

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

José Carlos Fedoceo

**Influência da barreira de proteção na capacidade de fotopolimerização de
resinas *bulk fill*.**

**JUIZ DE FORA
2023**

José Carlos Fedoceo

Influência da barreira de proteção na capacidade de fotopolimerização de resinas *bulk fill*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica. Área de concentração em Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Márcio Resende do Carmo

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Marques de Resende

JUIZ DE FORA

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fedoceo, José Carlos.

Influência da barreira de proteção na capacidade de fotopolimerização de resinas bulk fill / José Carlos Fedoceo. -- 2023. 50 f. : il.

Orientador: Antônio Márcio Resende do Carmo

Coorientador: Alexandre Marques de Resende

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, 2023.

1. Polimerização. 2. Microdureza. 3. Fotopolimerizador. 4. Barreiras. 5. Bulk fill. I. Carmo, Antônio Márcio Resende do, orient. I. Resende, Alexandre Marques de, coorient. III. Título.

José Carlos Fedoceo

**INFLUÊNCIA DA BARREIRA DE PROTEÇÃO NA CAPACIDADE DE FOTOPOLIMERIZAÇÃO DE RESINAS BULK
FILL**

Dissertação apresentada
ao programa de Pós-
graduação em
Odontologia
da Universidade Federal
de Juiz de Fora como
requisito parcial à
obtenção do título de
Mestre em Odontologia.
Área de concentração:
Clínica Odontológica.

Aprovada em 21 de setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Márcio Resende do Carmo - Orientador e Presidente da Banca
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Prof. Dr. Alexandre Marques de Resende - Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Prof.^a Dr.^a Fabíola Pessôa Pereira Leite - Membro Titular Interno
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Prof.^a Dr.^a Fernanda Signorelli Calazans - Membro Titular Externo

Universidade Federal Fluminense - UFF

Juiz de Fora, 11/08/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Marcio Resende do Carmo, Professor(a)**, em 21/09/2023, às 16:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Marques de Resende, Chefe de Departamento**, em 21/09/2023, às 16:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiola Pessoa Pereira Leite, Professor(a)**, em 21/09/2023, às 16:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **FERNANDA SIGNORELLI CALAZANS, Usuário Externo**, em 22/09/2023, às 15:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1402738** e o código CRC **39DD0E18**.

Dedico este trabalho à Deus por ter-me dado a oportunidade de aumentar meus conhecimentos e poder compartilhá-los.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa Telma e meu filho Pedro Henryque por entenderem a importância deste momento em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr Antônio Marcio Resende do Carmo e ao meu Coorientador Prof. Dr Alexandre Marques de Resende pelos ensinamentos e por terem me dado a oportunidade de desenvolver o meu projeto.

Ao Prof. Dr Luis Felipe Marques de Resende pela dedicação e compartilhamento de conhecimentos técnicos.

Ao Prof. Dr Rafael Barroso Pazinato pelos ensinamentos clínicos e teóricos.

Ao Prof. Dr. Renato Cilli pelo tempo dedicado para me ensinar a trabalhar com o microdurômetro e com este aprendizado pude ajudar a outros mestrandos e doutorandos durante minha jornada acadêmica.

A minha amiga e colega de mestrado Marcela Simonini pela simpatia, companheirismo durante esta jornada acadêmica.

Ao Sr. Silvério e Sr^a. Carla do Laboratório Integrado de Pesquisas Odontológicas que com simpatia e dedicação me proporcionaram tranquilidade para desenvolver minha pesquisa.

Ao meu amigo Cirurgião-Dentista e professor de inglês Rodrigo Piazzini por me preparar para o exame do TOEFL.

À minha sobrinha, Cirurgiã-Dentista Mariana Meireles, que durante sua graduação na UFJF me auxiliou na preparação dos corpos de prova para os testes laboratoriais.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Universidade Federal de Juiz de Fora, por dividirem seus conhecimentos em suas disciplinas, e as secretárias Letícia e Valéria pela atenção no esclarecimento de inúmeras e infundáveis dúvidas.

Aos graduandos da faculdade de odontologia da UFJF que confiaram nas minhas orientações clínicas e teóricas durante meu estágio docente.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação durante o curso de mestrado da Faculdade de Odontologia da UFJF.

Por fim agradeço ao tempo pois ele me deu maturidade, paciência e sabedoria para no momento certo vencer os obstáculos.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa laboratorial foi avaliar se a barreira de proteção aplicada na ponta do fotopolimerizador interfere na polimerização de resinas *bulk fill*. Foram avaliadas 4 resinas *bulk fill* (2 de consistência regular e 2 de consistência fluida), além de uma resina convencional (grupo controle). As amostras foram preparadas em matrizes pré-fabricadas, com orifício de inserção de resina medindo 6 mm de diâmetro x 2 mm de profundidade para o grupo controle e 6 mm de diâmetro x 4 mm de profundidade para as resinas *bulk fill*, seguindo o tempo de fotopolimerização indicado pelos fabricantes. Foram confeccionados 300 corpos de prova, divididos em 5 grupos (60 corpos de prova para cada resina) polimerizados por 3 aparelhos fotopolimerizadores de marcas comerciais diferentes. Dentro de cada grupo 20 corpos de prova foram polimerizados por cada fotopolimerizador (10 espécimes com uso da barreira de proteção e 10 sem seu uso). Os espécimes foram submetidos ao teste de microdureza Knoop de topo e base e os resultados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%, verificando-se que nos 5 grupos a relação base/topo foi significativamente menor quando a barreira de proteção foi utilizada na ponta emissora da luz do fotopolimerizador. Com isso concluiu-se que a relação base/topo maior está diretamente ligada ao melhor desempenho do fotopolimerizador indicando que neste estudo a barreira de proteção descartável influenciou negativamente na fotopolimerização das resinas *bulk fill*.

Palavras-chave: Polimerização, Microdureza, Fotopolimerizador, Barreiras, *Bulk Fill*.

ABSTRACT

The objective of this laboratory research was to evaluate whether the protection barrier applied at the tip of the curing light interferes with the polymerization of bulk fill resins. Four bulk fill resins (2 of regular consistency and 2 of fluid consistency) were evaluated, in addition to a conventional resin (control group). The samples were prepared in prefabricated matrices, with a resin insertion hole measuring 6 mm in diameter x 2 mm in depth for the control group and 6 mm in diameter x 4 mm in depth for the bulk fill resins, following the photopolymerization indicated by the manufacturers. 300 specimens were made, divided into 5 groups (60 specimens for each resin) polymerized by 3 photopolymerization devices of different commercial brands. Within each group, 20 specimens were polymerized by each curing light (10 specimens using the protective barrier and 10 without its use). The specimens were submitted to the top and bottom Knoop microhardness test and the results were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA) with a significance level of 5%, verifying that in the 5 groups the base/top ratio was significantly lower when the protection barrier was used on the light-emitting tip of the curing light. Thus it is concluded that the higher base/top ratio is directly linked to the better performance of the curing light, indicating that in this study the disposable protective barrier negatively influenced the light curing of bulk fill resins.

Keywords: polymerization, microhardness, dental curing light, barriers, bulk fill

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	- Fotopolimerizadores e suas especificações	21
Quadro 2	- Informações do fabricantes sobre as resinas na pesquisa	22
Quadro 3	- Grupos de resinas/fotopolimerizadores	23
Figura 1	- Matriz pré-fabricada para confecção dos corpos de prova	24
Figura 2	- Matriz pré-fabricada e gabarito	24
Figura 3	- Medidas das espessuras das matrizes	25
Figura 4	- Corpos de prova com 4mm e 2 mm	26
Figura 5	- Microdurômetro da Faculdade de odontologia da UFJF	27
Figura 6a	- Imagem da Penetração Knoop na superfície do corpo de prova	28
Figura 6b	- Imagem do cursor do microdurômetro posicionado no longo eixo da endentação para realizar a medição do resultado obtido	28
Gráfico 1	- Média da proporção base/topo entre fotopolimerizadores	33
Gráfico 2	- Média da proporção base/topo entre resinas <i>Bulk Fill</i>	35
Gráfico 3	- Microdureza superficial média de topo sem barreira de proteção	49
Gráfico 4	- Microdureza superficial média de topo com barreira de proteção	49
Gráfico 5	- Microdureza superficial média de base sem barreira de proteção	50
Gráfico 6	- Microdureza superficial média de base com barreira de proteção	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da média de microdureza e proporção base/topo	29
Tabela 2 – Resultado da análise estatística do grupo 1 (FZ - Controle)	31
Tabela 3 – Resultado da análise estatística do grupo 2 (OBF)	31
Tabela 4 – Resultado da análise estatística do grupo 3 (FOB)	32
Tabela 5 – Resultado da análise estatística do grupo 4 (OBFF)	32
Tabela 6 – Resultado da análise estatística do grupo 5 (FBF)	33
Tabela 7 - Comparação da proporção base/topo entre resinas <i>bulk fill</i> na ausência da barreira de proteção	34
Tabela 8 - Comparação da proporção base/topo entre resinas <i>bulk fill</i> na presença de barreira de proteção	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFM	MONÔMEROS DE FRAGMENTAÇÃO ADICIONAL
ANOVA	ANÁLISE DE VARIANCIÁ
AUDMA	URETANO DIMETACRILATO AROMÁTICO
BIS-EMA	BISFENOL - A DIMETACRILATO ETOXILADO
BIS-GMA	BISFENOL - A GLICIDIL DIMETACRILATO
CQ	CANFOROQUINONA
GC	GRAU DE CONVERSÃO
DDMA	DODECANIDIOL METHACRYLATE
FBF	FILTEK BULKFILL FLOW
FOB	FILTEKONE BULK FILL FLOW
FZ	FILTEK XT Z350
GAP	LACUNA
KMH	MICRODUREZA KNOOP
LCU	LIGHT CURING UNIT
OBF	OPUS BULK FILL
OBFF	OPUS NULK FILL FLOW
PEGDMA	POLIETILENO GLICOL DIMETACRILATO
PVC	POLICLORETO DE VINIL
TEGDMA	TRIEILENO GLICOL DIMETACRILATO
UDMA	URETANO DIMETACRILATO AROMÁTICO
1VA	GRUPO 1 / LCU VALO/ SEM PROTEÇÃO
1VP	GRUPO1 / LCU VALO / COM PROTEÇÃO
1BA	GRUPO 1 / LCU BLUEPHASE / SEM PROTEÇÃO
1BP	GRUPO 1 / LCU BLUEPHASE / COM PROTEÇÃO
1EA	GRUPO 1 / LCU EC450 / SEM PROTEÇÃO
1EP	GRUPO 1 / LCU EC450 / COM PROTEÇÃO
2VA	GRUPO 2 / LCU VALO / SEM PROTEÇÃO
2VP	GRUPO 2 / LCU VALO / COM PROTEÇÃO
2BA	GRUPO 2 / LCU BLUEPHASE / SEM PROTEÇÃO
2BP	GRUPO 2 / LCU BLUEPHASE / COM PROTEÇÃO

2EA	GRUPO 2 / LCU EC450 / SEM PROTEÇÃO
2EP	GRUPO 2 / LCU EC450 / COM PROTEÇÃO
3VA	GRUPO 3 / LCU VALO / SEM PROTEÇÃO
3VP	GRUPO 3 / LCU VALO / COM PROTEÇÃO
3BA	GRUPO 3 / LCU BLUEPHASE / SEM PROTEÇÃO
3BP	GRUPO 3 / LCU BLUEPHASE / COM PROTEÇÃO
3EA	GRUPO 3 / LCU EC450 / SEM PROTEÇÃO
3EP	GRUPO 3 / LCU EC450 / COM PROTEÇÃO
4VA	GRUPO 4 / LCU VALO / SEM PROTEÇÃO
4VP	GRUPO 4 / LCU VALO / COM PROTEÇÃO
4BA	GRUPO 4 / LCU BLUEPHASE / SEM PROTEÇÃO
4BP	GRUPO 4 / LCU BLUEPHASE / COM PROTEÇÃO
4EA	GRUPO 4 / LCU EC450 / SEM PROTEÇÃO
4EP	GRUPO 4 / LCU EC450 / COM PROTEÇÃO
5VA	GRUPO 5 / LCU VALO / SEM PROTEÇÃO
5VP	GRUPO 5 / LCU VALO / COM PROTEÇÃO
5BA	GRUPO 5 / LCU BLUEPHASE / SEM PROTEÇÃO
5BP	GRUPO 5 / LCU BLUEPHASE / COM PROTEÇÃO
5EA	GRUPO 5 / LCU EC450 / SEM PROTEÇÃO
5EP	GRUPO 5 / LCU EC450 / COM PROTEÇÃO

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Gf	grama-força
=	Igual a
>	maior que
<	Menor que
Mm	Milímetro
mN	Milnewtons
mW/cm ²	miliwatts por centímetro quadrado
S	Segundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA	14
2	OBJETIVO	20
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	MICRODUREZA KNOOP	26
4	RESULTADOS	29
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5	DISCUSSÃO	36
6	CONCLUSÕES	41
7	RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO	42
	REFERÊNCIAS	43
	APÊNDICE – GRÁFICOS BOXPLOT COMPARATIVOS ENTRE RESINAS <i>BULK FILL</i>	49

1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

Desde a introdução do condicionamento ácido por Buonocore em 1955 a Odontologia adesiva vem evoluindo como resultado do melhor conhecimento dos tecidos a serem aderidos, maior desenvolvimento de materiais e aprimoramento de técnicas (Caneppele; Bresciani, 2016). Em 1962 Bowen introduziu o Bis-GMA que melhorou as propriedades das resinas compostas, ampliando a sua indicação. Resinas composta são utilizadas como materiais restauradores, para o restabelecimento da estética, da função e da forma dos dentes.

Os sistemas adesivos revolucionaram significativamente a odontologia restauradora, permitindo procedimentos odontológicos que eram considerados inimaginável no passado sem criar uma cavidade retentiva e sacrificar a estrutura dentária sadia (Boaro et al., 2019; Hayashi et al., 2020).

Nos últimos anos, houve uma mudança de paradigma em relação ao uso de compósitos à base de resina para a restauração direta de cavidades extensas em dentes posteriores. Essa mudança foi impulsionada pelas demandas dos pacientes por restaurações estéticas, avanços em tecnologias adesivas, refinamentos em materiais compostos de resina de última geração, abordagens com intervenção mínima para o tratamento de cáries e a necessidade de reduzir o uso de mercúrio na indústria conforme a Convenção de Minamata em 2013 (Van Ende et al., 2017; Blum et al., 2021).

Resinas compostas estão sendo amplamente estudadas e aprimoradas ao longo dos anos sendo o material com mais ampla aplicação em odontologia restauradora tanto em dentes anteriores como em posteriores. Soma-se a isso o fato de suas propriedades óticas e físicas serem muito semelhantes às dos tecidos naturais podendo restabelecer a função dentária, a forma e a estética (Hirata et al., 2015; Ajaj et al., 2021).

O material apresenta como principal característica a adesão à estrutura dentária com auxílio do adesivo e baixa toxicidade, evitando maiores danos ao tecido dentário, porem apresenta como desvantagens um estresse de contração de polimerização, com risco de causar fenda marginal, manchamento, micro infiltração, sensibilidade pós-procedimento, cárie secundária e fratura de cúspide, comprometendo a integridade da interface dente/restauração (Barros; Lins; Martins, 2017; Aggarwal et al., 2019; Haugen et al., 2020).

A reação de polimerização necessita que a luz utilizada seja capaz de excitar as moléculas fotoiniciadoras, geralmente as CQ (canforoquinonas). Uma vez excitadas, essas moléculas reagem com as substâncias ativadoras (aminas terciárias).

De forma geral o sucesso das restaurações de resinas compostas depende das condições dos tecidos a serem aderidos, das características do sistema adesivo, do protocolo de aplicação, das propriedades da resina composta e da capacidade do operador (Caneppeli; Bresciani, 2016; Cerda-Rizo et al., 2019).

É amplamente conhecido que os compósitos à base de resina requerem uma secagem de campo e condicionamento para uma adequada adesão do material restaurador à dentina e ao esmalte e a espessura incremental máxima tem sido comumente de dois milímetros recomendada pelo fabricante (Reis et al., 2017; Daugherty et al., 2018), porém esta profundidade limitada de cura de compósitos convencionais impediu o uso de camadas mais espessas. A razão por trás da técnica de preenchimento incremental é para garantir a penetração de luz o suficiente para iniciar e completar a cura da resina composta além da minimização do encolhimento e do estresse induzido pela retração associado à polimerização, porém restaurar cavidades mais profundas com incrementos de dois milímetros é desgastante e relativamente sensível à capacidade do operador, podendo levar à formação de gaps (lacunas) entre as camadas sobrepostas e contaminação com fluido oral (Reis et al., 2017; Van Ende et al., 2018).

De acordo com Stewart e Finer (2019), fatores que advém do ambiente oral tais como presença de umidade, acidez, quantidade de bactérias e mudanças abruptas de temperatura, as quais degradam e comprometem as restaurações, diminuindo sua vida útil e possibilitando o deslocamento da mesma, devem ser levados em consideração. As maiores queixas dos profissionais em relação aos trabalhos com resinas compostas são a respeito de falhas relacionadas a sensibilidade pós-operatória, cor, integridade marginal, cárie secundária, textura, adaptação marginal, retenção, deslocamento, descoloração marginal e problemas relacionados principalmente aos erros concernentes à técnica de aplicação do material.

A natureza demorada da colocação e a irradiação de luz em múltiplos incrementos junto com os riscos de formação de gaps entre incrementos e

contaminação do fluido oral levaram realização de novas pesquisas e desenvolvimento de resinas compostas como as do tipo *bulk fill* que foram introduzidas comercialmente para colocação como um único incremento de 4 ou 5 mm de profundidade (Alkurdi; Aboud, 2016; Boaro et al., 2019; Haugen et al., 2020; Hayashi et al., 2020; Ajaj et al., 2021). Desde sua introdução no mercado vários estudos foram realizados com a finalidade de avaliar seu comportamento laboratorial e clínico relacionado à suas propriedades físicas apresentando resultados contraditórios (Boaro et al., 2019; Olafsson et al., 2018). Devido à alta translucidez, eles permitem que a luz incidente penetre mais profundamente na resina, permitindo que a luz alcance profundidade de até 4 a 5 mm quando fotoativada por 20 segundos.

As resinas *bulk fill* podem ser categorizados em alta viscosidade ou baixa viscosidade. A crescente popularidade destes materiais pode ser atribuída ao seu procedimento de aplicação simplificado, menos sensível à técnica operatória e tempo clínico de aplicação reduzido. De acordo com os fabricantes, a resina *bulk fill* regular não requer uma camada de cobertura superficial adicional de resina composta e pode ser usada como material de preenchimento em passo único (Hirata et al., 2015; Lima et al., 2018; Tanthanuch et al., 2018), porém esses materiais têm uma translucidez aumentada em comparação com resinas compostas convencionais, o que pode demandar de adição de camada superficial de resina convencional para melhorar sua estética ou características físicas da restauração (Chesterman; Jowet; Nixon, 2017).

Estudos comprovam que a maioria dos materiais *bulk fill* demonstraram propriedades mecânicas menores se comparados a compostos resinosos convencionais e seu uso em locais de alta carga oclusal deve ser cauteloso (Leprince et al., 2014), porém de acordo com Blum et al. (2021) as resinas compostas tipo *bulk fill* podem ser colocados em incrementos únicos de até cinco milímetros de espessura sem comprometer clinicamente o grau de conversão (GC) ou as propriedades mecânicas nesta profundidade.

Introduzidos na década de 1970, os aparelhos fotopolimerizadores se tornaram uma parte importante da moderna odontologia adesiva. Eles são usados por exemplo, para curar materiais restauradores compostos à base de

resina, cimento de ionômero de vidro modificado por resina, selantes preventivos de fossas e fissuras, colagem de braquetes ortodônticos (Guran; Shaik, 2018).

O uso dos fotopolimerizadores é onipresente sendo considerado peça fundamental no dia-a-dia de todo consultório odontológico. A maioria dos dentistas usa seu fotopolimerizador várias vezes ao dia e um entendimento adequado da sua saída de luz é crucial para o sucesso do tratamento odontológico. No entanto, muitos dentistas negligenciam ou entendem mal as nuances da fotopolimerização do sistema adesivo e resinas compostas. Isso é preocupante porque as resinas compostas inadequadamente fotocuradas apresentam menor GC. Isso pode ser diretamente correlacionado às propriedades mecânicas inferiores, biocompatibilidade diminuída, baixa estabilidade da cor e diminuição da força de união entre a resina composta e o dente, os quais podem reduzir a longevidade da restauração (Shimokawa et al., 2016).

O mercado possui várias marcas comerciais e modelos de fotopolimerizadores para escolha pelo dentista, porém, a faixa espectral radiante, diâmetro da ponta de luz e emitância radiante (irradiância de ponta) desses equipamentos geralmente são diferentes e isso pode ter um impacto negativo sobre a capacidade desses dispositivos de polimerizar as resinas compostas. Embora a CQ seja atualmente usada em todas as resinas compostas, algumas também incluem fotoiniciadores alternativos que requerem ativação por comprimentos de onda de luz mais baixos. As resinas compostas se beneficiam do uso de uma fonte de luz de amplo espectro que fornece desde a luz violeta até a luz azul. No entanto, como os comprimentos de onda de luz mais baixos (na faixa de luz violeta) não penetram tão longe na resina composta como os comprimentos de onda mais longos da luz (na faixa de luz azul), os fotoiniciadores podem receber uma quantidade insuficiente dos comprimentos de onda mais baixos da luz e as resinas podem permanecer subcuradas nas partes mais profundas. A polimerização adequada das resinas compostas depende diretamente das propriedades dos fotopolimerizadores. Unidades fotopolimerizadoras de alta intensidade de luz podem fornecer maiores valores de GC e conseqüentemente melhores propriedades físicas e mecânicas para as resinas compostas (Shimokawa et al., 2018).

De acordo com AlShaafi (2017) e Turkistani et al. (2019) a polimerização das resinas pode ser afetada por fatores como: cor da resina, tempo da fotopolimerização, aumento da espessura da resina, sistema de polimerização, diâmetro da cavidade, localização da cavidade, distância entre a ponta emissora de luz e a superfície do material restaurador, cura através de diferentes superfícies, tipo de preenchimento (regular ou flow) e temperatura.

O teste de microdureza é um método eficiente para testar a eficiência dos fotopolimerizadores na cura de resinas compostas. Após estudo laboratoriais objetivando avaliar a contração de polimerização, a profundidade de cura e a microdureza Knopp (KMH) vários autores concluíram que a profundidade de cura em resinas *bulk fill* é considerada adequada quando os valores médios de leitura de microdureza de base correspondem a um valor igual ou superior a 80% da leitura de superfície (Flury et al., 2012; Alshali et al., 2015; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Jung; Park, 2017; Gan et al., 2018; Lima et al., 2018; Rizzante et al., 2019).

Esta proporção pode ainda sugerir o grau de toxicidade do material para o tecido pulpar uma vez que a resina composta subpolimerizada contém monômeros livres, fora da cadeia polimérica, que representam alta toxicidade aos tecidos vivos (Alshali et al., 2015; Alkhudhairi, 2018; Gan et al., 2018; Ilie; Luca, 2018).

Fotopolimerizadores não podem ser esterilizados a seco ou a vapor pois tal processo danificaria seus componentes eletrônicos, por isso são cobertas por uma barreira descartável de controle de infecção e limpos com um desinfetante entre o atendimento aos pacientes. A presença de sangue, saliva, partículas respiratórias e vírus na cavidade oral significa que a contaminação e infecção cruzada entre pacientes é uma grande preocupação em todos os consultórios odontológicos. Barreiras descartáveis de controle de infecção, como filme plástico são uma alternativa econômica para evitar a contaminação cruzada pois é um método conveniente e não invasivo de prevenir o contato entre os tecidos orais e a ponta emissora de luz do fotopolimerizador. Além disso protegem contra deposição de materiais e danos na superfície da ponta emissora de luz dos fotopolimerizadores (Sabino-Silva; Jardim; Siqueira, 2020; Soares et al.,

2020; Verbeek, et al., 2020; Rubio et al., 2021). Contudo, essas barreiras podem influenciar na irradiância, que é a quantidade de luz distribuída em cada área e, conseqüentemente, na qualidade de cura dos materiais uma vez que muitas delas não são transparentes. Segundo Rueggeberg et al. (2017), Cadenaro et al. (2019) e Mendoza; Ortega; Salina (2020), barreiras biológicas podem reduzir a irradiância em até 40%, o que comprometeria a polimerização das resinas compostas. Além da subpolimerização, biocompatibilidade e falhas clínicas prematuras podem ocorrer fratura da restauração, infiltração marginal e alterações de cor (Scott; Felix; Price, 2004; Sinhoretti et al., 2018; Mendoza; Ortega; Salina, 2020; Soares et al., 2020; Rubio et al., 2021).

Sabendo da relevância da biossegurança no consultório odontológico, da necessidade de proteção da ponta do fotopolimerizador e da importância da sua irradiância para a qualidade da polimerização dos compósitos, este estudo teve como objetivo avaliar a irradiância de diferentes fotopolimerizadores quando usada ou não barreiras de proteção na fotopolimerização de resinas *bulk fill* de diferentes viscosidades.

2 OBJETIVO

Avaliar a influência da barreira de proteção na polimerização de resinas *bulk fill*

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar se a barreira de proteção interfere na profundidade de polimerização das resinas *bulk fill* utilizando diferentes fotopolimerizadores e comparando-os.

Comparar a microdureza de diferentes resinas *bulk fill*.

A hipótese nula é que a presença da barreira de proteção na ponta emissora de luz dos fotopolimerizadores não terá influência sobre a microdureza das resinas *bulk fill*.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados três fotopolimerizadores de diferentes marcas comerciais (Quadro 1) sendo todos submetidos a verificação da intensidade de luz, com e sem a barreira de proteção contra infecção na ponta emissora de luz do fotopolimerizador, utilizando um radiômetro Woodpecker LM1 (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd - Guilín - China) imediatamente antes da polimerização de cada corpo de prova. A partir de cinco marcas comerciais de resinas, todas na cor A2 (Quadro 2), foram confeccionados trezentos corpos de prova, sendo sessenta amostras para cada grupo de resina. Os grupos de resinas foram identificados por algarismos de 1 a 5, os fotopolimerizadores foram identificados pela letra inicial de seu nome comercial: Valo (V), Bluephase (B), EC450 (E) e a terceira letra da sigla indica a ausência de barreira descartável de proteção contra infecção (A) ou presença de barreira descartável de proteção contra infecção (P) (Quadro 3).

Quadro 1 – Fotopolimerizadores e suas especificações

Fotopolimerizador	Fabricante	Intensidade de luz fornecida pelo fabricante/ comprimento de onda	Polywave/Monowave
Valo Cordless	Ultradent, South Jordan, UT, EUA	1000 mW/cm ² Standard/ 385 a 520 nm	Polywave
Bluephase	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein	1200 mW/cm ² standard/ 385 a 520 nm	Polywave
EC450	Ecel Ind. Com., Ribeirão Preto, SP, Brasil	900mW/cm ² standard/ 450 a 490 nm	Monowave

Fonte: Informações dos fabricantes (2023)

Resina composta (código)	Fabricante	Cor/Lote	Matriz orgânica	Partícula de carga (peso%/volume%)	Espessura máxima de polimerização recomendada pelo fabricante (mm)	Tempo de polimerização recomendada pelo fabricante
Filtek Z350 XT (FZ)	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	A2B/NE34286	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA Bis-EMA	78,5%/63,3%	2 mm	Acima de 400mW/cm ² - 20 s
Opus Bulk Fill (OBF)	FGM, Joinvile, SC, Brasil	A2 191021	UDMA estabilizadores, fotoiniciadores e coiniators/ Carga inorgânica de dióxido de silício silanizado (sílica), estabilizadores e pigmentos,	79%	4 mm	40s
Filtek One Bulk Fill (FOB)	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	A2/NC98026	AUDMA, AFM, UDMA, DDDMA	76,5%/58,5%	4 mm	500 a 1000 mW/cm ² - 40s 1000 a 2000 mW/cm ² - 20s
Opus Bulk Fill Flow (OBFF)	FGM, Joinvile, SC, Brasil	A2 130422	UDMA, estabilizadores, canforoquinona e coiniadores./dióxido de sílica salinizada, vidro de bário salinizado, Fluoreto de itérbio.	68%	4 mm	Acima de 450 mW/cm ² - 20s
Filtek Bulk Fill Flow (FBF)	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	A2/NF21297	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, Procrilato	64,5%/42,5%	4 mm	500 a 1000 mW/cm ² - 40s 1000 a 2000 mW/cm ² - 20s

Quadro 3 – Grupos de resinas/fotopolimerizadores

Fotopolimerizador Resina	Valo (V)		Bluephase (B)		EC450 (E)	
	Sem Barreira (A)	Com Barreira (P)	Sem Barreira (A)	Com Barreira (P)	Sem Barreira (A)	Com Barreira (P)
Grupo 1 - Grupo Controle Filtek XT Z350 (FZ)	1.V.A	1.V.P	1.B.A	1.B.P	1.E.A	1.E.P
Grupo 2 Opus Bulk Fill (OBF)	2.V.A	2.V.P	2.B.A	2.B.P	2.E.A	2.E.P
Grupo 3 Filtek One Bulk Fill (FOB)	3.V.A	3.V.P	3.B.A	3.B.P	3.E.A	3.E.P
Grupo 4 Opus Bulk Fill Flow (OBFF)	4.V.A	4.V.P	4.B.A	4.B.P	4.E.A	4.E.P
Grupo 5 Filtek Bulk Fill Flow (FBF)	5.V.A	5.V.P	5.B.A	5.B.P	5.E.A	5.E.P

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

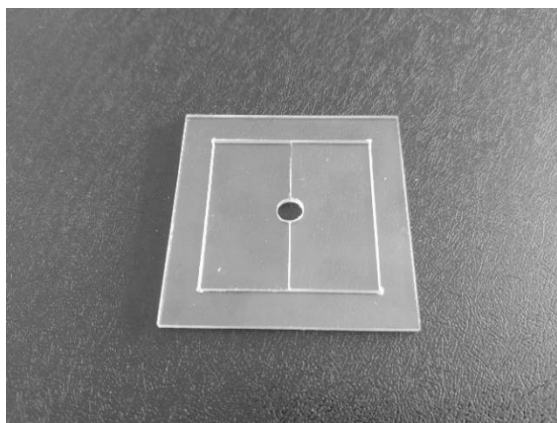
Para cada fotopolimerizador foram confeccionados vinte corpos de prova dentro de cada grupo de resinas, sendo dez corpos de prova de cada grupo submetidos à cura com a ponta emissora de luz do fotopolimerizador sem o uso de barreira descartável de proteção contra infecção e dez corpos de prova de cada grupo submetidos à cura com a presença da barreira de proteção contra infecção

Para os testes com a barreira de proteção, após desinfecção do fotopolimerizador com álcool 70%, uma barreira transparente descartável de proteção contra infecção foi confeccionada aplicando uma camada de plástico filme de PVC (Resina de Policloreto de Vinil, Globo Pack, Super Globo Química LTDA, Contagem, MG, Brasil) na ponta emissora de luz de cada fotopolimerizador observando a ausência de rugosidade e/ou bolhas de ar no ato da aplicação do material, sendo esta barreira descartável trocada a cada preparação dos corpos de prova para evitar interferência de qualquer resíduo que pudesse estar aderido à sua superfície. Para os testes sem a barreira de proteção o equipamento foi submetido a desinfecção com álcool 70%

observando a ausência de qualquer resíduo de material restaurador na ponta emissora de luz durante a confecção dos corpos de prova.

Na preparação dos corpos de prova foram utilizadas matrizes pré-fabricadas de material acrílico (Fig.1) medindo 40mm x 40mm (largura) x 4mm (espessura) para resinas *bulk fill* e 40mm x 40mm (largura) x 2mm (espessura) para a resina convencional (grupo controle).

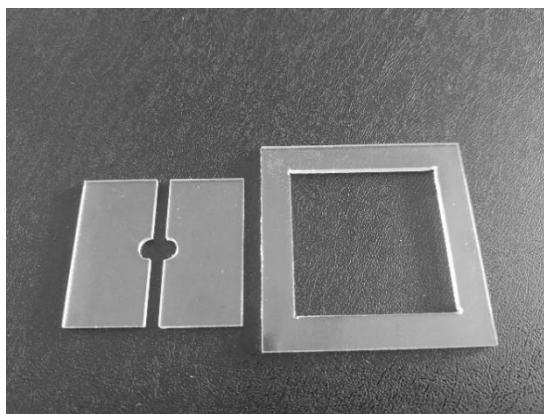
Figura 1- Matriz pré-fabricada para confecção dos corpos de prova



Fonte: Fotografia do autor (2023)

As matrizes foram divididas em duas metades iguais de 40 mm x 20 mm. Ao centro, na junção das duas metades foi feito um orifício medindo 6 mm de diâmetro com profundidade de 4 mm ou 2 mm, dependendo da espessura de cada matriz acrílica. Para estabilizar as duas metades de cada matriz foram confeccionadas molduras nas quais as matrizes são inseridas, unindo as duas faces, ficando estáveis para a inserção do compósito (Figura 2).

Figura 2 – Matriz pré-fabricada e gabarito



Fonte: Fotografia do autor (2023)

A espessura das matrizes foi medida com paquímetro digital MTX 316119 (Mundo das Ferramentas do Brasil Ltda. – Guarulhos – SP – Brasil) (Fig. 3 A e 3 B).

Figura 3 A e Figura 3 B – Medidas das espessuras das matrizes pré-fabricadas



Figura 3 A



Figura 3 B

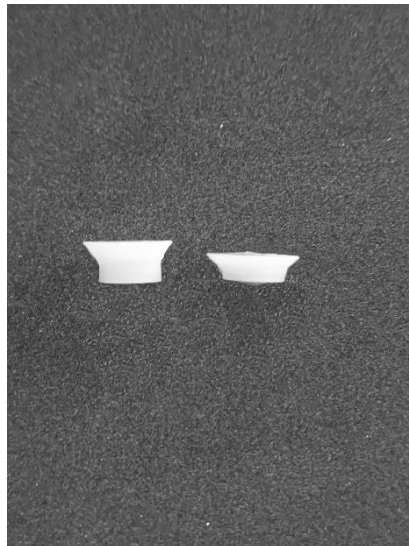
Fonte: Fotografia do autor (2023)

Os corpos de prova foram produzidos pela inserção das resinas compostas em incremento único utilizando-se para isso uma espátula para resina nº 1 (Golgran Indústria e Comércio de Instrumental Odontológico Ltda. – São Caetano do Sul – SP, Brasil) seguindo as instruções do fabricante para espessuras máximas de fotopolimerização. Sobre uma placa de vidro foi posicionada uma tira de poliéster (Filme de Poliéster Transparente – Preven Indústria e Comércio de Produtos Odontológicos Eireli EPP – Guapirama-PR - Brasil) e em seguida a matriz acrílica foi apoiada com o orifício de inserção das resinas compostas sobre a tira de poliéster. A resina convencional - Grupo controle - (FZ) foi inserida em matriz de 6 mm de diâmetro x 2 mm de profundidade, e as resinas *bulk fill* de diferentes viscosidades inseridas em matriz de 6 mm de diâmetro por 4 mm de espessura. Uma segunda tira de poliéster foi posicionada na superfície superior da matriz, sendo sistematicamente substituída a cada preparação dos corpos de prova para evitar interferência de resíduos do compósito na emissão de luz do fotopolimerizador no momento da preparação do corpo de prova seguinte. Uma placa de vidro de 20 mm de

espessura foi mantida por um minuto sobre a matriz acrílica para auxiliar na acomodação do material e na expulsão do excesso e removida imediatamente antes do processo de fotocura. A fotopolimerização se deu de acordo com o tempo recomendado pelo fabricante de cada resina com a ponta emissora de luz encostada na matriz de poliéster sobre a superfície do corpo de prova (Alshali et al., 2015; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou et al., 2016; Borges et al., 2019) utilizando a barreira de proteção na ponta emissora de luz e também sem a sua presença.

Após a fotopolimerização das resinas compostas, a matriz foi removida da moldura e suas metades separadas para a liberação do corpo de prova (figura 4) e em seguida as amostras foram polidas com lixa carbeta de silício granulação 1200 e 1500 (Klingspor Abrasivos Industria Ltda – Pinhais – PR – Brasil), para remoção da camada de inibição de oxigênio, com mínima alteração na sua espessura (Li et al., 2021; Bayrak et al., 2022) e armazenadas em ambiente escuro e seco durante 24 horas (Leprince et al., 2014; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Strazzi-Sahion et al., 2020).

Figura 4 – Corpos de prova com 4mm e 2 mm de espessura



Fonte: Fotografia do autor (2023)

3.1 MICRODUREZA KNOOP

Passado o período de armazenamento as amostras foram submetidas ao ensaio de microdureza superficial Knoop (KMH) utilizando-se o Microdurômetro (Microdurômetro Digital HMV-2T, Shimadzu, Tóquio, Japão) (figura 5).

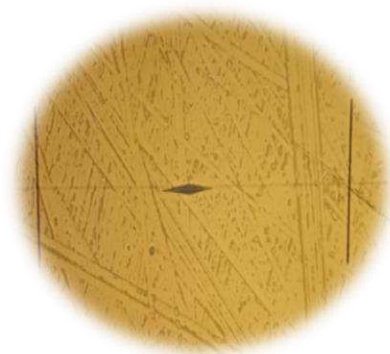
Figura 5 – Microdurômetro do laboratório da Faculdade de Odontologia da UFJF



Fonte: Fotografia do autor (2023)

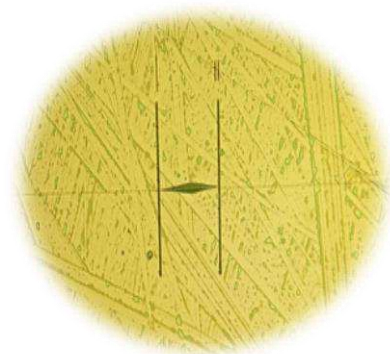
Com o longo eixo da ponta do endentador perpendicular à superfície do corpo de prova foram realizadas três marcações equidistantes partindo da parte central para as extremidades das superfícies superior (topo) e inferior (base) dos corpos de prova, com carga de 50gf (490,33 mN) por 10 segundos (Karatat et al., 2021). O teste de microdureza Knoop utiliza um penetrador de formato piramidal, com sua endentação produzindo dois eixos de comprimentos diferentes, um maior e outro menor (figuras 6a e 6b), desta forma, a alteração dimensional sofrida pelo material após a remoção do penetrador ocorrerá principalmente no menor eixo, mantendo as dimensões do eixo de maior comprimento, sendo este último o responsável pela aferição da microdureza com maior confiabilidade (Alqahtani et al., 2015).

Figura 6 a – Imagem da Penetração Knoop na superfície do corpo de prova



Fonte: Fotografia do autor (2023)

Figura 6 b – Imagem do cursor do microdurômetro posicionado no longo eixo da endentação para realizar a medição do resultado obtido.



Fonte: Fotografia do autor (2023)

Após os testes de microdureza Knoop no topo e na base de cada corpo de prova e encontrada a média aritmética dos resultados obtidos em cada superfície (Rizzante et al., 2019; Strazzi-Sahyon et al., 2020), utilizando-se ou não a barreira de proteção na ponta de luz da LCU (*Light Curing Unit*), a proporção base-topo foi calculada dividindo o valor da média aritmética da base pelo valor da média aritmética do topo e desta forma foi obtido o valor percentual de microdureza da base em relação ao topo dentro cada grupo de resina/fotopolimerizador (Borges; Chasqueira; Portugal, 2009).

4 RESULTADOS

Os resultados das leituras no microdurômetro foram lançados individualizando cada resina com os fotopolimerizadores utilizados conforme tabelas 1.

Tabela 1 – Resultado da média de microdureza Knoop e proporção base/topo

Grupo de resina	Média da microdureza Knoop		Proporção base/topo % A*	Média da microdureza Knoop		Proporção base/topo % P**	
	Topo	Base		Topo	Base		
Valo		81,7	66,5	81,4	73,5	56,3	76,7
Bluephase	FZ	91,0	79,8	87,7	90,3	76,4	84,6
EC450		76,7	61,7	80,4	71,3	54,0	75,8
Valo		60,7	47,2	77,7	53,0	37,5	70,8
Bluephase	OBF	69,5	52,6	75,7	64,1	45,0	70,2
EC450		64,8	43,2	66,7	58,0	35,4	61,9
Valo		68,7	55,4	80,7	63,9	49,5	77,5
Bluephase	FOB	81,6	67,1	82,2	59,7	43,3	72,5
EC450		50,5	37,1	73,5	42,8	26,8	62,8
Valo		72,8	60,2	82,7	66,9	49,3	73,7
Bluephase	OBFF	79,0	63,0	79,7	73,9	53,7	72,7
EC450		47,9	35,1	73,7	42,6	28,7	67,3
Valo		67,3	54,2	80,5	46,8	34,9	74,5
Bluephase	FBF	68,9	55,1	80,0	45,3	34,9	77,1
EC450		54,5	39,6	72,6	45,9	29,1	63,4

*A (ausência de barreira de proteção) - **P (Presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

4.1 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias da proporção base/topo dentro de cada grupo de resina, considerando diferentes fotopolimerizadores e a aplicação ou não de barreiras de proteção sobre a ponta emissora de luz, utilizou-se a análise de variância de dois fatores (ANOVA *two-way*) ao nível de significância de 5%. Nos casos em que houve diferença significativa foi realizado o teste *post-hoc* de Tukey para a realização de comparações pareadas das médias também ao nível de significância de 5%.

Na realização da ANOVA é necessário que os dados atendam dois pressupostos. Para o primeiro pressuposto, homogeneidade de variâncias, utilizou-se o teste de *Levene* para testar se a distribuição das variâncias é homogênea ou não. O segundo pressuposto é o da normalidade de resíduos, em que utiliza-se o teste *Shapiro-wilk* para testar se os resíduos se distribuem seguindo a curva da distribuição normal. Todas as análises foram realizadas no *software* R (R Core Team, 2002), usando pacotes “*car*” (Fox; Weisberg, 2019).

Os pressupostos da ANOVA dois fatores foram atendidos para todas as análises aqui descritas, sendo possível prosseguir com a análise. A seguir temos os resultados da análise de variância (ANOVA) para as médias da proporção base/topo em cada grupo de resina/fotopolimerizador e tratamento com ou sem barreira de proteção. Os grupos foram nomeados de acordo com nomenclatura do Quadro 3.

Quanto maior a estatística F, maior a variabilidade e maior a evidência de que existe diferença entre as médias do grupo, ou seja valores maiores representam maior dispersão em relação à média. O valor de $p < 0,05$ significa que existe diferença significativa entre as médias analisadas. Quando $p > 0,05$ significa que não existe diferença significativa entre as médias.

A análise estatística dos grupos de resinas/fotopolimerizadores mostrou que a proporção base/topo foi significativamente maior nos corpos de prova curados com fotopolimerizadores sem o uso da barreira transparente de proteção contra infecção.

Após a realização do teste de Tukey para comparações pareadas observou-se que os fotopolimerizadores Bluephase e Valo não apresentaram diferença estatística significativa entre si, porém ambos apresentaram diferença estatística significativa quando comparados com o fotopolimerizador EC450

dentro dos grupos de resinas *bulk fill*, tendo este último fotopolimerizador apresentado os menores resultados.

Apenas no grupo controle (FZ) o desempenho do fotopolimerizador Bluephase apresentou diferença estatística significativa tendo alcançado os melhores resultados quando comparado ao Valo e EC450. Neste grupo os fotopolimerizadores Valo e EC450 apresentaram desempenho sem diferença estatística significativa entre si.

As análises estatísticas são apresentadas nas tabelas 2 a 6.

Tabela 2 – Análise estatística do grupo 1 (FZ)

		Média da proporção base/topo %	F	p	Comparações pareadas
Valo	1VA	81,4	A* x P** (F = 7,09)	A* x P** ($p = 0,01$)	V x E ($p = 0,878$)
	1VP	76,7			
Bluephase	1BA	87,7	V x B x E (F = 10,60)	V x B x E ($p < 0,001$)	B x E ($p < 0,001$)
	1BP	84,6			
EC450	1EA	80,4			B x V ($p = 0,001$)
	1EP	75,8			

*A (ausência de barreira de proteção) – ** P (presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Tabela 3 – Análise estatística do grupo 2 (OBF)

		Média da proporção base/topo %	F	p	Comparações Pareadas
Valo	2VA	77,7	A* x P** (F = 18,19)	A* x P** ($p < 0,001$)	V x E ($p < 0,001$)
	2VP	70,8			
Bluephase	2BA	75,7	V x B x E (F = 21,22)	V x B x E ($p < 0,001$)	B x E ($p < 0,001$)
	2BP	70,2			
EC450	2EA	66,7			B x V ($p = 0,711$)
	2EP	61,9			

*A (ausência de barreira de proteção) – ** P (presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Tabela 4 – Análise estatística do grupo 3 (FOB)

		Média da proporção base/topo %	F	p	Comparações pareadas
Valo	3VA	80,7	$A^* \times P^{**}$ ($F = 38,63$)	$A^* \times P^{**}$ ($p < 0,001$)	V x E ($p < 0,001$)
	3VP	77,5			
Bluephase	3BA	82,2	V x B x E ($F = 29,82$)	V x B x E ($p < 0,001$)	B x E ($p < 0,001$)
	3BP	72,5			
EC450	3EA	73,3			B x V ($p = 0,505$)
	3EP	62,6			

*A (ausência de barreira de proteção) – ** P (presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Tabela 5 – Análise estatística do grupo 4 (OBFF)

		Média da proporção base/topo %	F	p	Comparações Pareadas
Valo	4VA	82,7	$A^* \times P^{**}$ ($F = 59,90$)	$A^* \times P^{**}$ ($p < 0,001$)	V x E ($p < 0,001$)
	4VP	73,7			
Bluephase	4BA	79,7	V x B x E ($F = 25,20$)	V x B x E ($p < 0,001$)	B x E ($p < 0,001$)
	4BP	72,7			
EC450	4EA	73,3			B x V ($p = 0,200$)
	4EP	67,3			

*A (ausência de barreira de proteção) – ** P (presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Tabela 6 – Análise estatística do grupo 5 (FBFF)

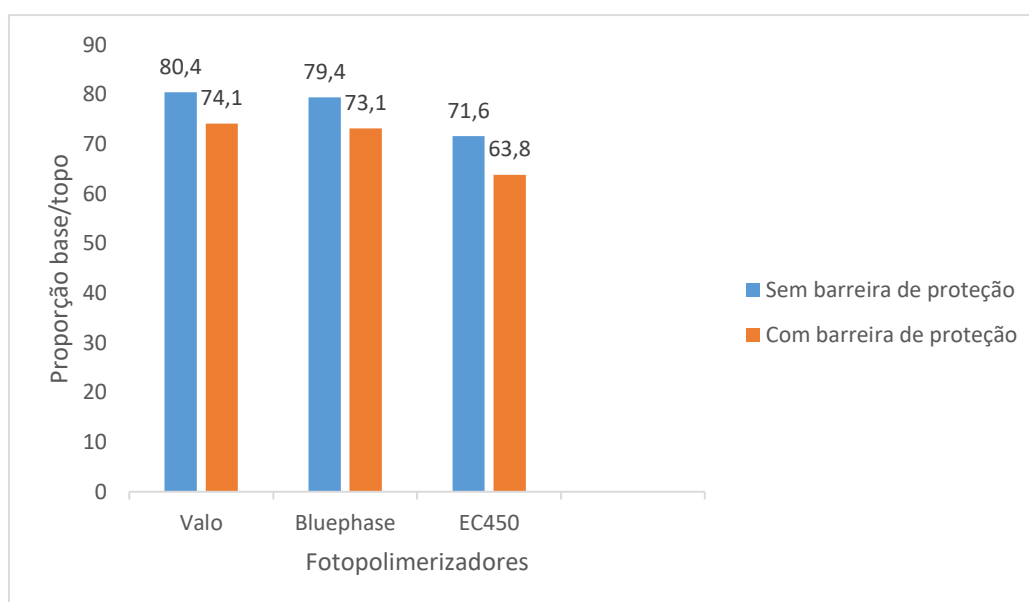
		Média da proporção base/topo %	F	p	Comparações Pareadas
Valo	5VA	80,5	$A^* \times P^{**}$ (F = 21,32)	$A^* \times P^{**}$ ($p < 0,001$)	V x E ($p < 0,001$)
	5VP	74,5			
Bluephase	5BA	80,0	V x B x E (F = 26,23)	V x B x E ($p < 0,001$)	B x E ($p < 0,001$)
	5BP	77,1			
EC450	5EA	72,6	B x V ($p = 0,819$)		
	5EP	63,4			

*A (ausência de barreira de proteção) – ** P (presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

No gráfico 1 tem-se a comparação das médias de proporção base/topo entre fotopolimerizadores onde verificou-se resultados sem diferença estatística entre os fotopolimerizadores Valo e Bluephase nos tratamentos com e sem a presença de barreira de proteção na ponta de luz dos fotopolimerizadores, porém o fotopolimerizador EC450 apresentou diferença estatística significativa exibindo os menores resultados de proporção base/topo nos dois tratamentos ao ser comparado aos outros dispositivos.

Gráfico 1 – Média da proporção base/topo entre fotopolimerizadores



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Tabela 7 – Comparação da proporção base/topo entre resinas *bulk fill*
na ausência da barreira de proteção

F	Comparações Pareadas	
A* (F = 8,54 p = 0,001)	FBF – OBF	(p = 0,003)
	OBFF – OBF	(p < 0,001)
	FOB – OBF	(p < 0,001)
	OBFF – FBF	(p = 0,890)
	FOB – FBF	(p = 0,890)
	FOB – OBFF	(p = 0,999)

*A (ausência de barreira de proteção)

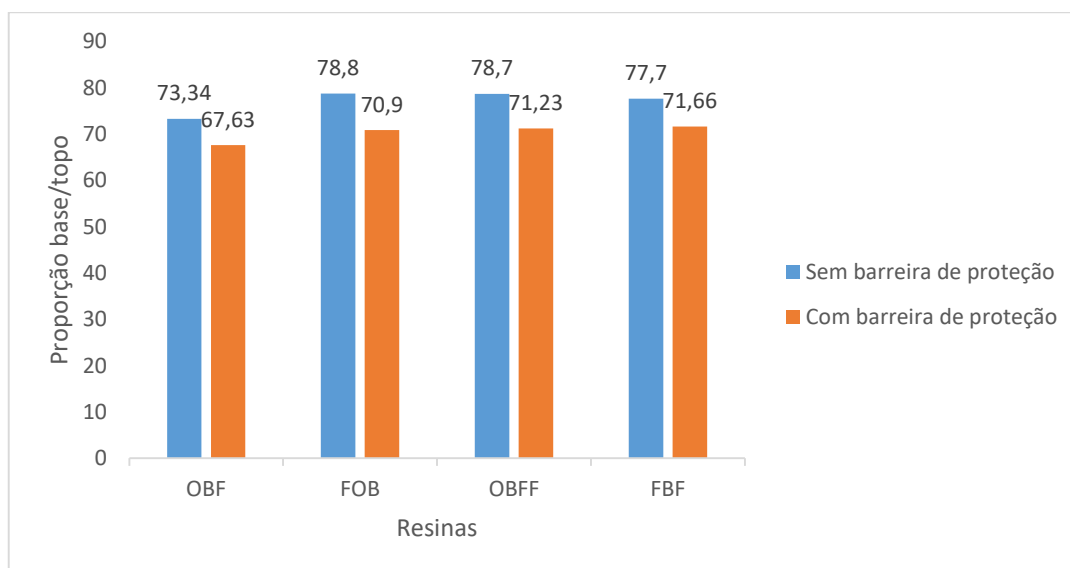
Tabela 8 – Comparação da proporção base/topo entre resinas *bulk fill*
na presença da barreira de proteção

F	Comparações Pareadas	
P** (F = 4,46 p = 0,005)	FOB – OBF	(p = 0,048)
	OBFF – OBF	(p = 0,020)
	FBF – OBF	(p = 0,007)
	OBFF – FOB	(p = 0,988)
	FBF – FOB	(p = 0,920)
	FBF – OBFF	(p = 0,989)

**P (presença de barreira de proteção)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

No gráficos 2 observa-se a comparação da média base/topo entre resinas *bulk fill* onde é possível verificar que entre as resinas Filtek One Bulk Fill, Opus Bulk Fill Flow e Filtek Bulk Fill Flow não houve diferença estatística entre as médias na ausência da barreira de proteção e da mesma forma não houve diferença estatística entre as médias no tratamento com a barreira de proteção, porem ao comparar a resina Opus Bulk Fill às demais resinas *bulk fill* observou-se diferença estatística significativa onde esta última apresentou os menores resultados de proporção base/topo em ambos os tratamentos.

Gráfico 2 – Média da proporção base/topo entre resinas *Bulk Fill*

Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Os gráficos boxplot com os resultados de microdureza superficial média de topo e base das resinas *bulk fill* utilizadas neste estudo, com e sem a utilização de barreiras de proteção na ponta de luz dos fotopolimerizadores podem ser visualizados no apêndice deste trabalho.

5 DISCUSSÃO

As resinas compostas vêm sendo aprimoradas ao longo dos anos, apresentando melhoras significativas e permitindo o restabelecimento da estética, da função e da forma dos dentes uma vez que suas propriedades óticas e físicas são muito semelhantes à dos tecidos naturais. Essa mudança foi impulsionada principalmente pelo anseio dos pacientes por restaurações estéticas e abordagens com intervenção mínima para o tratamento de cáries.

As resinas convencionais possuem profundidade de cura limitada a 2mm indicada pelos fabricantes para permitir uma penetração adequada de luz capaz de excitar as moléculas fotoiniciadoras impedindo que ocorra a subpolimerização e diminuição das propriedades mecânicas da resina. Porém restaurar cavidades mais profundas com resinas convencionais é desgastante e sensível à capacidade do operador (Barros; Lins; Martins, 2017; Reis et al., 2017; Van Ende et al., 2018; Vicenzi; Benetti, 2018; Blum et al., 2021).

Resinas *bulk fill* foram desenvolvidas para economizar tempo clínico e simplificar a técnica restauradora uma vez que permite a inserção de incremento único de 4 a 5 mm na cavidade a ser restaurada (Alkurdi; Aboud, 2016; Moharam; El-Hoshy; Abou-Elenein, 2017; Boaro et al., 2019; Haugen et al., 2020; Hayashi et al., 2020; Ajaj et al., 2021). Possuem menor quantidade de carga e maior translucidez permitindo que a luz penetre mais profundamente até uma espessura de 4 a 5 mm (Blum et al., 2017; Chesterman; Jowet; Nixox, 2017; Hayashi et al., 2020). A fotopolimerização pode ser influenciada pela cor da resina, tempo de fotopolimerização, aumento da espessura da resina, distância entre a ponta de luz da LCU e a superfície da resina e tipo de consistência do compósito (Alshaafi, 2017), ademais, protocolos com menor irradiância e maior tempo de exposição podem evitar comprometimento mecânico das resinas (Besegato et al., 2017).

Alguns estudos mostraram que o uso da resina *bulk fill* deve ser cauteloso em áreas de alta carga oclusal (Leprince et al., 2014; Chesterman; Jowet; Nixon, 2017), porém há vários estudos comprovando que a inserção da resina *bulk fill* em incremento único de até 5 mm pode ser feita sem efeito adverso no grau de conversão e em suas propriedades físicas (Hirata et al., 2015; Blum et al., 2017; Jung; Park, 2017; Lima et al., 2018; Tanthanuch et al., 2018).

Os fotopolimerizadores são amplamente usados no dia-a-dia do consultório e não podem ser esterilizados a seco ou a vapor. O iminente contato deste dispositivo com sangue, saliva, partículas respiratórias e também pelo risco das doenças infectocontagiosas e mais recentemente a COVID 19 alertou ainda mais a classe odontológica sobre a ocorrência de infecção cruzada nos consultórios e necessidade de cumprir rigorosamente os protocolos de biossegurança para evitá-la. Por estes motivos estes dispositivos precisam ser envoltos por uma barreira descartável para o controle de infecção impedindo o contato entre os tecidos orais e a sua ponta emissora de luz e além disso protegê-la contra a adesão de resíduos de resinas e adesivos (Soares et al., 2020; Rubio et al., 2021).

Em concordância, Mitton e Wilson (2020) relataram em seu estudo que 35% dos fotopolimerizadores dos consultórios visitados possuíam materiais aderidos à sua ponta de luz reduzindo a irradiância, porém as barreiras de proteção biológicas podem reduzir o poder de irradiância dos fotopolimerizadores em até 40% com conseqüente diminuição na cura adequada das resinas compostas (Rueggeberg et al., 2017; Cadenaro et al., 2019; Mendoza; Ortega; salina, 2020).

Baseado no crescente uso de resinas *bulk fill* de diferentes viscosidades nos consultórios odontológicos e também pela atenção à biossegurança e proteção e manutenção do perfeito funcionamento do fotopolimerizador este estudo se propôs a avaliar se as barreiras transparentes de proteção contra infecção aplicadas nas pontas emissora de luz destes dispositivos exerceriam influência na irradiância emitida pelo fotopolimerizador e conseqüentemente nas propriedades mecânicas dos compósitos. Para isso foram produzidos corpos de prova a partir de resinas *bulk fill* de diferentes viscosidades utilizando matrizes pré-fabricadas com profundidade de 4 mm. Os corpos de prova foram fotopolimerizados de acordo com o tempo indicado pelos fabricantes e submetidos ao teste de microdureza seguindo metodologia proposta por Alshali et al. (2015), Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou (2016), Borges et al. (2019) e Karatas et al. (2021).

Testes de microdureza têm sido utilizados em vários estudos como um método viável para avaliar a relativa profundidade de polimerização das resinas e conseqüentemente a eficiência da fonte de luz. A dureza pode ser definida como a capacidade de uma determinada substância em resistir a um edentador ou penetrador. O conhecimento de tal propriedade mecânica é importante na odontologia e está relacionado com a indicação e longevidade clínica dos materiais restauradores (Schneider et al., 2016).

Os testes de microdureza mais comumente usados são a microdureza Vickers e Knoop. O penetrador Vickers é mais adequado para materiais mais rígidos como metais e cerâmicas e produz um entalhe em forma de diamante com os dois eixos do mesmo comprimento e a medição da microdureza é feita pela soma destes dois comprimentos. O teste de microdureza Knoop, utilizado nesta pesquisa, é o mais indicado para materiais com maior elasticidade, produzindo uma endentação de forma piramidal com dois eixos de comprimentos diferentes onde a alteração dimensional sofrida pelo material após a remoção do penetrador ocorrerá no eixo menor, sendo a medição feita através do eixo maior (Ferracane, 1985; Reston et al., 2008; Alqahtani et al., 2015; Cruz et al., 2016).

Os testes de microdureza de topo e de base realizados neste estudo laboratorial avaliaram a relação de microdureza base/topo para examinar se a resina composta foi adequadamente polimerizada até a espessura máxima indicada pelo fabricante e a níveis clínicos aceitáveis.

Vários autores reportaram que os valores da proporção de microdureza são satisfatórios quando o valor de microdureza da base atinge no mínimo 80% do valor de microdureza do topo (Flury et al., 2012; Alshali et al., 2015; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Jung; Park, 2017; Gan et al., 2018; Lima et al., 2018; Rizzante et al., 2019).

Nesta pesquisa laboratorial apenas o grupo controle (FZ) usando os fotopolimerizadores sem a barreira de proteção alcançou valores de média de proporção base/topo acima de 80%, o que corrobora com estudos de AlShaafi (2017) e Turkistani et al. (2019) que relataram que a espessura da resina é um dos fatores que podem interferir na penetração da luz.

A média de proporção base/topo foi significativamente maior nos grupos quando usados fotopolimerizadores sem barreira de proteção. Após comparações pareadas chegou-se à conclusão que exceto no grupo controle em que o fotopolimerizador Valo obteve desempenho similar ao EC450, em todos os outros grupos de resinas *bulk fill* os fotopolimerizadores Bluephase e Valo apresentaram desempenho sem diferença estatística significativa.

Em todos os grupos de resinas *bulk fill* ao usar a barreira de proteção na ponta emissora de luz dos fotopolimerizadores os níveis de microdureza obtidos na análise da proporção base/topo ficaram abaixo de 80% não atingindo o mínimo clinicamente aceitável conforme relatam Flury et al. (2012), Alshali et al. (2015), Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou (2016), Jung; Park (2017), Gan et al. (2018), Lima et al. (2018), Rizzante et al. (2019).

Nesta pesquisa foram testados fotopolimerizadores *polywave* e *monowave* e dentre estes, os resultados obtidos com o fotopolimerizador *monowave* foi significativamente menor em comparação aos *polywaves*. Tal resultado está de acordo com estudo de Gan et al. (2018) que relata que a maior irradiância emitida e maior espectro de luz abrangido pelos fotopolimerizadores *polywaves* torna sua cura mais eficiente.

Ao testar diferentes tipos de resinas *bulk fill* observou-se que nos corpos de prova fotopolimerizados com a utilização da barreira de proteção na ponta de luz do fotopolimerizador a proporção base/topo das resinas OBFF, FOB e FBF não diferiram estatisticamente entre si. A resina OBF diferiu das demais apresentando a menor média da proporção base/topo

Nos testes com tratamento sem o uso da barreira de proteção na ponta emissora de luz do fotopolimerizador as médias da proporção base/topo da resina OBF diferiu das demais resinas *bulk fill* avaliadas. A resina FBF, OBFF e FOB não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si. A resina OBF obteve a menor média da proporção base/topo.

Os resultados obtidos no presente experimento indicam que a média da proporção base/topo foram significativamente menores em corpos de provas quando curados com fotopolimerizadores utilizando a barreira transparente de proteção contra infecção, rejeitando a hipótese nula.

Mais estudos são necessários para avaliar se diferentes barreiras de proteção influenciam negativamente na polimerização de resinas *bulk fill* de diferentes viscosidades, bem como outras marcas comerciais de aparelhos fotopolimerizadores deverão ser avaliados quanto sua capacidade de cura na presença de barreiras de proteção. Além disso alterar a espessura das resinas *bulk fill* é um fator que possibilitará a eficiência de cura em toda sua profundidade e os dentistas precisam estar cientes das nuances da fotocura para que utilizem corretamente os fotopolimerizadores e alcancem resultados clínicos satisfatórios evitando o retorno do paciente para correção de falha durante o ato operatório.

6 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

- A barreira de proteção aplicada na ponta emissora de luz do fotopolimerizador influenciou negativamente na polimerização das resinas *bulk fill* uma vez que os melhores resultados nos testes de microdureza foram encontrados na sua ausência.
- Os fotopolimerizadores Bluephase e Valo obtiveram performance superior ao fotopolimerizador EC450 quanto a capacidade de polimerização da resina *bulk fill*;
- As resinas Filtek One Bulk Fill, Filtek Bulk Fill Flow e Opus Bulk Fill Flow apresentaram média de proporção base/topo sem diferença estatística.
- A resina Opus Bulk Fill diferiu das demais resinas apresentando o menor resultado de proporção base topo.

7 RECURSOS PARA O DESENVOLVIMENTO

Este projeto de pesquisa contou com recursos humanos e estruturais da própria UFJF. A Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora possui o microdurômetro (Microdurômetro Digital HMV-2T, Shimadzu, Tóquio, Japão) para a execução dos testes propostos. Os recursos financeiros destinados a aquisição dos materiais de consumo utilizados, aparelhos fotopolimerizadores e demais materiais demandados na pesquisa foram de responsabilidade do pesquisador sem qualquer patrocínio externo.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, N.; JAIN, A.; GUPTA, H.; ABROL, A.; SINGH, C.; RAPGAY, T. The comparative evaluation of depth of cure of bulk-fill composites - An in vitro study. **J Conserv Dent**, v. 22, n. 4, p. 371, 2019.
- AJAJ, R. A.; FARSI, N.J.; ALZAIN, L.; NUWAYLATI, N.; GHURAB, R.; NASSAR, H.M. Dental Bulk-Fill Resin Composites Polymerization Efficiency: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J. Compos. Sci**, v. 5, p. 2- 33, 2021.
- ALKHUDHAIRY, F. I. The effects of irradiance and exposure time on the surface roughness of bulk-fill composite resin restorative materials. **Saudi Med J**, 39: 197-202, 2018.
- ALKURDI, R.; ABOUD, S. Clinical evaluation of class II composite resin restorations using two different bulk-fill techniques. **Journal of Orofacial Sciences**, v. 7, n. 2, p. 65- 73, 2016.
- ALQAHTANI, M. Q.; MICHAUD, P.L.; SULLIVAN, B.; LABRIE, D.; ALSHAAFI, M.M.; PRICE, R.B. Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite. **Oper Dent**, 40: 662-672, 2015.
- ALSHAAFI, M. M. Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review, **The Saudi Dental Journal**, Volume 29, n. 2, p. 48-58, 2017. ISSN 1013-9052, <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2017.01.002>.
- ALSHALI, R. Z.; SALIM, A.S.; SATTERTHWAITE, J.D.; SILIKAS, N. Post-irradiation hardness development, chemical softening, and thermal stability of bulk-fill and conventional resin-composite. **J Dent**, v. 43, n. 1, p. 209-218. 2015.
- BARROS, R.; LINS, E.; MARTINS, L.R.M. Bulk-Fill Resin-Based Composites. **Advances in Dentistry & Oral health**, vol. 4, n. 5. 2017.
- BAYRAK, G. D.; YAMAN-DOSDOGRU, E.; SELVI-KUVETLI, S. The Effect of Two Different Light-Curing Units and Curing Times on Bulk-Fill Restorative Materials. **Journal Polymers**, v. 14, p. 1- 11, 2022.
- BESEGATO, J.F.; JUSSIANI, E.I.; ANDRELLO, A.C.; FERNANDES, R.V.; SALOMÃO, F.M.; VICENTIN, B.L.S.; DEZAN-GARBILINI, C.C.; HOEPPNER, M.G. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 90, p. 381- 87. 2019.
- BLUM, I.R. MARTOS, R.; SZALÓKI, M.; LYNCH, C.D.; HEGEDUS, C. Effects of different surface treatments and adhesive self-etch functional monomers on the repair of bulk fill composites: A randomised controlled study. **Journal of Dentistry**, v. 108, 2021.

BOARO, L. C. C.; LOPES, D.P.; SOUZA, A.S.C.; NAKANO, E.L.; PEREZ, M.D.A.; PFEIFER, C.S.; GONÇALVES, F. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin - a systematic review and meta-analysis. **Dental Materials**, v. 35, p. 249- 264, 2019.

BORGES, A.; CHASQUEIRA, F.; PORTUGAL, J. Grau de conversão de resinas compostas. Influência do método de fotopolimerização. **Rev. Port. Estomatol. Cir. Maxilofac**, V. 50, p. 197 – 203. 2009.

BORGES, M.G. MAIA, T.S.; BICALHO, A.A.; BARBOSA, T.P.; COSTA, H.L.; MENEZES, M.S. Effect of acidic drinks on shade matching, surface topography, and mechanical properties of conventional and bulk-fill composite resins. **J Prosthet Dent**, v. 121, p. 868. 2019

CADENARO M, MARAVIC, T.; COMBA, A.; MAZZONI, A.; FANFONI, L.; HILTON, T.; FERRACANE, J.; BRESCHI, L. The role of polymerization in adhesive dentistry. **Dent Mater**, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>

CANEPPELE, T.M.F.; BRESCIANI, E. Bulk-Fill Resin composites – The state of the art. **Rev APCD**, vol. 40, n.3, p. 242-8. 2016.

CERDA-RIZO, E. R.; PAULA RODRIGUES, M.; VILELA, A.B.F.; BRAGA, S.S.L.; OLIVEIRA, L.R.S.; GARCIA-SILVA, T.C.; SOARES, C.J. Bonding Interaction and Shrinkage Stress of Low-viscosity Bulk Fill Resin Composites With High-viscosity Bulk Fill or Conventional Resin Composites. **Operative Dentistry**, v. 44, n. 6, p. 625- 636, 2019

CHESTERMAN, J.; JOWET, A.; NIXON, P. “Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. **British dental journal**, vol. 222, n.5 p. 337- 44. 2017 doi:10.1038/sj.bdj.2017.214

CRUZ, J.; SOUSA, T.; CAVALHEIRO, A.; PEQUENO, A.; ROMÃO, B.; COITO, C. Surface roughness analysis and microhardness of six resin composites. **Revista Portuguesa de Estomatologia Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial**, v. 57, n. 1, p. 38-45, 2016.

DAUGHERTY, M. M.; LIEN, W.; MANSELL, M.R.; RISK, D.L.; SAVETT, D.A.; VANDEWALLE, K.S. Effect of high-intensity curing lights on the polymerization of bulk-fill composites. **Dental Materials**, v. 34, p. 1531- 1541, 2018.

DIONYSOPOULOS, D.; TOLIDS, K.; GERASIMOU, P. The effect of composition, temperature and post-irradiation curing of bulk fill resin composites on polymerization efficiency. **Mat Res**, v. 19, 466-473, 2016.

FERRACANE, J. L. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. **Dental Materials**, v. 1, n. 1, p. 11-14, 1985.

FOX, J.; WEISBERG, S. An {R} Companion to Applied Regression. Third Edition. Thousand Oaks CA. 2019. URL: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>

FLURY, S.; HAYOZ, S.; PEUTZFELDT, A.; HUSLER, J.; LUSSI, A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? **Dent Mater**, V.28, n.5, p. 21- 8. 2012.
<https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.002>

GAN, J. K.; YAP, A. U.; CHEONG, J.W.; TAN, C.B.K. Bulk-Fill Composites: Effectiveness of Cure with Poly- and Monowave Curing Lights and Modes. **Operative dentistry**, v.43 (2), p.136-143. 2018.

GURAM, G.; SHAIK, J. "Comparison of light-emitting diode-curing unit and halogen-based light-curing unit for the polymerization of orthodontic resins: An in vitro study." **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, vol. 8, no. 5, p. 409, 2018.

HAUGEN, H. J.MAROVIC, D.; PAR, M.; LE THIEU, M.K.; RESELAND, J.E.; JOHNSEN, G.F. Bulk Fill Composites Have Similar Performance to Conventional Dental Composites. **Int. J. Mol. Sci**, v. 21, p. 1- 21, 2020.

HAYASHI, J.; TAGAMI, J.; CHAN, D., SADR, A. New bulk-fill composite system with high irradiance light polymerization: Integrity and degree of conversion. **Dental Materials**, v.36, p.1615 – 23. 2020.

HIRATA, R.; KABBACH, W.; SCOPIN, O.; BONFANTE, E.; GIANINI, M.; COELHO, P.G. Bulk Fill Composites: An Anatomic Sculpting Technique. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 27, n. 6, p. 335- 343, 2015.

ILIE, N.; LUCA, B. I. Efficacy of modern light curing units in polymerizing peripheral zones in simulated large bulk-fill resin-composite fillings. **Oper Dent**, V. 43: 416- 425, 2018

JUNG, J. H.; PARK, S. H. Comparison of polymerization shrinkage, physical properties, and marginal adaptation of flowable and restorative bulk fill resin-based composites. **Operative dentistry**, v. 42, n. 4, p. 375-386, 2017.

KARATAS, O. YILMAR, M.N.; GUL, P.; SAGSOZ, O.; YAPAR, M.I. The effect of different curing units on the degree of polymerization of different composite resins. **Journal of Oral Research and Review**, v. 13, n. 1, p. 31- 36, 2021.

LEPRINCE, J. G.. PALIN, W.M.; VANACKER, J.; SABBAGH, J.; DEVAUX, J.; LELOUP, G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. **Journal of dentistry**, v. 42, n. 8, p. 993-1000, 2014.

LI, E. G.; WADDELL, J. N.; CHOI, J. J. E. Wear Resistance of Bulk-Fill Dental Resins Cured by Different Light-Curing Settings. **Biotribology**, v. 28, p. 1- 10, 2021.

LIMA, R. B. W.; TOCONIS, C.C.M.; MORENO, M.B.P.; MURILLO GOMES, F.; DE GOES, M.F. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. **J Esthet Restor Dent**, v. 30, p. 492– 501. 2018.

MENDOZA, F. M. V.; ORTEGA, J. L. G.; SALINA, Y. R. A. Photopolymerization devices light intensity relation with physical translucent barriers use. **WJARR**. v.8, p 180 – 87. 2020. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2020.8.1.0382>

MITTON, B. A.; WILSON, N. H. F. The use and maintenance of visible light activating units in general practice. **British Dental Journal**, v. 191, n. 2, p. 82-86, 2001.

MOHARAM, L.M., EL-HOSHY, A.Z., ABOU-ELENEIN, K. The effect of different insertion techniques on the depth of cure and vickers surface micro-hardness of two bulk-fill resin composite materials. **J. Clin. Exp. Dent**. v. 9, p. 266-271. 2017.

OLAFSSON, V. G.; SWIFT, E.; KO, C.C.; AHMED, S.; RITTER, A.; BOUSHELL, L.W.; JACKSON, G.R.; DONOVAN, T.E. Effect of composite type and placement technique on cuspal strain. **J Esthet Restor Dent**, v. 30, n. 1, p. 30- 38, 2018.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Viena, Austria. 2019

REIS, A.F.; VESTPHAL, M.; AMARAL, R.C.; RODRIGUES, J.A.; ROLULET, J.F.; ROSCOE, M.G. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. **Braz. Oral Res**, v. 31 (59), p. 31, 2017.

RESTON, E. G.; NUNES, A.B.; BUSATO, A.L.S.; KLEIN JR, C.A.; CARLI, G.; MARTINS, C.C.; SCHIRMER, D. Microhardness test of composite resin cured by two different LED and one halogen units **Stomatol**, v. 14, n. 27, p. 17-25, 2008.

RIZZANTE, F. A. P.; DUQUE, J.A.; DUARTE, M.A.H.; MONDELLI, R.F.L.; MENDONÇA, G.; ISHIKIRIAMA, S.K. Polymerization shrinkage, microhardness and depth of cure of bulk fill resin composites. **Dent Mater J**, v 38, p. 403-410, 2019.

RUBIO, G. R.; LOPES JUNIOR, A.; NOBRE, C.F.A.; FREITAS, M.I.M.; FRAGA, M.A.A; FINCK, N.S. The influence of translucent barriers on the effectiveness of dental light curing. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.

RUEGGERBERG, F. A.; GIANINI, M.; ARRAIS, C.A.G.; PRICE, R.B.T. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. **Brazilian Oral Research**, v. 31, n. **Braz. Oral Res**, 31 (1). ago. 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>

SABINO-SILVA, R.; JARDIM, A. C. G.; SIQUEIRA, W. L. Coronavirus COVID-19 impacts to dentistry and potential salivary diagnosis. **Clinical oral investigations**, v. 24, n. 4, p. 1619-1621, 2020.

SCHNEIDER, A. C.; MENDONÇA, M.J.; RODRIGUES, R.B.; BUSATO, P.M.R.; CAMILOTTI, V. Influence of three modes of curing on the hardness of three composites. **Polímeros**, v. 26, p. 37-42, 2016.

SCOTT, B. A.; FELIX, C. A.; PRICE, R. B. Effect of disposable infection control barriers on light output from dental curing lights. **J Can Dent Assoc.**, v. 70, p.105 -10. 2004.

SHIMOKAWA, C. A. K.; TURBINO, M.L.; HARLOW, J.E.; PRICE, H.L.; PRICE, R.B. Light output from six battery operated dental curing lights. **Mater. Sci Eng C Mater Biol Appl.**, v.69, p. 1036–42, 2016.

SHIMOKAWA, C. A. K.; TURBINO, M.L.; GIANINI, M.; BRAGA, R.R.; PRICE, R.B. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. **Dental Materials**, v 34(5), p.1211- 21, 2018.

SINHORETI, M. A. C.; ROCHA, M.; OLIVEIRA, D.; ROULET, J.F. fotopolimerização de materiais restauradores resinosos: uma abordagem com base em evidências para a prática clínica. **Journal of Clinical Dentistry and Research**, v. 15, n. 1, p. 44-53, 2018.

SOARES, C.J.; BRAGA, S.S.L.; RIBEIRO, M.T.H; PRICE, R.B. Effect of infection control barriers on the light output from a multi-peak light curing unit, **Journal of dentistry**, vol 103, 2020.

STEWART, C.A.; FINER, Y. Biostable, antidegradative and antimicrobial restorative systems based on host - biomaterials and microbial interactions. **Dent Mater.**, V. 35, n. 1, p. 36 - 52. 2019.

STRAZZI-SAHYON, H.B.; ROCHA, E.P.; ASSUNÇÃO, W.G.; SANTOS, P.H. Influence of light-curing intensity on color stability and microhardness of composite resins. **Int Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 40, n. 1, p. 129-134. 2020.

TANTHANUCH, S.; O-PAS, K.E.; THONGKAMKAEW, W.; KUKIATTRAKOON, B.; POKAWATTANA, K.; PAMANEE, N.; KOCHATUNG, A. Surface changes of various bulk-fill resin-based composites after exposure to different food-simulating liquid and beverages. **J Esthet Restor Dent**, v. 30, n. 2, p. 126 – 135, 2018.

TURKISTANI, A.; ALHAMMAD, R.; GHURAB, R.; ALAHMADI, Y.; SHUMAN, M.; JAMHEH, A.; NAGUIB, G.; BAKHSH, T.; JIN, Z.M. Bulk-fill composite marginal adaptation evaluated by cross polarization optical coherence tomography. **Cogent Engineering**, v. 6, p. 1 -10, 2019.

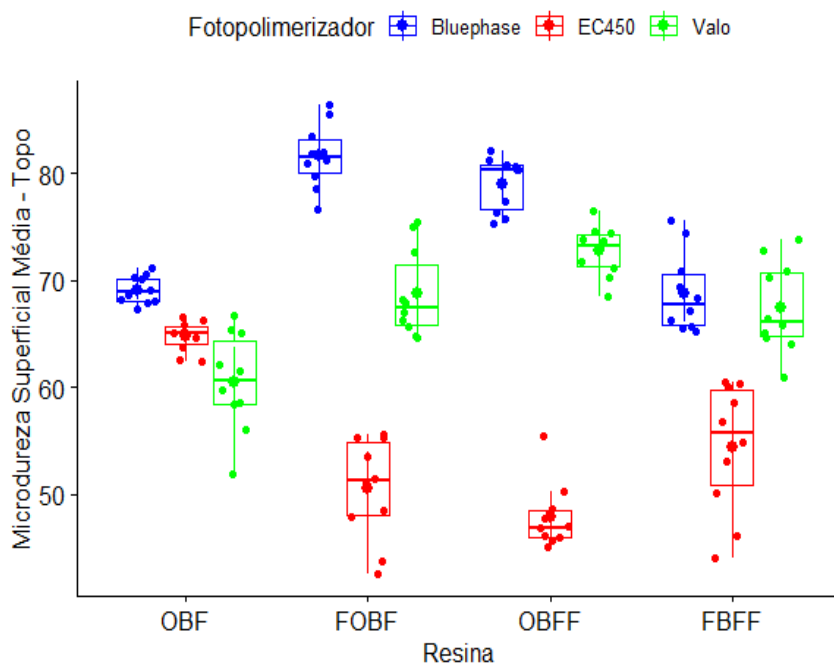
VAN ENDE, A.; DE MUNCK, J.; LISE, D.P.; MEERBEEK, B.V. Bulk-fill composites: a review of the current literature. **J Adhes Dent**, v. 19, n. 2, p. 95-109, 2017.

VERBEEK, J. H.; RAJAMAKI, B.; SAUNI, R.; TOOMEY, E.; TIKKA, C.; RUOTSALAINEN, J.H.; KILINC BALCI, F.S. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. **Cochrane database of systematic reviews**, n. 4, 2020.

VICENZI, C. B.; BENETTI, P. Características mecânicas e ópticas de resinas bulk-fill: revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia-UPF**, v. 23, n. 1, 2018.

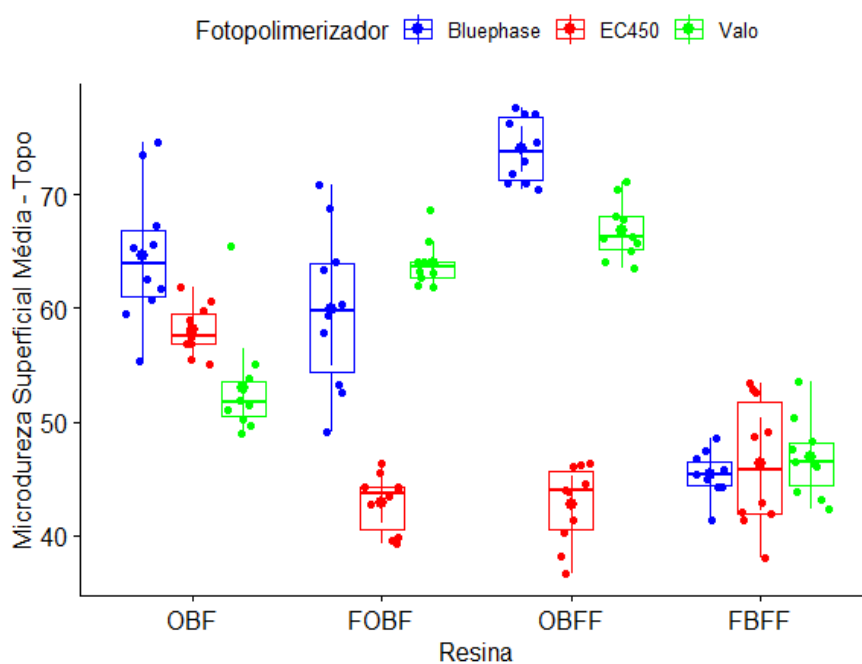
APÊNDICE – GRÁFICOS BOXPLOT COMPARATIVOS ENTRE RESINAS *BULK FILL*

Gráfico 3 – Microdureza superficial média de topo sem barreira de proteção



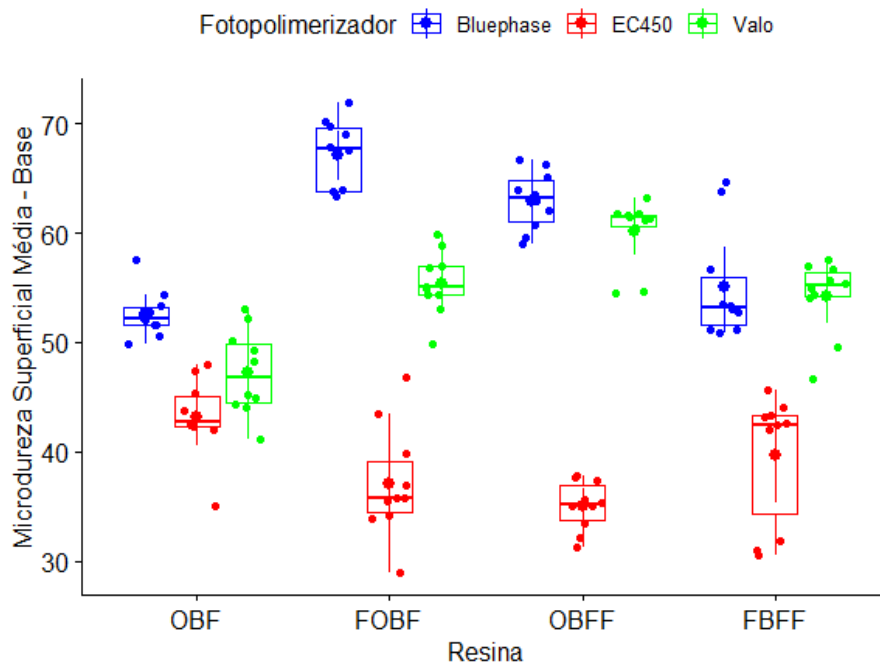
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Gráfico 4 – Microdureza superficial média de topo com barreira de proteção



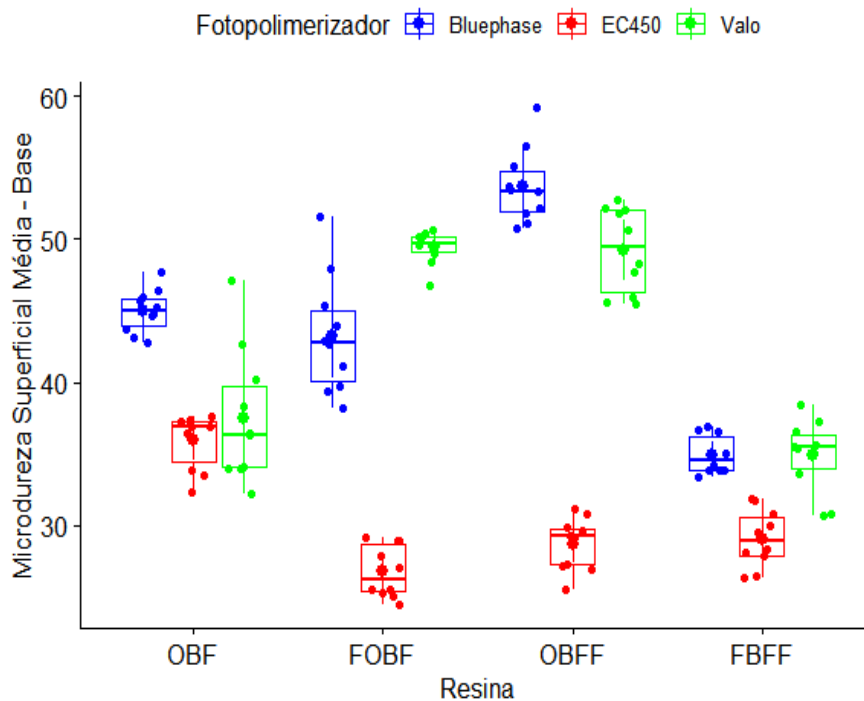
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Gráfico 5 – Microdureza superficial média de base sem barreira de proteção



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Gráfico 6 – Microdureza superficial média de base com barreira de proteção



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)