecida com as resinas convencionais a modificação está na presença de um iniciador chamado Ivocerin, composto de germânio, seu comprimento de onda é amplo variando de 370 a 460 nm (End, 2017; Jang et al., 2015; Kaplan, 2019; Lima et al., 2018; Savadamoorthi et al., 2017).

Além do Ivocerin, canforoquinona e amins terciárias podem estar presentes nas composições (Barcelos et al., 2020). (Santini et al., 2013) estudaram outros iniciadores: fenilpropanodiona (PPD) e óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoil) fosfina (TPO), onde foi observado que tanto o TPO quanto o PPD apresentaram maior grau de conversão (380 – 425 nm e 350 – 490 nm respectivamente), porém dependem de cores diferentes de luz como por exemplo a violeta, além disso o estudo, assim como este trabalho, notou que os fabricantes são inespecíficos em relação aos componentes do material em seus rótulos o que interfere diretamente no sucesso ou insucesso do procedimento.

A única resina, utilizada neste estudo, que indica a presença do Ivocerin em sua composição descrita no rótulo, é a T1, com base nisso observamos que a obtenção de uma

maior profundidade de cura envolve um conjunto de fatores como: a potência de radiação, o diâmetro ativo da ponta da fonte de luz, o espectro de emissão e o perfil do feixe de luz, que podem ter influenciado tanto quanto a composição como justificado pelos autores (Reis et al., 2017; Rizzante et al., 2019; Shimokawa et al., 2016).

No presente estudo, as resinas T2 e S2 foram superiores a todas as outras resinas testadas, em todas as análises, independente da fonte de luz. Tsujimoto et al. (2017) também testou as resinas Tetric e SDR fluidas, nos tempos de 20, 30 e 40 segundos de fotopolimerização. Elas apresentaram os maiores valores de profundidade de cura em todos os tempos, o que segundo os autores pode ser atribuído as suas pequenas quantidades de carga inorgânica, translucidez, e presença de fotoaceleradores. Em contrapartida, a resina T1 apresentou comportamento inferior quando comparada com as resinas X-trabase, Filtek bulk fill, Sonic fill e Nova Compo-N no estudo de Kaplan (2019) que avaliou a profundidade de cura desses compósitos, após irradiar por 20 segundos, pelo método da dureza Vickers, que considera a profundidade na medida em que a dureza ultrapasse 80% do valor máximo.

O estudo de Miletic et al. (2017) também avaliou as resinas Bulk-fill fluidas Filtek, SonicFill e SDR, Bulk-fill pasta EverX Posterior e Tetric EvoCeram e uma Tetric convencional como grupo controle, para determinar e correlacionar grau de conversão com dureza Vicker e parâmetros de translucidez com profundidade de cura. O compósito Bulk-fill fluido SDR, assim como neste estudo, apresentou a maior profundidades de cura além de translucência alta. Os autores concluíram que restaurando com compósitos fluidos, em camada única, é possível obter uma boa profundidade de cura em menores tempos de fotopolimerização.

Rodrigues et al. (2017), avaliaram, similarmente, as resinas Bulk-fill Tetric EvoCeram e Sonic Fill e uma resina convencional Filtek Supreme Ultra, sendo todas testadas em tons claros e escuros, espessuras de 2 e 4 mm e tempos de 20 e 40 segundos. A resina Bulk-fill Tetric EvoCeram obteve os melhores resultados de dureza e o estudo constatou que diferentes tempos de exposição a luz, tonalidade e a espessura de incremento influenciou nas profundidades de cura alcançadas, sendo que os maiores valores foram obtidos em 40 segundo, em tonalidades claras e em incrementos de 2 mm. Portanto, se a resina for de tonalidade mais escura e o incremento for maior, será necessário maior tempo de exposição de luz para conseguir a polimerização adequada.

A resina F1-G, também obteve, neste estudo, valor de profundidade de cura recomendado pelo fabricante, porém, apresentou comportamento inferior comparada com as T2 e S2 independente do aparelho de luz. Um resultado parecido foi obtido por (Daugherty et

al., 2018) , onde a resina Filtek ficou abaixo dos padrões da ISO-4049. A possível explicação dos resultados inferiores para Filtek em relação a Tetric e a SDR está na composição do material segundo Kaplan (2019). A incidência de luz dentro do material, pode ter interferido na profundidade de cura devido a composição das partículas, de acordo com Hasslen et al. (2019), mas a interferência pode ser positiva pois os grupos apresentaram resultados compatíveis ou superiores aos recomendados pelo fabricante, neste estudo.

Apesar de resultados superiores a resina F1-G apresentou similaridade com os grupos F2-G, T2-G, T1-K, F1-K e A1-K o que, de acordo com (Hamouda & Dentistry, [s.d.]; Ilie, 2019; Kaplan, 2019; Reis et al., 2017; Rizzante et al., 2019), este resultado pode estar relacionado a combinação entre a carga inorgânica e a matriz orgânica compatíveis, além do tamanho dessas partículas, que auxiliam na refração da luz pelo compósito melhorando o grau de conversão das partículas e a profundidade de cura. O grau de conversão também pode ser influenciado pela solubilidade do material e a adição de grandes partículas radiopacas como descrito por (Melo et al., 2019).

As resinas O1-G, A1-G e F2-K apresentaram resultados similares as resinas F2-G, T2-G, T1-K, F1-K, A1-K, O2-G, O2-K e O1-K. Apesar disso as resinas O2-G, O2-K e O1-K obtiveram resultados de profundidade de cura inferiores. (Barcelos et al., 2020) realizaram um trabalho focado nas reações das metacrilaminas durante o processo de polimerização, mostrando que algumas formulações podem ser mais reativas a determinada fonte de luz que outras.

O estudo de (AlShaafi et al., 2018) encontrou resultados de profundidade de cura para a amostra de resina Aura bulk fill, em molde de metal em 4 mm, entre 3,98 e 4,1 mm variando de acordo com a fonte de luz utilizada, sendo esta profundidade inferior as outras resinas Bulk fill testadas, resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

A resina Opus Bulk-fill não foi encontrada em nenhum dos estudos relacionados a profundidade de cura incluídos, mas, outro fator importante para realizar uma restauração satisfatória e segura é o grau de citotoxicidade, estudado por (Nascimento et al., 2018), que avaliaram o efeito citotóxico, grau de conversão, dureza e morfologia da superfície de onze resinas, sendo nove do tipo Bulk-fill (Aura Bulk Fill, Filtek Bulk Fill Flow, Filtek Bulk Fill Sculptable, Surefil SDR+, Tetric EvoFlow Bulk Fill, Admira Fusion, X-tra Fill, X-tra Base, Opus) e duas convencionais (Filtek Z350XT e Filtek Z350 Flow). Todas as amostras revelaram baixo ou nenhum potencial citotóxico, exceto a Opus Bulk-fill que apresentou potencial citotóxico moderado. As propriedades físico-químicas das resinas testadas mostraram-se aceitáveis e o grau de conversão não apresentou diferenças estatísticas nas

medidas de 2 e 4 mm. Entretanto, entre os materiais houve diferença estatística com os melhores resultados em 2 mm alcançados pela resina Admira Fusion e em 4 mm pelas resinas Admira Fusion e X-tra Fill, a Opus Bulk fill foi a que obteve menor grau de conversão comparada com as demais resinas bulk-fill avaliadas.

Em relação a propriedades como módulo elástico, dureza, retração pós-gel, resistência a tração e a compressão (Schliebe et al., 2016) avaliaram as resinas convencionais Z100, e Filtek Supreme XT, e as Bulk-fill com fluxo (Filtek Bulk-fill Flowable associada com Filtek Supreme) e Bulk-fill pasta regular (Filtek Posterior), como modo de preenchimento incremental para restaurações de dentes tratados endodonticamente. Em relação a retração pós-gel a resina Bulk-fill com fluxo (Filtek Bulk-fill Flowable associada com Filtek Supreme) apresentou os menores valores de retração e a resina Z100 (convencional) os maiores valores. A resina direta com fluxo, Filtek Bulk-fill Flowable, obteve menores tensões e, foi considerada uma ótima alternativa para diminuir efeitos indesejados de restaurações diretas e simplificar o procedimento (Schliebe et al., 2016).

Ide e colaboradores (Ide et al., 2019) estudaram o encolhimento volumétrico de resinas Bulk-fill, com exposições variadas (5, 10 e 20 segundos), imediatamente após a fotopolimerização e após 24 horas. As resinas Bulk-fill testadas foram Filtek Bulk Fill Flowable, Beautiful Bulk Flowable, Estelite Bulk Fill Flow, e uma resina convencional fluida (Estelite Flow Quick). Foi observado que o encolhimento volumétrico imediatamente após a fotoativação diminuiu com a redução do tempo de exposição, porém 24 horas depois todas as resinas tiveram seus encolhimentos aumentados pela cura pós-gel fazendo com que se assemelhem em todos os tempos, o que é um ponto positivo para a utilização das resinas diretas.

A diferença encontrada entre as fontes de luz usadas neste estudo pode ser justificada pelo trabalho do (Daugherty et al., 2018) no qual relata que a intensidade de luz e o tempo de exposição são proporcionais a profundidade de cura. Diferente do presente estudo, o trabalho de (Tsujiimoto et al., 2017) não alcançou as profundidades recomendadas no tempo de 20 segundos em todos os compósitos utilizados, o que só foi possível no tempo de 40 segundo, reafirmando a importância dos fatores inerentes a fonte de luz.

Frente aos resultados encontrados neste estudo acredita-se que o tempo de 20 segundos, embora tenha apresentado resultados aceitáveis para todos os grupos, deve ser aumentado para garantir a profundidade de cura das resinas compostas em camadas mais espessas. Apesar de o aumento do tempo parecer uma solução facilitada, (Akarsu & Aktuğ Karademir, 2019) alerta que essa modificação deve ser extremamente cautelosa já que as

temperaturas pulpares podem ser proporcionalmente aumentadas podendo afetar a vitalidade pulpar irreversivelmente.

6. Considerações Finais

As resinas bulk fill apresentaram profundidades de cura indicadas pelos fabricantes dentro das exigências descrita na Norma ISO 4049. O tempo de 20 segundos de exposição a luz foi suficiente para polimerizar o material, independente da fonte de luz, mas faz-se necessário lembrar que a polimerização do material é proporcional a exposição, a área de abrangência da ponta da fonte de luz, assim como a colimação do feixe de luz, o que permitem melhores resultados. É perceptível que a composição do material assim como o comprimento de onda e tempo de exposição podem influenciar nos resultados, sendo necessários mais estudos comparativos.

Novos estudos observando profundidade de cura alterando tempo de exposição a luz, alteração distância da fonte de luz, marcas e modelos de fontes de luz devem ser realizados para que seja estabelecido produtos e protocolos que apresentem resultados satisfatórios e aplicáveis clinicamente.

Referências

Aggarwal, N., Jain, A., Gupta, H., Abrol, A., Singh, C., & Rapgay, T. (2019). The comparative evaluation of depth of cure of bulk-fill composites – An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(4), 371. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_453_18

Akarsu, S., & Aktuğ Karademir, S. (2019). Influence of Bulk-Fill Composites, Polymerization Modes, and Remaining Dentin Thickness on Intrapulpal Temperature Rise. *BioMed Research International*, 2019, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2019/4250284>

Alrahlah, A., Silikas, N., & Watts, D. C. (2014). Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental Materials*, 30(2), 149–154. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.10.011>

AlShaafi, M., AlQussier, A., AlQahtani, M., & Price, R. (2018). Effect of Mold Type and Diameter on the Depth of Cure of Three Resin-Based Composites. *Operative Dentistry*, 43(5), 520–529. <https://doi.org/10.2341/17-122-L>

Barcelos, L. M., Borges, M. G., Soares, C. J., Menezes, M. S., Huynh, V., Logan, M. G., Fugolin, A. P. P., & Pfeifer, C. S. (2020). Effect of the photoinitiator system on the polymerization of secondary methacrylamides of systematically varied structure for dental adhesive applications. *Dental Materials*, 36(3), 468–477. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.01.020>

da Silva Pereira, R., de Bragança, G., Vilela, A., de Deus, R., Miranda, R., Veríssimo, C., & Soares, C. (2020). Post-gel and Total Shrinkage Stress of Conventional and Bulk-fill Resin Composites in Endodontically-treated Molars. *Operative Dentistry*, 000–000. <https://doi.org/10.2341/19-187-L>

Daugherty, M. M., Lien, W., Mansell, M. R., Risk, D. L., Savett, D. A., & Vandewalle, K. S. (2018). Effect of high-intensity curing lights on the polymerization of bulk-fill composites. *Dental Materials*, 34(10), 1531–1541. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.06.005>

Di Franciscantonio, M., Pacheco, R., Aguiar, T., Boaro, L., Braga, R., Martins, A., & Giannini, M. (2016). Análise, por SEM e EDX, da composição e morfologia das partículas de carga de compósitos de baixa contração e tradicionais. *Journal of Clinical Dentistry and Research*, 13(1), 49–58. <https://doi.org/10.14436/2447-911x.13.1.049-058.oar>

Dressano, D., Salvador, M. V., Oliveira, M. T., Marchi, G. M., Fronza, B. M., Hadis, M., Palin, W. M., & Lima, A. F. (2020). Chemistry of novel and contemporary resin-based dental adhesives. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 110, 103875. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103875>

End, A. V. (2017). Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 19(2), 95–109. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a38141>

Gonçalves, F., Campos, L. M. de P., Rodrigues-Júnior, E. C., Costa, F. V., Marques, P. A., Francci, C. E., Braga, R. R., & Boaro, L. C. C. (2018). A comparative study of bulk-fill

composites: Degree of conversion, post-gel shrinkage and cytotoxicity. *Brazilian Oral Research*, 32(0). <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0017>

Hamouda, I. M., & Dentistry, J. ([s.d.]). *Journal of Dentistry and Oral-MaxillofacialSurgery. Maxillofacial Surgery*, 4.

Hasslen, J. A., Barkmeier, W. W., Shaddy, R. S., & Little, J. R. (2019). Depth of cure of high-viscosity bulk-fill and conventional resin composites using varying irradiance exposures with a light-emitting diode curing unit. *Journal of Oral Science*, 61(3), 425–430. <https://doi.org/10.2334/josnusd.18-0245>

Ide, K., Nakajima, M., Hayashi, J., Hosaka, K., Ikeda, M., Shimada, Y., Foxton, R. M., Sumi, Y., & Tagami, J. (2019). Effect of light-curing time on light-cure/post-cure volumetric polymerization shrinkage and regional ultimate tensile strength at different depths of bulk-fill resin composites. *Dental Materials Journal*, 38(4), 621–629. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-279>

Ilie, N. (2019). Sufficiency of curing in high-viscosity bulk-fill resin composites with enhanced opacity. *Clinical Oral Investigations*, 23(2), 747–755. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2482-2>

ISO 4049. (2000).

Jang, J.-H., Park, S.-H., & Hwang, I.-N. (2015). Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Operative Dentistry*, 40(2), 172–180. <https://doi.org/10.2341/13-307-L>

Kaplan, T. T. (2019). Depth of Cure and Microhardness of a New Composite vs. Bulk-fill Composites. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 7(5), 7.

Lima, R. B. W., Troconis, C. C. M., Moreno, M. B. P., Murillo-Gómez, F., & De Goes, M. F. (2018). Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 30(6), 492–501. <https://doi.org/10.1111/jerd.12394>

Melo, R. A., Bispo, A. de S. L., Barbosa, G. A. S., Galvão, M. R., Assunção, I. V., Souza, R. O. de A., & Borges, B. C. D. (2019). Morphochemical characterization, microhardness, water sorption, and solubility of regular viscosity bulk fill and traditional composite resins. *Microscopy Research and Technique*, 82(9), 1500–1506. <https://doi.org/10.1002/jemt.23315>

Miletic, V., Pongprueksa, P., De Munck, J., Brooks, N. R., & Van Meerbeek, B. (2017). Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites. *Clinical Oral Investigations*, 21(4), 1201–1212. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1894-0>

Nascimento, A. S., Lima, D. B., Fook, M. V. L., Albuquerque, M. S. de, Lima, E. A. de, Sabino, M. A., Borges, S. M. P., Filgueira, P. T. D., Sousa, Y. C. de, & Braz, R. (2018). Physicomechanical characterization and biological evaluation of bulk-fill composite resin. *Brazilian Oral Research*, 32(0). <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0107>

P, C. T., Azhikodan, N., Peedikayil, F. C., Kottayi, S., & N, D. (2020). EVALUATION OF EFFECT OF POLYMERIZATION TIME ON CURING DEPTH OF VARIOUS BULK FILL COMPOSITES-AN IN VITRO STUDY. *Journal of Research in Dentistry*, 7(3), 45. <https://doi.org/10.19177/jrd.v7e3201945-52>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Brasil. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>

Reis, A. F., Vestphal, M., Amaral, R. C. do, Rodrigues, J. A., Roulet, J.-F., & Roscoe, M. G. (2017). Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: A systematic review. *Brazilian Oral Research*, 31(suppl 1). <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0059>

Rizzante, F. A. P., Duque, J. A., Duarte, M. A. H., Mondelli, R. F. L., Mendonça, G., & Ishikiriyama, S. K. (2019). Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. *Dental Materials Journal*, 38(3), 403–410. <https://doi.org/10.4012/dmj.2018-063>

Rocha Maia, R., Oliveira, D., D'Antonio, T., Qian, F., & Skiff, F. (2018). Comparison of light-transmittance in dental tissues and dental composite restorations using incremental

layering build-up with varying enamel resin layer thickness. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 43(2), e22. <https://doi.org/10.5395/rde.2018.43.e22>

Rodrigues, J. A., Tenorio, I. P., Mello, G. B. R. de, Reis, A. F., Shen, C., & Roulet, J.-F. (2017). Comparing depth-dependent curing radiant exposure and time of curing of regular and flow bulk-fill composites. *Brazilian Oral Research*, 31(0). <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2017.vol31.0065>

Santini, A., Gallegos, I. T., & Felix, C. M. (2013). Photoinitiators in Dentistry: A Review. *Primary Dental Journal*, 2(4), 30–33. <https://doi.org/10.1308/205016814809859563>

Savadamoorthi, K., Priyadharshini, S., Sherwood, A., Jesudoss, K., Kumar, V., & Christopher, A. (2017). In vitro analysis and comparison on depth of cure in newer bulk fill composite resin with conventional micro- and nano-hybrid composite resin using two different light sources quartz-tungsten-halogen and light emitting diode with three varying intensities. *Journal of International Oral Health*, 9(1), 12. https://doi.org/10.4103/jioh.jioh_24_16

Schliebe, L. R. S. O., Braga, S. S. L., Pereira, R. A. da S., Veríssimo, C., Novais, V. R., Versluis, A., & Soares. (2016). *The new generation of conventional and bulk-fill composites do not reduce the shrinkage stress in endodontically-treated molars.*

Shimokawa, C. A. K., Turbino, M. L., Harlow, J. E., Price, H. L., & Price, R. B. (2016). Light output from six battery operated dental curing lights. *Materials Science and Engineering: C*, 69, 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.07.033>

Singla, M. G., Relhan, N., & Viridi, I. (2018). Comparative Evaluation of Depth of Cure of Three High Viscosity Bulk Fill Composites versus Conventional Composite: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry*, 14(2), 145–151. <https://doi.org/10.15236/ijcpd.2018.14.2.145>

Tsujimoto, A., Barkmeier, W. W., Takamizawa, T., Latta, M. A., & Miyazaki, M. (2017). Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill

giomers and resin composites. *Dental Materials Journal*, 36(2), 205–213.
<https://doi.org/10.4012/dmj.2016-131>

Tuncdemir, A. R., & Güven, M. E. (2018). Effects of Fibers on Color and Translucency Changes of Bulk-Fill and Anterior Composites after Accelerated Aging. *BioMed Research International*, 2018, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/2908696>

Turkistani, A., Ata, A., Alhammad, R., Ghurab, R., Alahmadi, Y., Shuman, M., Jamleh, A., Naguib, G., & Bakhsh, T. (2019). Bulk-fill composite marginal adaptation evaluated by cross-polarization optical coherence tomography. *Cogent Engineering*, 6(1).
<https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1643976>

Vandewalker, J. P., Casey, J. A., Lincoln, T. A., & Vandewalle, K. S. ([s.d.]). Properties of dual-cure, bulk-fill composite resin restorative materials. *Dental Materials*, 6.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maria Isabela Siqueira Rocha – 20%

Paulo Cesar Freitas Santos-Filho– 15%

Lia Dietrich – 15%

Tais Alves dos Reis – 15%

Mariana Araújo Magalhaes – 15%

Victor da Mota Martins – 20%