

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

Marcela Maria Martino Simonini da Silva Muzzi de Lima

**Influência de diferentes potências de fotopolimerização na microdureza de
resinas bulk fill**

JUIZ DE FORA

2024

Marcela Maria Martino Simonini da Silva Muzzi de Lima

Influência de diferentes potências de fotopolimerização na microdureza 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

2024

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

Lima, Marcela Maria Martino Simonini da Silva Muzzi de.
Influência de diferentes potências de fotopolimerização na microdureza de resinas bulk fill / Marcela Maria Martino Simonini da Silva Muzzi de Lima. -- 2024.

54 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, 2024.

1. Resinas bulk fill. 2. Fotopolimerizador. 3. Polimerização. 4. Microdureza. I. Carmo, Antônio Márcio Resende do, orient. II. Resende, Alexandre Marques de, coorient. III. Título.

Marcela Maria Martino Simonini da Silva Muzzi de Lima

Influência de diferentes potências de fotopolimerização na microdureza 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 14 de março de 2024.

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. Dr. Aldir Nascimento Machado - Membro titular externo
Universidade Federal Fluminense - UFF



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Marcio Resende do Carmo, Professor(a)**, em 14/03/2024, às 14:44, 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 14/03/2024, às 14:45, 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 **ALDIR NASCIMENTO MACHADO, Usuário Externo**, em 14/03/2024, às 14:46, 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 14/03/2024, às 14:47, 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 **1678690** e o código CRC **845BAE2B**.

Dedico este trabalho aos meus pais que traduzem o verdadeiro significado das palavras PAI e MÃE, entregando amor incondicional, dedicação, apoio em todas as dificuldades, me impulsionando nos momentos de tristeza e acomodação, me fazendo sentir capaz e segura; e aos meus 2 irmãos, exemplos de determinação, honestidade, sensibilidade e capacidade de estarem presentes nos momentos mais difíceis mesmo estando longe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Antônio Márcio, ao qual tenho profundo respeito, que me aceitou como sua aluna e tornou possível essa conquista.

Ao meu co-orientador, professor Alexandre, agradeço por todo o acolhimento lá atrás quando eu era uma aluna desconhecida da especialização. Você aceitou me orientar naquela época e como não foi possível segurou a minha mão na primeira oportunidade e aqui estou eu. Com sua gargalhada solta, torna o ambiente mais leve e descontraído. Sou muito grata a você por seu carinho, sua boa vontade em me ajudar, me ensinar. Te acompanhar por todo esse tempo despertou em mim o gosto em ensinar e me fez admirar ainda mais o profissional que é.

Agradeço ao professor Rafael Pazzinato por seu jeito carinhoso, educado e gentil comigo desde sempre. Obrigada por me permitir te acompanhar na clínica, observando seu jeito de trabalhar sempre com delicadeza e muito conhecimento técnico. Você é referência para mim como profissional e professor.

Muito obrigada à professora Fabíola Pessôa Pereira Leite que me acolheu com tanto carinho e respeito na sua clínica. Ter te reencontrado agora foi uma imensa alegria para mim e uma oportunidade de conviver um pouco mais com você.

Agradeço ao meu amigo de mestrado e agora, de vida, José Carlos Fedoceo que esteve comigo ao longo desses anos, dividindo dúvidas, risadas, conhecimento, me oferecendo ajuda com todo o seu carinho e por não ter largado a minha mão. Você foi essencial nesta caminhada!

Ao Luis Felipe Resende, meu agradecimento por sua gentileza e disponibilidade de sempre em ajudar, compartilhando opiniões e conselhos na busca por uma pesquisa melhor.

Agradeço à minha amiga Lethícia Piazzini por toda a sua ajuda que foi fundamental nesse processo, por estar ao meu lado no pior acontecimento da minha vida, por compartilhar seu dia a dia, ouvir meus desabafos, muitas vezes repetitivos, dividindo as alegrias e dificuldades da vida e da profissão. À você, meu reconhecimento e gratidão eterna!

À Luana Caiafa por ter me brindado com todo o seu carinho e conhecimento, por todo o suporte técnico oferecido e preocupação com meu bem-estar emocional.

Aos alunos que eu convivi durante o estágio docente, por confiarem em mim, por solicitarem a minha ajuda sempre com muito carinho e educação e permitirem que eu aprendesse ainda mais com cada um.

Aos professores do programa de pós-graduação em Odontologia por partilhar seus conhecimentos.

RESUMO

O aprimoramento da resina composta e dos mecanismos de fotopolimerização ao longo dos anos levou a uma melhora nas propriedades físicas e mecânicas destes compósitos, influenciando diretamente na longevidade das restaurações. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da potência do aparelho fotopolimerizador na polimerização de resinas *bulk fill*. Para esta pesquisa, foram confeccionados 90 corpos de prova com diferentes tipos de resina composta: uma *bulk fill* de consistência regular, uma *bulk fill* de consistência fluida e uma convencional (grupo controle), subdivididos em 3 subgrupos de acordo com a potência utilizada no fotopolimerizador Valo Cordless. Cada corpo de prova foi fotopolimerizado nas potências *standard*, *high power* e *xtra power*, de acordo com seu subgrupo. As amostras foram então submetidas ao teste de microdureza *Knoop* com leituras nas superfícies superior e inferior. Para avaliação estatística foi utilizada a análise de variância (ANOVA), seguido do teste comparativo de Tukey, estabelecendo em todas as análises o nível de significância de 5%. Concluiu-se que não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes em resinas do tipo *bulk fill* em nenhuma das 3 potências e, quando utilizada a potência *Standard*, a resina composta convencional obteve melhor desempenho.

Palavras-chave: Resinas *Bulk-fill*. Fotopolimerizador. Polimerização. Microdureza.

ABSTRACT

The improvement of composite resin and photopolymerization mechanisms over the years has led to an improvement in the physical and mechanical properties of these composites, directly influencing the longevity of restorations. The objective of this work was to evaluate the influence of the power of the light-curing device on the polymerization of bulk fill resins. For this research, 90 specimens were made with different types of composite resin: a bulk fill with a regular consistency, a bulk fill with a fluid consistency and a conventional one (control group), subdivided into 3 subgroups according to the power used in the photopolymerizer Valo Cordless. Each specimen was photopolymerized at standard, high power and xtra power, according to its subgroup. The samples were then subjected to the Knoop microhardness test with readings on the top and bottom surfaces. For statistical evaluation, analysis of variance (ANOVA) was used, followed by Tukey's comparative test, establishing a significance level of 5% in all analyses. It was concluded that no statistically significant differences were found in bulk fill resins in any of the 3 powers and, when the Standard power was used, the conventional composite resin achieved better performance.

Keywords: Bulk- fill resins. Photopolymerizer. Polymerization. Microhardness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matrizes pré-fabricadas.....	18
Figura 2 – Matrizes em posição.....	18
Figura 3 – Espessuras dos corpos de prova.....	19
Figura 4 – Corpos de prova.....	19
Figura 5 – Microdurômetro.....	21
Gráfico 1 – Comparativo de diferentes potências entre as resinas.....	31
Gráfico 2 – Dados da proporção base/topo por potência.....	45
Gráfico 3 – Dados da proporção base/topo por potência.....	46
Gráfico 4 – Dados da proporção base/topo por potência.....	47
Gráfico 5 – Dados da proporção base/topo por resinas.....	48
Gráfico 6 – Dados da proporção base/topo por resinas.....	49
Gráfico 7 – Dados da proporção base/topo por resinas.....	50
Gráfico 8 – Dados da proporção base/topo por resinas.....	51
Gráfico 9 – Dados da proporção base/topo por resinas.....	52
Gráfico 10 – Dados da proporção base/topo por resinas.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações sobre os materiais fornecidas pelos fabricantes.....	16
Tabela 2 – Informações do aparelho fotopolimerizador fornecidas pelo fabricante.....	17
Tabela 3 – Tempos de fotopolimerização de acordo com a potência recomendados pelo fabricante.....	17
Tabela 4 – Divisão de grupos e subgrupos.....	17
Tabela 5 – Médias de microdureza de topo no Grupo 1.....	23
Tabela 6 – Médias de microdureza de topo no Grupo 2.....	24
Tabela 7 – Médias de microdureza de topo no Grupo 3.....	25
Tabela 8 – Médias de microdureza de topo no Grupo A.....	26
Tabela 9 – Médias de microdureza de topo no Grupo B.....	27
Tabela 10 – Médias de microdureza de topo no Grupo C.....	28
Tabela 11 – Médias de microdureza nos Grupos 2 e 3 (Standard).....	29
Tabela 12 – Médias de microdureza nos Grupos 2 e 3 (High Power).....	29
Tabela 13 – Médias de microdureza nos Grupos 2 e 3 (Xtra Power).....	30
Tabela 14 – Proporção da média das superfícies de base/topo dentro dos grupos e subgrupos.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
AUDMA	Uretano Dimetacrilato Aromático
AFM	Monômeros de fragmentação adicional
BIS-EMA	Bisfenol - a dimetacrilato etoxilado
BIS-GMA	Bisfenol - a glicidil dimetacrilato
DDDMA	Dodecanidíol Methacrylate
KHN	Microdureza Knoop
LCU	Unidade Fotopolimerizadora
PEGDMA	Polietileno Glicol Dimetacrilato
TEGDMA	Trietileno Glicol Dimetacrilato
UDMA	Uretano Dimetacrilato Aromático

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
gf	Grama-força
°C	Grau Celsius
mm	Milímetro
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
nm	Nanômetro
s	Segundos
=	Igual a
>	Maior que
<	Menor que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO	15
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	18
3.2	FOTOPOLIMERIZAÇÃO.....	20
3.3	AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA.....	21
3.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	22
4	RESULTADOS	23
5	DISCUSSÃO	32
6	CONCLUSÕES	38
7	RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO	39
	REFERÊNCIAS	40
	APÊNDICE	45

1 INTRODUÇÃO

A indústria odontológica vem se dedicando à inovação de materiais à base de resinas compostas. Isso se deve especialmente a um tratado legal de restrições aos produtos à base de mercúrio que estabeleceu um prazo em 2020 para finalizar a sua comercialização em 170 nações. Além da redução progressiva global do amálgama, muitos estudos significativos têm sido conduzidos nas últimas décadas em pesquisas para o desenvolvimento dos compósitos restauradores (Hirata et al., 2015; Van Ende et al., 2017; Yap; Pandya; Toh, 2016).

A crescente demanda por restaurações estéticas e a motivação dos dentistas em fornecer restaurações que visem mimetizar a cor natural do dente levaram a um aumento do uso de materiais como as resinas compostas (Aggarwal et al., 2019; Parasher et al., 2020). Sendo assim, este tipo de restauração tem sido realizado rotineiramente na prática clínica (Hirata et al., 2015). As cerâmicas e as resinas compostas são os materiais mais utilizados para melhorar a estética em Odontologia (Ajaj et al., 2021; Algamaiah; Silikas; Watts, 2021; Hirata et al., 2015).

As resinas compostas passaram por considerável evolução tornando-se materiais confiáveis para restaurações diretas graças ao aprimoramento das propriedades mecânicas e da tecnologia adesiva (Boaro et al., 2019; Hayashi et al., 2020). Além disso, permitem longa manipulação e proporcionam tempo de trabalho ampliado para a sua colocação na cavidade e realização da escultura. Isso é possível devido aos fotoiniciadores que iniciam uma reação de polimerização imediatamente após a ativação com luz azul de comprimentos de onda na faixa de 400–500nm (Barcelos et al., 2020; Haugen et al., 2020; Lima et al., 2018; Rodriguez et al., 2017). Contudo, a fim de atender as demandas de aplicação em várias situações clínicas, particularmente em restaurações extensas, a técnica incremental com estratificação precisou ser introduzida (Han; Park, 2018; Hayashi et al., 2020; Van Ende et al., 2017).

Apesar de toda evolução, as resinas compostas ainda precisam ser inseridas criteriosamente na cavidade, respeitando a técnica incremental e oblíqua, na espessura de, no máximo, 2mm para permitir a passagem da luz do fotopolimerizador em profundidade e diminuir a contração de polimerização (Aggarwal et al., 2019; Haugen et al., 2020; Hayashi et al., 2020; Van Ende et al., 2017).

No entanto, a natureza demorada da inserção das camadas na cavidade e a irradiação de luz em incrementos múltiplos, juntamente com os riscos de formação de bolhas e contaminação pelo fluido oral, promoveram o desenvolvimento de compósitos de resina do tipo *bulk fill*, que foram comercialmente introduzidos para colocação como um único incremento até a profundidade de 4 ou 5mm, sem comprometer as suas propriedades mecânicas (Ajaj et al., 2021; Aggarwal et al., 2019; Alkurdi; Abboud, 2016; Boaro et al., 2019; Cerda-Rizo et al., 2019; Haugen et al., 2020; Hayashi et al., 2020; Hirata et al., 2015; Lima et al., 2018; Zorzini et al., 2015). Tais resinas estão disponíveis em duas viscosidades diferentes: uma fluida e outra regular. Recomenda-se que a resina do tipo *bulk fill* na consistência fluida seja utilizada como base na cavidade dentária e finalizada com uma resina composta convencional. Já a resina *bulk fill* regular pode ser usada em toda a restauração sem a necessidade de uma camada de cobertura (Hirata et al., 2015; Illie; Luca, 2018; Lima et al., 2018; Tanthanuch et al., 2018).

Desde a introdução das resinas do tipo *bulk fill* no mercado, vários estudos têm sido conduzidos para avaliar seu desempenho em relação a suas propriedades (Haugen et al., 2020; Olafsson et al., 2018) uma vez que diferentes estudos ainda relatam resultados contraditórios (Boaro et al., 2019). Do ponto de vista clínico, a simplicidade da técnica oferecida por este material desperta grande interesse devido à redução do tempo de trabalho e da sensibilidade do operador, uma vez que a técnica incremental não é mais imprescindível para o procedimento de restaurações diretas (Cerda-Rizo et al., 2019; Lima et al., 2018; Savadamoorthi et al., 2017). A inserção das resinas compostas é um processo intrincado que frequentemente apresenta muitos desafios, como isolamento adequado, condicionamento ácido e adesão entre as superfícies de dentina e esmalte e fotopolimerização apropriada. A correta execução dessas etapas pode minimizar erros e aumentar a longevidade da restauração (Daugherty et al., 2018).

Dentre as principais vantagens das resinas *bulk fill* podem ser citadas a reduzida contração de polimerização, boa profundidade de cura e propriedades físicas como resistência ao desgaste, restabelecimento 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 é importante assegurar uma correta fonte de luz, comprimento de onda e tempo de exposição apropriados. Além disso, o tipo de resina, fonte luminosa, espessura do incremento, translucidez, distância da ponta da unidade de fotopolimerização, período pós-irradiação e tamanho e distribuição das partículas de carga são requisitos imprescindíveis (Turkistani et al., 2019). Mesmo se a ponteira cobrir toda a restauração, a polimerização da resina pode ser adversamente afetada se a luz não for emitida uniformemente através da ponta do fotopolimerizador, uma vez que algumas regiões da restauração podem receber luz insuficiente e algumas regiões podem receber irradiância muito alta (Shimokawa et al., 2020).

Existem muitas unidades fotopolimerizadoras (LCUs) disponíveis para uso dos dentistas. Esses aparelhos têm diâmetros de ponta variados, entregam diferentes poderes de radiação, espectros de emissão, saída radiante e possuem diversos perfis de feixe de luz (Shimokawa et al., 2020). O grau de polimerização das resinas compostas está diretamente relacionado às características dos fotopolimerizadores (Lombardini et al., 2012). Sendo assim, LCUs de alta intensidade podem fornecer maiores valores de grau de conversão de polimerização e melhores propriedades físicas e mecânicas para as resinas compostas (Cekic-Nagas; Egilmez; Ergun, 2010), o que significa que as propriedades mecânicas destas resinas são determinadas pela irradiação de energia total, que está claramente relacionada ao tempo de irradiação escolhido pelo operador (Lombardini et al., 2012).

Dentre essas propriedades, o teste de microdureza é um método utilizado para avaliar o grau relativo de conversão das resinas compostas e, portanto, testar a eficiência das fontes de fotopolimerização (Cekic-Nagas; Egilmez; Ergun, 2010). Afinal, a dureza é definida como a resistência de um material à indentação ou penetração, sendo capaz de prever a resistência ao desgaste de um material e sua capacidade de desgastar ou ser desgastado por estruturas dentárias opostas (Cekic-Nagas; Egilmez; Ergun, 2010; Poggio et al., 2012).

Avaliar os diferentes tipos de materiais disponíveis para uso do cirurgião-dentista é de grande importância e deve ser feito periodicamente a fim de orientar o profissional sobre as verdadeiras propriedades que cada material oferece. Com esse esclarecimento pode-se empregar de forma eficiente e com os melhores resultados clínicos cada classe de material.

2 OBJETIVO

Avaliar de que forma a potência do fotopolimerizador pode influenciar na polimerização de resina do tipo *bulk fill*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a microdureza de diferentes resinas *bulk fill* frente a diferentes potências do fotopolimerizador.

Comparar uma resina convencional com diferentes resinas *bulk fill* em relação à microdureza.

Avaliar a influência das diferentes viscosidades de resinas *bulk fill* na profundidade de polimerização e conseqüentemente na microdureza.

A hipótese nula é que as diferentes potências utilizadas no fotopolimerizador não influenciam na microdureza das resinas compostas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa foram confeccionados 90 corpos de prova em três diferentes resinas compostas (N = 30), subdivididos em 3 subgrupos (n = 10), de acordo com a potência utilizada no fotopolimerizador. As resinas selecionadas para o estudo são descritas na tabela 1.

As características do fotopolimerizador usado, e os tempos de fotopolimerização recomendados pelo fabricante estão relatados nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 - Informações sobre os materiais fornecidos pelos fabricantes

Resina Composta	Filtek Z350 XT	Filtek One Bulk Fill	Filtek Bulk Fill Flowable
Tempo de polimerização recomendado pelo fabricante	> 400 mW/cm ² - 20s	1000 a 2000 mW/cm ² - 20 s 550 a 1000 mW/cm ² - 40 s	1000 a 2000 mW/cm ² - 20 s 550 a 1000 mW/cm ² - 40 s
Espessura máxima de polimerização recomendada pelo fabricante (mm)	2 mm	4 mm	4 mm
Partícula de carga (peso%/volume%)	78.5%/ 63.3%	76.5%/ 58.5%	64.5%/ 42.5%
Matriz orgânica	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA, Bis-EMA	AUDMA, AFM, UDMA, DDDMA	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA, Procrilato
Cor	A2B	A2	A2
Fabricante	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	3M ESPE, St. Paul, MN, USA

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 2 - Informações do aparelho fotopolimerizador fornecidas pelo fabricante

Fotopolimerizador	Fabricante	Espectro de emissão (nm)	Intensidade de luz (mW/cm ²)			Diâmetro da ponta (mm)
			Standard	High Power	Xtra Power	
Valo Cordless	Ultradent, South Jordan, UT, USA	395-480	1.000	1.400	3.200	10

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 3 - Tempos de fotopolimerização de acordo com a potência recomendados pelo fabricante

Valo Cordless	Modo Standard	Modo High Power	Modo Xtra Power
Intensidade de luz (mW/cm ²)	1.000	1.400	3.200
Final Cure (s)	20	12	6

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A divisão de grupos e subgrupos estão representados na tabela 4.

Tabela 4 - Divisão de grupos e subgrupos

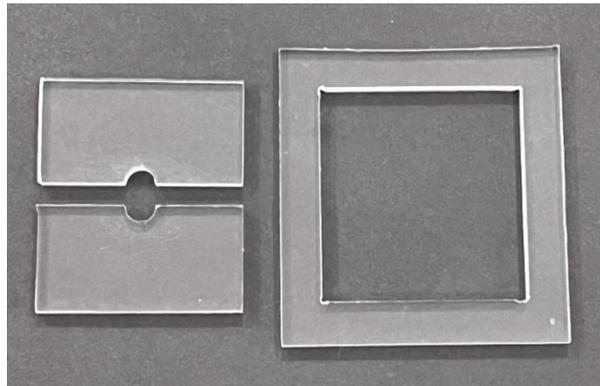
Potência (mW/cm ²) Resina Composta	GRUPO A Standard (1.000 mW/cm ²)	GRUPO B High Power (1.400 mW/cm ²)	GRUPO C Xtra Power (3.200 mW/cm ²)
GRUPO 1 - Controle Filtek Z350 XT (N=30)	Subgrupo 1A (n=10)	Subgrupo 1B (n=10)	Subgrupo 1C (n=10)
GRUPO 2 Filtek One Bulk Fill (N=30)	Subgrupo 2A (n=10)	Subgrupo 2B (n=10)	Subgrupo 2C (n=10)
GRUPO 3 Filtek Bulk Fill Flow (N=30)	Subgrupo 3A (n=10)	Subgrupo 3B (n=10)	Subgrupo 3C (n=10)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.1 PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram produzidos a partir de duas matrizes pré-fabricadas em resina acrílica transparente, com dimensões de 40x 40x 4mm e 40x 40x 2mm, e uma perfuração cilíndrica com 6mm de diâmetro no centro (fig. 1).

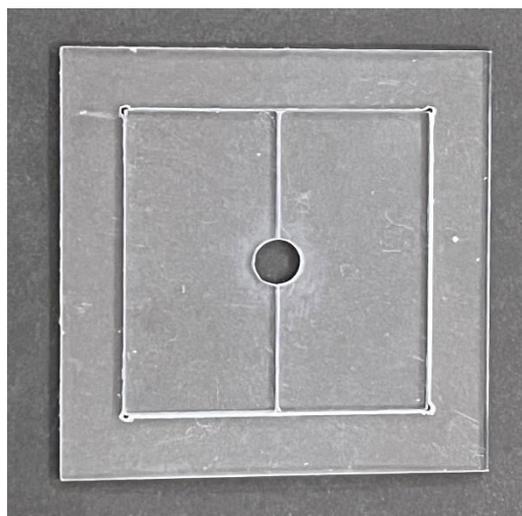
Figura 1– Matrizes pré-fabricadas



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Tais matrizes foram divididas em duas metades de 20x 20mm que se encaixam perfeitamente e são estabilizadas por uma moldura adequada, a fim de possibilitar o perfeito assentamento das resinas compostas (fig. 2).

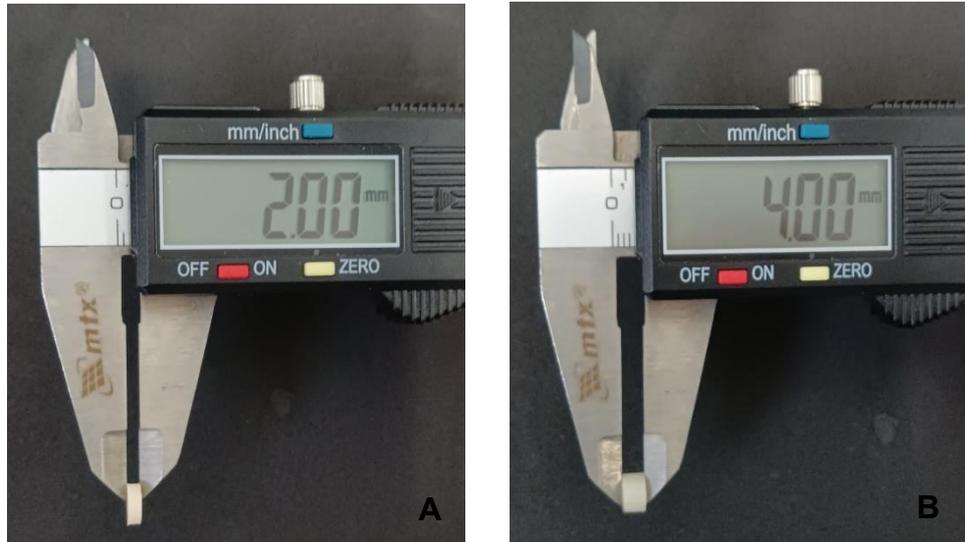
Figura 2 – Matrizes em posição



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Foi utilizado um paquímetro digital MTX 316119 para medir a espessura dos corpos de prova (fig. 3A e fig. 3B).

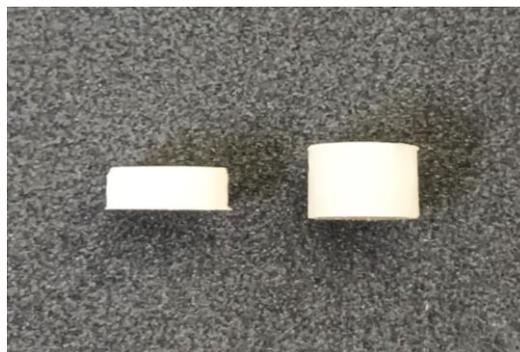
Figura 3 – A) Corpo de prova com 2mm; B) Corpo de prova com 4 mm



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Para a confecção dos corpos de prova (fig. 4), as resinas compostas foram inseridas no interior da perfuração central das matrizes, de acordo com as instruções de cada fabricante. Sendo que para as resinas compostas do grupo 1 (controle), foram utilizadas as matrizes com 2 mm de profundidade, já para os corpos de prova dos demais grupos (resinas do tipo *bulk fill*) foram utilizadas as matrizes com maior profundidade, 4mm.

Figura 4 – Corpos de prova com 2mm e 4mm, respectivamente



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Após a acomodação da resina composta, os corpos de prova foram cobertos com tira de poliéster em sua porção superior e inferior e posicionados entre duas placas de vidro de 20mm de espessura. A placa de vidro superior foi mantida sobre a matriz por um minuto para permitir melhor acomodação do material e o escoamento do excesso da resina composta (Castro et al., 2020; Ericson; Barkmeier, 2019; Kiliç; Gok, 2021; Parasher et al., 2020). Após este tempo, a placa de vidro posicionada na porção superior da matriz foi removida antes da fotopolimerização.

3.2 FOTOPOLIMERIZAÇÃO

A fotopolimerização foi conduzida por um único operador calibrado. A intensidade da luz do fotopolimerizador foi verificada por um radiômetro (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd - Guilín - China) antes da polimerização para garantir a entrega total da irradiância (Algamaiah; Silikas; Watts, 2021; Gan et al., 2018; Hayashi et al., 2020; Karatas et al., 2021; Lombardini et al., 2012).

O aparelho fotopolimerizador foi acionado uma única vez (Cortopassi et al., 2019; Kiliç; Gok, 2021; Ruivo et al., 2019) durante o tempo estipulado para cada potência, com a ponteira posicionada no centro da porção superior do corpo de prova, a 0 mm de distância da superfície (Almuallen et al., 2016; Backes et al., 2020; Hayashi et al., 2020; Shimokawa et al., 2018). Esta distância de fotoativação foi escolhida com base no que parece ser ideal para o uso em resinas compostas fotopolimerizáveis (Backes et al., 2020). Cada corpo de prova foi fotopolimerizado na potência e tempo indicados de acordo com seu subgrupo e à medida que foram retirados da matriz, a superfície superior foi marcada para distingui-la (Karatas et al., 2021). Após a fotopolimerização, todos os corpos de prova foram polidos com lixa carbetto de silício grão 600, para remoção da camada de inibição de oxigênio, com mínima alteração na sua espessura (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Li; Waddell; Choi, 2021; Rodriguez et al., 2017). Em seguida, foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas (Aggarwal et al., 2019; Cerda-Rizo et al., 2019; Gan et al., 2018; Illie; Stark, 2015).

3.3 AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA

Após o período de armazenamento, todos os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de microdureza superficial Knoop (KHN) no microdurômetro digital HMV-2T, Shimadzu, Tóquio, Japão (fig. 5). O longo eixo da ponta do indentador ficou perpendicular à superfície da resina experimental. Os valores de microdureza foram obtidos a partir da realização de três indentações posicionadas aleatoriamente nas superfícies superior e inferior dos corpos de prova com carga de 50gf (490,33 mN) por 10s (Karatas et al., 2021).

Figura 5 – Microdurômetro Digital



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Os testes de microdureza Knoop foram realizados como descrito anteriormente, e a partir dos valores obtidos, uma média aritmética foi calculada para as superfícies superior (topo) e inferior (base) dos corpos de prova. A partir destes valores, foi possível calcular um valor percentual que indica a relação de microdureza da superfície inferior em relação à superior (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Borges; Chasqueira; Portugal, 2009; Karatas et al., 2021; Lombardini et al., 2012).

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para determinar se havia diferenças estatisticamente significativas entre as médias da base, topo e as proporções base/topo em cada grupo de resina, utilizou-se a análise de variância de um fator (ANOVA *One-way*), ao nível de significância de 5%. As resinas foram avaliadas como variáveis: (i) Filtek Z350 XT, (ii) Filtek One Bulk Fill e (iii) Filtek Bulk Fill Flow; e as diferentes potências de um único fotopolimerizador: *Standard*, *High Power* e *Xtra Power*. O teste de *Tukey*, um teste pos-hoc que permite comparações pareadas das médias ao nível de significância de 5%, foi usado nos casos em que houve diferença significativa. Isso permitiu obter valores de p para cada comparação.

A distribuição dos dados deve atender a dois pressupostos para a realização da ANOVA. O primeiro é o pressuposto da homogeneidade de variâncias. Para testar esse pressuposto, o teste de *Levene* foi utilizado para determinar se a distribuição das variâncias era homogênea. O segundo pressuposto é a normalidade dos resíduos. Foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar se os resíduos se distribuem de acordo com a curva normal de distribuição.

Na análise de variância (ANOVA), foi calculado o valor da estatística F , que representa as probabilidades ou indícios da existência de diferenças entre as médias dos grupos. Em outras palavras, quanto maior o valor de F , mais forte é a evidência de diferenças entre as médias. Essas diferenças só são comprovadas com o valor de p . Além disso, a ANOVA também fornece os Graus de Liberdade (GL), os quais são calculados subtraindo 1 do número de itens na amostra de dados ($n - 1$). Na primeira comparação foram utilizados três tratamentos (três potências), resultando em um total de dois Graus de Liberdade (GL). Na segunda comparação também foram usados três tratamentos (três resinas: GL = 2) e na terceira, foram comparados dois tratamentos (duas resinas: GL = 1).

4 RESULTADOS

Os resultados a seguir foram organizados em tópicos, a fim de facilitar a compreensão das análises.

4.1 COMPARAÇÕES ENTRE AS POTÊNCIAS STANDARD, HIGH POWER E XTRA POWER

Analisando o grupo da Resina Filtek Z350 XT, verificou-se que a média dos dados de microdureza do topo foi maior na potência *Xtra Power* e na potência *Standard* em relação à *High Power* ($F = 13,05$, $GL = 2$, $p < 0,001$). Porém, após o teste pos-hoc de Tukey para comparações pareadas observou-se que não houve diferença estatística significativa entre as potências *Xtra Power* e *Standard* (tabela 5).

Tabela 5 – Microdureza de topo na resina do Grupo 1 (controle)

Potência/Sub-grupo	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Valo Cordeless (Modo Standard) Subgrupo 1A	Topo	76,65	Standard – High Power ($p < 0,001$)
Valo Cordeless (Modo High Power) Subgrupo 1B	Topo	69,15	Standard – Xtra Power ($p = 0,967$)
Valo Cordeless (Modo Xtra Power) Subgrupo 1C	Topo	77,07	High Power – Xtra Power ($p < 0,001$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Para o grupo da resina Filtek One Bulk Fill, foi verificado que houve uma semelhança nos resultados quando comparado ao grupo anterior. Ao realizar as comparações pareadas, não ocorreu diferença estatística entre as potências *Xtra Power* e *Standard* e ambas foram mais resistentes que a potência *High Power* (tabela 6).

Tabela 6 – Microdureza de topo no Grupo 2 (Filtek One BF)

Potência/Sub-grupo	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Valo Cordeless (Modo Standard) Subgrupo 2A	Topo	68,83	Standard – High Power ($p = 0,001$)
Valo Cordeless (Modo High Power) Subgrupo 2B	Topo	63,36	Standard – Xtra Power ($p = 0,131$)
Valo Cordeless (Modo Xtra Power) Subgrupo 2C	Topo	71,61	High Power – Xtra Power ($p < 0,001$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O teste ANOVA apontou que no grupo da resina Filtek Bulk Fill Flow a média dos dados da microdureza de topo mostrou que houve diferença entre as potências *Xtra Power*, *High Power* e *Standard* ($F = 16,78$, $GL = 2$, $p < 0,001$).

Após a realização do teste de Tukey para as comparações pareadas, notou-se que entre as potências *Xtra Power* e *High Power* não houve diferença estatística significativa, porém, quando comparadas com o grupo *Standard*, ambas as potências mostraram um valor significativamente maior (tabela 7).

Tabela 7 – Microdureza de topo no Grupo 3 (Filtek BF Flow)

Potência/Sub-grupo	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Valo Cordeless (Modo Standard) Subgrupo 3A	Topo	67,46	Standard – High Power ($p < 0,001$)
Valo Cordeless (Modo High Power) Subgrupo 3B	Topo	73,26	Standard – Xtra Power ($p < 0,001$)
Valo Cordeless (Modo Xtra Power) Subgrupo 3C	Topo	74,30	High Power – Xtra Power ($p = 0,696$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.2 COMPARAÇÕES ENTRE AS RESINAS FILTEK Z350 XT, FILTEK ONE BULK FILL E BULK FILL FLOW

Ao analisar o grupo da potência *Standard*, verificou-se que a média dos dados de microdureza no topo foi maior na resina Filtek Z350 XT, seguida pelas resinas Filtek One Bulk Fill e Filtek Bulk Fill Flow ($F = 11,54$, $GL = 2$, $p < 0,001$).

Foi realizado o teste pos-hoc de Tukey para comparações pareadas e não houve diferença estatística entre as resinas Filtek One Bulk Fill e Bulk Fill Flow, entretanto, tais resinas apresentaram microdureza significativamente menor que a resina do grupo controle (tabela 8).

Tabela 8 – Microdureza de topo no Grupo A (*Standard*)

Resinas/Grupo	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Grupo 1 (Filtek Z350 XT) Subgrupo 1A	Topo	76,65	Z350 – One Bulk Fill ($p = 0,002$)
Grupo 2 (Filtek One Bulk Fill) Subgrupo 2A	Topo	68,83	Z350 – Bulk Fill Flow ($p < 0,001$)
Grupo 3 (Filtek Bulk Fill Flow) Subgrupo 3A	Topo	67,46	One Bulk Fill – Bulk Fill Flow ($p = 0,785$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

No grupo da potência *High Power*, observou-se que a média dos dados da microdureza do topo foi maior na resina Filtek Bulk Fill Flow, seguida pelas resinas Filtek Z350 XT e Filtek One Bulk Fill ($F = 31,01$, $GL = 2$, $p < 0,001$).

O teste de Tukey demonstrou que houve diferença estatística entre todas as resinas (tabela 9).

Tabela 9 – Microdureza de topo no Grupo B (*High Power*)

Resinas/Grupo	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Grupo 1 (Filtek Z350 XT) Subgrupo 1B	Topo	69,15	Z350 – One Bulk Fill ($p < 0,001$)
Grupo 2 (Filtek One Bulk Fill) Subgrupo 2B	Topo	63,36	Z350 – Bulk Fill Flow ($p = 0,008$)
Grupo 3 (Filtek Bulk Fill Flow) Subgrupo 3B	Topo	73,26	One Bulk Fill – Bulk Fill Flow ($p < 0,001$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Quanto ao grupo de potência *Xtra Power*, a melhor média da microdureza do topo foi da resina Z350 XT, depois a resina Bulk Fill Flow, seguida da One Bulk Fill. ($F = 20,14$, $GL = 2$, $p < 0,001$).

Após a realização do teste de Tukey para comparações pareadas, foi verificado que assim como na potência *High Power*, houve diferença estatisticamente significativa entre as resinas (tabela 10).

Tabela 10 – Microdureza de topo no Grupo C (*Xtra Power*)

Resinas/Grupo	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Grupo 1 (Filtek Z350 XT) Subgrupo 1C	Topo	77,07	Z350 – One Bulk Fill ($p < 0,001$)
Grupo 2 (Filtek One Bulk Fill) Subgrupo 2C	Topo	71,61	Z350 – Bulk Fill Flow ($p = 0,008$)
Grupo 3 (Filtek Bulk Fill Flow) Subgrupo 3C	Topo	74,30	One Bulk Fill – Bulk Fill Flow ($p = 0,011$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.3 COMPARAÇÕES ENTRE AS RESINAS FILTEK ONE BULK FILL E FILTEK BULK FILL FLOW

Entre as resinas do grupo da potência *Standard*, não houve diferença estatística significativa entre a média dos dados da microdureza do topo ($F = 0,57$, $GL = 1$, $p = 0,457$) (tabela 11).

Tabela 11 – Microdureza de topo nos Grupos 2 e 3 (*Standard*)

Potência Standard	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Grupo 2 (Filtek One Bulk Fill) Subgrupo 2A	Topo	68,83	Não houve diferença estatística entre elas
Grupo 3 (Filtek Bulk Fill Flow) Subgrupo 3A	Topo	67,46	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Nos grupos das potências *High Power* e *Xtra Power* verificou-se que a média dos dados da microdureza do topo foi maior na resina Bulk Fill Flow. Resultados confirmados pela comparação pareada do teste pos-hoc de Tukey (tabelas 12 e 13).

Tabela 12 – Microdureza de topo nos Grupos 2 e 3 (*High Power*)

Potência High Power	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Grupo 2 (Filtek One Bulk Fill) Subgrupo 2B	Topo	63,36	One Bulk Fill – Bulk Fill Flow ($p < 0,001$)
Grupo 3 (Filtek Bulk Fill Flow) Subgrupo 3B	Topo	73,26	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 13 – Microdureza de topo nos Grupos 2 e 3 (Xtra Power)

Potência Xtra Power	Superfície	Dureza Knoop (KHN)	Comparação Pareada
Grupo 2 (Filtek One Bulk Fill) Subgrupo 2C	Topo	71,61	One Bulk Fill – Bulk Fill Flow ($p = 0,006$)
Grupo 3 (Filtek Bulk Fill Flow) Subgrupo 3C	Topo	74,30	

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.4 PROPORÇÃO DA MÉDIA DAS SUPERFÍCIES DE BASE/TOPO DENTRO DOS GRUPOS E SUBGRUPOS

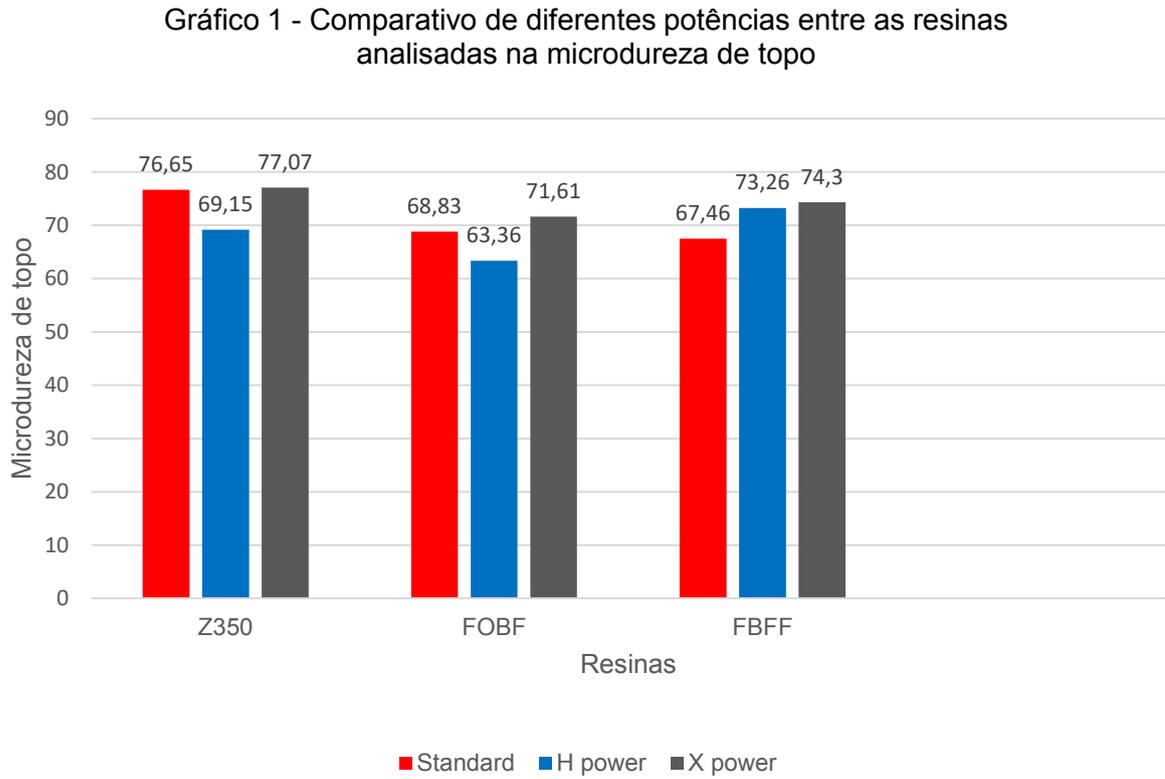
A tabela a seguir apresenta as médias de microdureza Knoop encontradas em todas as superfícies dos corpos de prova, de acordo com a resina e a potência, bem como os valores obtidos na proporção base/topo de cada análise realizada (tabela 14).

Tabela 14 – Proporção da média das superfícies de base/topo dentro dos grupos e subgrupos

RESINAS	POTÊNCIAS	MICRODUREZA KNOOP (KHN)		Proporção base/topo (%)
		Base	Topo	
Filtek Z350 XT	Standard	65,54	76,65	85,78
	High Power	53,49	69,15	77,41
	Xtra Power	62,23	77,07	80,74
Filtek One Bulk Fill	Standard	54,90	68,83	79,88
	High Power	50,52	63,36	79,70
	Xtra Power	56,74	71,61	79,22
Filtek Bulk Fill Flow	Standard	54,19	67,46	80,52
	High Power	59,00	73,26	80,51
	Xtra Power	58,35	74,30	78,53

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O gráfico 1 mostra a comparação entre as resinas em relação a diferentes potências quando analisadas as médias da microdureza de topo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5 DISCUSSÃO

As resinas compostas do tipo *bulk fill* foram introduzidas no mercado odontológico como uma resposta às limitações encontradas na técnica de inserção das resinas compostas convencionais. Suas indicações são reconhecidas por promoverem vantagens como redução do tempo de atendimento ao paciente, diminuição na indução de erros na técnica de preenchimento da cavidade dental e redução do risco de incorporação de agentes contaminantes entre as camadas de resina (Illie; Luca, 2018; Tiba et al., 2013).

Sabe-se que as propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas dependem de certas variáveis como quantidade de carga, unidade de fotopolimerização, intensidade de luz, comprimento de onda e tempo de fotoativação (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Karatas et al., 2021). Sendo assim, com o uso dos fotopolimerizadores atuais, e considerando o tipo, quantidade e distribuição de cargas, as resinas do tipo *bulk fill* apresentam menor contração de polimerização e uma profundidade de cura de 4mm ou mais (Gan et al., 2018). A diminuição de carga nestes materiais restauradores foi o que possibilitou o alcance da polimerização completa nesta profundidade (Illie; Stark, 2015). Embora alguns autores tenham relatado polimerização adequada em camadas de 4mm (Ajaj et al., 2021; Boaro et al., 2019; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Zorzini et al., 2015), outros mencionaram o contrário em seus estudos (Gan et al., 2018; Yap; Pandya; Toh, 2016). As aparentes discrepâncias podem ser atribuídas às diferenças nas metodologias dos testes, viscosidade e translucidez dos compósitos *bulk fill* avaliados e às condições de fotoativação (Cekic-Nagas; Elgimez; Ergun, 2010; Haugen et al., 2020; Ilie; Stark, 2015).

A espessura da restauração, o tempo de exposição e a distância entre a ponta do dispositivo de luz e a restauração podem interferir no processo de transformação de monômeros em polímeros afetando o grau de polimerização das resinas compostas (Almuallen et al., 2016; AlShaafi, 2017; Karatas et al., 2021).

Deve-se considerar ainda que o grau de polimerização das resinas compostas pode ser afetado pelas propriedades estruturais da resina e características das LCUs (Cekic-Nagas; Elgimez; Ergun, 2010; Daugherty et al., 2018; Karatas et al., 2021). Além disso, as condições clínicas de polimerização muitas vezes diferem das técnicas

de irradiação padronizadas utilizadas em pesquisas laboratoriais (Ilie; Stark, 2015; Van Ende et al., 2017).

Mesmo com a aparente padronização da irradiação em laboratório, os resultados podem ser influenciados pelas características do molde utilizado na confecção dos corpos de prova (Shimokawa et al., 2020). O material do qual este molde é produzido pode afetar a transmissão de luz, e conseqüentemente, a polimerização final da resina. O uso de moldes metálicos, por exemplo, parece levar a uma profundidade de cura mais profunda, não reproduzindo devidamente a realidade clínica (Gan et al., 2018; Shimokawa et al., 2020).

Outro aspecto importante, muitas vezes ignorado nas pesquisas de profundidade de polimerização é a distância entre a ponta do aparelho fotopolimerizador e a resina composta. Quanto mais próxima a ponta estiver da superfície da restauração, maior será a dureza desta superfície (Barakah, 2021; Cekic-Nagas; Elgimez; Ergun, 2010; Ilie; Stark, 2015). Entretanto, Backes et al. (2020) afirmaram que apesar de uma distância de polimerização de 0mm ser ideal, nem sempre os procedimentos clínicos permitem essa abordagem. Quando esta distância não for possível clinicamente, deve-se compensar com um tempo de polimerização maior (Barakah, 2021; Cekic-Nagas; Elgimez; Ergun, 2010; Ilie; Stark, 2015). Backes et al. (2020) argumentaram ainda que as propriedades da resina composta podem ficar comprometidas quando a ponta do fotopolimerizador estiver a uma distância maior que 4mm destes compósitos.

A introdução de fotopolimerizadores de alta potência e curta exposição, levantou o questionamento sobre o benefício da utilização de fontes de luz com elevados valores de irradiância, uma vez que estudos divulgaram que fontes de luz com valores de irradiância mais baixos geravam menos tensão no dente e diminuição de microinfiltrações (Daugherty et al., 2018). Entretanto, Bayrak; Yaman-Dosdogru e Selvi-Kuvvetli (2022) afirmaram que na Odontopediatria, a redução do tempo de polimerização com uma saída de irradiância elevada, pode ser de grande auxílio, já que a ansiedade e o medo são desafios relevantes para pacientes pediátricos.

A fotoativação adequada das resinas compostas é um tema tão discutido por ser essencial para a otimização das suas propriedades físico-mecânicas, obtenção de uma boa dureza capaz de resistir aos esforços da mastigação e garantir a longevidade das restaurações (Gan et al., 2018). Além disso, os compósitos curados inadequadamente são citotóxicos devido aos monômeros residuais e outros

componentes reativos, podendo gerar efeitos adversos na polpa, sensibilidade pós-operatória, cáries secundárias e falhas na interface dente-restauração (Gan et al., 2018; Karatas et al., 2021; Mazhari et al., 2016).

A capacidade de um material resistir a uma aplicação de força constante é chamada de microdureza. Ou seja, se a microdureza aumenta, aumenta também a resistência a fraturas e à abrasão, impedindo que o material se deforme facilmente quando submetido a forças excessivas (Karatas et al., 2021). O método de teste de microdureza é considerado eficaz para medir a resistência mecânica e a rigidez do material (Mazhari et al., 2016), além de ser um bom indicador do grau de polimerização (Gan et al., 2018).

Para definir a profundidade de cura com base nas medições de dureza superior e inferior, é comum calcular a proporção de dureza base/topo e estabelecer um valor mínimo arbitrário para essa relação. A fim de considerar esta proporção satisfatória, com uma cura adequada, propõe-se que este valor seja superior a 80% (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Erickson; Barkmeier, 2019; Gan et al., 2018; Karatas et al., 2021; Lima et al., 2018; Lombardini et al., 2012; Mazhari et al., 2016; Ilie; Stark, 2015; Yap; Pandya; Toh, 2016). Entretanto, segundo Erickson e Barkmeier (2019), o valor da dureza encontrada depende também do tipo de matriz utilizada para a confecção dos corpos de prova na pesquisa, reforçando o estudo de Gan et al. (2018). Ajaj et al. (2021) destacaram em seus estudos que o alcance da cura por toda a profundidade da restauração está também relacionado com a translucidez do material, corroborando com a pesquisa de Alkurdi e Abboud (2016).

Os resultados obtidos neste estudo revelaram que na resina Filtek Z350 XT, a maior média de microdureza de topo foi alcançada quando fotopolimerizada na potência *Xtra Power* (77,07), pelo tempo de 6s. A segunda maior média de microdureza de topo foi encontrada com o uso da fotopolimerização na potência *Standard* (76,65), por 20s. Contudo, apesar desta apresentar um valor absoluto de média inferior, não houve diferença estatisticamente significativa entre elas. Este dado contraria os resultados obtidos na pesquisa de Bayrak; Yaman-Dosdogru e Selvi-Kuvvetli (2022), que constataram menor valor de microdureza quando utilizada a potência *Xtra Power*, e justificaram tal fato pelo menor tempo de exposição da resina à luz do fotopolimerizador. O menor valor de microdureza obtido para a resina Filtek Z350 XT foi com o uso da LCU na potência *High Power* (69,15), que diferiu

estatisticamente dos valores encontrados tanto na potência *Standard* ($p < 0,001$) quanto na potência *Xtra Power* ($p < 0,001$). Quando estes resultados são analisados levando-se em conta os valores de proporção base/topo, tanto a potência *Standard* (85,78%) quanto a potência *Xtra Power* (80,74%) alcançaram o valor mínimo para considerar a polimerização satisfatória (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Erickson; Barkmeier, 2019; Gan et al., 2018; Karatas et al., 2021; Lima et al., 2018; Lombardini et al., 2012; Mazhari et al., 2016; Ilie; Stark, 2015; Yap; Pandya; Toh, 2016), diferentemente do valor na potência *High Power* (77,41%). Este resultado demonstra que a utilização de uma potência intermediária com um tempo de exposição médio parece ser insuficiente em resinas do tipo convencionais.

A resina Filtek One Bulk Fill apresentou resultados semelhantes ao da Filtek Z350, com os maiores valores de média de microdureza de topo nos grupos *Xtra Power* (71,61) e *Standard* (68,83), sem diferença estatisticamente significativa entre eles. Contudo, quando comparados os resultados da resina Filtek Z350 XT com estes obtidos na resina Filtek One Bulk Fill, foi constatada diferença estatisticamente significativa, em que os valores para a resina Filtek Z350 XT foram melhores do que os da Filtek One Bulk Fill. Tal resultado pode ser explicado pela existência de alto teor de carga e a presença de partículas de zircônia na composição da Filtek Z350 XT, o que pode aumentar a resistência deste material (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022). Para a potência *High Power* na resina Filtek One Bulk Fill, o valor de microdureza (63,36) foi significativamente menor do que os obtidos na potência *Xtra Power* ($p < 0,001$) e na potência *Standard* ($p = 0,001$). Analisando-se estes dados a partir da proporção base/topo, em todas as três potências avaliadas os valores foram considerados insuficientes, ou seja, menores do que 80% (*Standard* – 79,88%; *High Power* – 79,70%; *Xtra Power* – 79,22%) (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Erickson; Barkmeier, 2019; Gan et al., 2018; Karatas et al., 2021; Lima et al., 2018; Lombardini et al., 2012; Mazhari et al., 2016; Ilie; Stark, 2015; Yap; Pandya; Toh, 2016).

A resina Filtek Bulk Fill Flow demonstrou como maiores valores de média de microdureza de topo, os alcançados pelas potências *Xtra Power* (74,30) e *High Power* (73,26) sem diferença estatística significativa entre elas. Entretanto, quando comparadas à potência *Standard* (67,46), verificou-se diferença estatisticamente significativa tanto para a potência *Xtra Power* ($p < 0,001$), quanto para *High Power*

($p < 0,001$). Apesar de ter alcançado um alto valor de média de microdureza de topo, quando considerada a proporção base/topo, a potência *Xtra Power* obteve porcentagem mais baixa (78,53%) que a *Standard* (80,52%) e *High Power* (80,51%), sendo a única a não alcançar o valor de 80% considerado satisfatório (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Erickson; Barkmeier, 2019; Gan et al., 2018; Karatas et al., 2021; Lima et al., 2018; Lombardini et al., 2012; Mazhari et al., 2016; Ilie; Stark, 2015; Yap; Pandya; Toh, 2016). Tal resultado pode ser elucidado pelos achados de Ilie e Stark (2015), em que uma irradiância mais elevada seria prejudicial para as propriedades mecânicas medidas em profundidade maior que 4mm em comparação com uma exposição mais longa a uma irradiância mais baixa.

Ao comparar a resina Filtek Z350 XT com as resinas do tipo *bulk fill* e *bulk fill flow* dentro da mesma potência, observou-se que na potência *Standard*, a Filtek Z350 XT apresentou o maior valor absoluto de média de microdureza de topo (76,65), seguido pela Filtek One Bulk Fill (68,83) e pela Filtek Bulk Fill Flow (67,46). Constatando-se assim, ausência de diferença estatística entre as resinas do tipo *bulk fill*, e diferença estatisticamente significativa tanto entre a Filtek Z350 XT e a Filtek One Bulk Fill ($p = 0,002$) quanto entre a Filtek Z350 XT e a Filtek Bulk Fill Flow ($p < 0,001$). Este achado, corrobora com aqueles encontrados por Rizzante et al. (2019) em que nenhuma resina composta do tipo *bulk fill* avaliada em sua pesquisa alcançou a microdureza superficial da Filtek Z350 XT. Contrariando os resultados obtidos, Karatas et al. (2021) encontraram médias de dureza em resinas compostas do tipo *bulk fill* superiores ao das encontradas em resina composta convencional. Tal discrepância pode ser explicada pela utilização de diferentes tipos de LCUs, e pela avaliação de amostras com maior espessura da resina composta convencional (4mm, e não 2mm como a seguida no estudo atual e recomendada pelo fabricante), uma vez que a transmissão de luz diminui quanto maior a espessura do compósito (Ilie; Stark, 2015), e confirmando este dado, um aumento de espessura foi definido como responsável pela redução da microdureza das suas amostras no estudo de Mazhari et al. (2016).

Na potência *High Power* todas as resinas compostas apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. A resina Filtek Bulk Fill Flow obteve o maior valor absoluto de média de microdureza de topo (73,26), sendo estatisticamente diferente da resina Filtek Z350 XT ($p = 0,008$) e da resina Filtek One Bulk Fill ($p < 0,001$).

O melhor desempenho da resina Filtek Bulk Fill Flow poderia ser atribuído às cargas translúcidas e à matriz de materiais restauradores do tipo *bulk fill* que permitiriam a melhor transmissão de luz através do material (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022).

Já na potência *Xtra Power*, o maior valor de média de microdureza de topo foi obtido na resina Filtek Z350 XT, diferindo estatisticamente das resinas do tipo *bulk fill*. Segundo Mazhari et al. (2016) e Par et al. (2020), este resultado poderia ser explicado pela maior suscetibilidade das resinas *bulk fill* à elevada irradiância inicial em que esta alta intensidade causaria a rápida polimerização com a formação de uma baixa cadeia polimérica e frequência de reticulação, reduzindo assim, a dureza da resina composta. Afinal, o fato desta alta intensidade inicial causar a formação de uma rede polimérica altamente reticulada nas camadas superficiais da resina composta, a extensão da luz que passa através da maior parte da resina acaba por ser reduzida.

Seguindo o critério comumente aceito de que a proporção base/topo acima de 80% indica uma polimerização aceitável de toda a camada da resina composta (Bayrak; Yaman-Dosdogru; Selvi-Kuvvetli, 2022; Dionysopoulos; Tolidis; Gerasimou, 2016; Erickson; Barkmeier, 2019; Gan et al., 2018; Karatas et al., 2021; Lima et al., 2018; Lombardini et al., 2012; Mazhari et al., 2016; Ilie; Stark, 2015; Yap; Pandya; Toh, 2016), neste estudo, a eficácia de polimerização foi alcançada na resina Filtek Z350 XT para as potências *Standard* e *Xtra Power*, e na resina Filtek Bulk Fill Flow, nas potências *Standard* e *High Power*. No entanto, se observados fora do contexto dos valores absolutos de microdureza, estes resultados podem dar uma impressão excessivamente positiva sobre o desempenho da resina fluida que apresentou quase todos os valores de média de microdureza de base inferiores ao da resina composta convencional (Par et al., 2020).

Diante dos resultados encontrados, a hipótese nula de que as diferentes potências utilizadas no fotopolimerizador não influenciariam na microdureza das resinas compostas foi rejeitada. Haja vista que nas resinas Filtek Z350 XT e Filtek One Bulk Fill, as potências *Standard* e *Xtra Power* alcançaram melhores resultados de microdureza de topo e na resina Filtek Bulk Fill Flow, a microdureza de topo foi maior no uso da potência *Xtra Power*.

6 CONCLUSÕES

Baseado nos dados deste estudo, pode-se concluir que:

- A resina convencional apresentou melhor valor de microdureza de topo nas potências *Standard* e *Xtra Power* quando comparada às resinas *bulk fill* de viscosidade regular e fluida nestas mesmas potências;
- As resinas Filtek One Bulk Fill e Filtek Bulk Fill Flow não apresentaram diferença estatística em relação à microdureza de topo quando polimerizadas na potência *Standard*;
- Ao usar a potência *High Power*, a maior microdureza de topo foi encontrada na resina Filtek Bulk Fill Flow;
- Ao comparar as diferentes viscosidades das resinas *bulk fill* em relação à microdureza de topo, houve diferença estatística entre elas nas potências *High Power* e *Standard*, sendo a resina fluida aquela que apresentou melhor desempenho.

7 RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa conta com recursos humanos e estruturais da própria Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O microdurômetro (Microdurômetro Digital HMV-2T, Shimadzu, Tóquio, Japão) utilizado para a execução dos testes propostos, pertence à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Os recursos financeiros destinados à aquisição dos materiais de consumo utilizados, aparelho fotopolimerizador e demais materiais demandados na pesquisa são de responsabilidade do pesquisador.

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.
- ALGAMAIAH, H.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. Polymerization shrinkage and shrinkage stress development in ultra-rapid photo-polymerized bulk fill resin composites. **Dental Materials**, v. 37, p. 559- 567, 2021.
- ALKURDI, R.; ABBOUD, 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.
- ALMUALLEN, Z.; McDONELL, S.; BUSUTTIL-NAUDI, A.; SANTINI, A. The Effect of Irradiation Distance on Light Transmittance and Vickers Hardness Ratio of Two Bulkfill Resin-based Composites. **Eur J Prosthodont Restor Dent**, v. 24, n. 4, p. 203- 214, 2016.
- 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.
- ALSHAAFI, M. M.; ALQUSSIER, A.; ALQAHTANI, M. Q.; PRICE, R. B. Effect of Mold Type and Diameter on the Depth of Cure of Three Resin-Based Composites. **Operative Dentistry**, v. 43, n. 5, p. 520- 529, 2018.
- BACKES, C. N.; FRANÇA, F. M. G.; TURSSI, C. P.; AMARAL, F. L. B.; BASTING, R. T. Color stability of a bulk-fill composite resin light-cured at different distances. **Braz. Oral Res**, v. 34, p. 1- 10, 2020.
- BARAKAH, H. Effect of different curing times and distances on the microhardness of nanofilled resin-based composite restoration polymerized with high-intensity LED light curing units. **Saudi Dent J**, v. 33, n. 8, p. 1035- 1041, 2021.
- BARCELOS, L. M.; BORGES, M. G.; SOARES, C. J.; MENEZES, M. S.; HUYNH, V.; LOGAN, M. G.; FUGOLIN, A. P. P.; PFEIFER, C. S. Effect of the photoinitiator system on the polymerization of secondary methacrylamides of systematically varied structure for dental adhesive applications. **Dental Materials**, v. 36, n. 3, p. 468- 477, 2020.
- BAYRAK, G. D.; YAMAN-DOSDOGRU, E.; SELVI-KUVVETLI, 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.

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.; PORTUGUAL, J. Grau de conversão de resinas compostas. Influência do método de fotopolimerização. **Rev. Port. Estomatol. Cir. Maxilofac**, v. 50, p. 197 – 203, 2009.

CASTRO, L. F. E.; DURÃO, M. A.; PEREIRA, T, V, G.; CORDEIRO, A. K. B.; MONTEIRO, G. Q. M. Evaluation of microhardness, sorption, solubility, and color stability of bulk fill resins: A comparative study. **J Clin Exp Dent**, v. 12, n. 11, p. 1033- 1038, 2020.

CEKIC-NAGAS, I.; EGILMEZ, F.; ERGUNC, G. The Effect of Irradiation Distance on Microhardness of Resin Composites Cured with Different Light Curing Units. **European Journal of Dentistry**, v. 4, p. 440- 446, 2010.

CERDA-RIZO, E. R.; RODRIGUES, M. P.; VILELA, A. B. F.; BRAGA, S. S. L.; OLIVEIRA, L. R. S.; SILVA, T. C. G.; 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.

CORTOPASSI, L. S.; SHIMOKAWA, C. A. K.; WILLERS, A. E.; SOBRAL, M. A. P. Surface roughness and color stability of surface sealants and adhesive systems applied over a resin-based composite. **J Esthet Restor Dent**, p. 1- 9, 2019.

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.; TOLIDIS K.; GERASIMOU, P. Polymerization efficiency of bulk-fill dental resin composites with different curing modes. **J. Appl. Polym. Sci**, v. 133, n. 18, p. 1- 8, 2016.

ERICKSON, R. L.; BARKMEIER, W. W. Comparisons of ISO depth of cure for a resin composite in stainless-steel and natural-tooth molds. **Eur J Oral Sci**, p. 556- 563, 2019.

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

HAN, S. H.; PARK, S. H. Incremental and Bulk-fill Techniques With Bulk-fill Resin Composite in Different Cavity Configurations. **Operative Dentistry**, v. 43, n. 6, p. 631- 641, 2018.

HAUGEN, H. J.; MAROVIC, D.; PAR, M.; THIEU, M. K. L.; 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- 1623, 2020.

HIRATA, R.; KABBACH, W.; ANDRADE, O. S.; BONFANTE, E. A.; GIANNINI, 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.

ILLIE, N.; LUCA, I. B. Efficacy of Modern Light Curing Units in Polymerizing Peripheral Zones in Simulated Large Bulk-fill Resin-composite Fillings. **Operative Dentistry**, v. 43, n. 4, p. 416- 425, 2018.

ILLIE, N.; STARK, C. Effect of different curing protocols on the mechanical Properties of low-viscosity bulk-fill composites. **Clin Oral Invest**, v. 19, p. 271- 279, 2015.

KARATAS, O.; YILMAZ, 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.

KILIÇ, V.; GOK, A. Effect of different polishing systems on the surface roughness of various bulk-fill and nano-filled resin-based composites: Na atomic force microscopy and scanning electron microscopy study. **Microsc Res Tech**, v. 84, p. 2058-2067, 2021.

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.; TROCONIS, C. C. M.; MORENO, M. B. P.; MURILLO-GÓMEZ, F.; GOES, M. F. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic Review. **J Esthet Restor Dent**, v. 30, p. 492- 501, 2018.

LOMBARDINI, M.; CHIESA, M.; SCRIBANTE, A.; COLOMBO, M.; POGGIO, C. Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness. **Dental Research Journal**, v. 9, n. 6, p. 735- 740, 2012.

MAZHARI, F.; BEHJATOLMOLOK, A.; MOAZZAMI, S.; BAGHAEI, B.; HAFEZ, B. Microhardness of composite resin cured through diferente primary tooth thicknesses with different light intensities and curing times: In vitro study. **Eur J Dent**, v. 10, n. 2, p. 203- 209, 2016.

OLAFSSON, V. G.; RITTER, A. V.; SWIFT JR, E. J.; BOUSHELL, L. W.; KO, C.; JACKSON G. R.; AHMED, S. N.; 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.

PAR, M.; MAROVIC, D.; ATTIN, T.; TARLE, Z.; TAUBÖCK, T. The effect of rapid high-intensity light-curing on micromechanical properties of bulk-fill and conventional resin composites. **Sci Rep**, v. 10, n. 1, p. 1 - 10, 2020.

PARASHER, A.; GINJUPALLI, K.; SOMAYAJI, K.; KABBINALE, P. Comparative evaluation of the depth of cure and surface roughness of bulk-fill composites: An in vitro study. **Dent Med Probl**, v. 57, n. 1, p. 39 - 44, 2020.

POGGIO, C.; LOMBARDINI, M.; GAVIATI, S.; CHIESA, M. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes. **J Conserv Dent**, v. 15, n. 3, p. 237, 2012.

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. **Dental Materials**, v. 38, n. 3, p. 403- 410, 2019.

RODRIGUEZ, A.; YAMAN, P.; DENNISON, J.; GARCIA, D. Effect of Light-Curing Exposure Time, Shade, and Thickness on the Depth of Cure of Bulk Fill Composites. **Operative Dentistry**, v. 42, n. 5, p. 505 - 513, 2017.

RUIVO, M. A.; PACHECO, R. R.; SEBOLD, M.; GIANNINI, M. Surface roughness and filler particles characterization of resin based composites. **Microsc Res Tech**. p. 1- 12, 2019.

SAVADAMOORTHY, K. S.; PRIYADHARSHINI, S.; SHERWOOD, A.; JESUDOSS, K. P.; KUMAR, V. V.; CHRISTOPHER, A. 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**, v. 9, n. 1, p. 12- 15, 2017.

SHIMOKAWA, C. A. K.; TURBINO, M. L.; GIANNINI, M.; BRAGA, R. R.; PRICE, R. R. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. **Dental Materials**, v. 34, p. 1211-1221, 2018.

SHIMOKAWA, C. A. K.; TURBINO, M. L.; GIANNINI, M.; BRAGA, R. R.; PRICE, R. R. Effect of Curing Light and Exposure Time on the Polymerization of Bulk-Fill Resin-Based Composites in Molar Teeth. **Operative Dentistry**, v. 45, n. 3, p. 141 - 155, 2020.

TANTHANUCH, S.; KUKIATTRAKOON, B.; EIAM-O-PAS, K.; POKAWATTANA, K.; THONGKAMKAEW, W.; 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.

TIBA, A.; ZELLER, G. G.; ESTRICH, C. G.; HONG, A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment fill resin-based-composites. **J Am Dent Assoc**, v.8, n.3, p. 13 - 26, 2013.

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

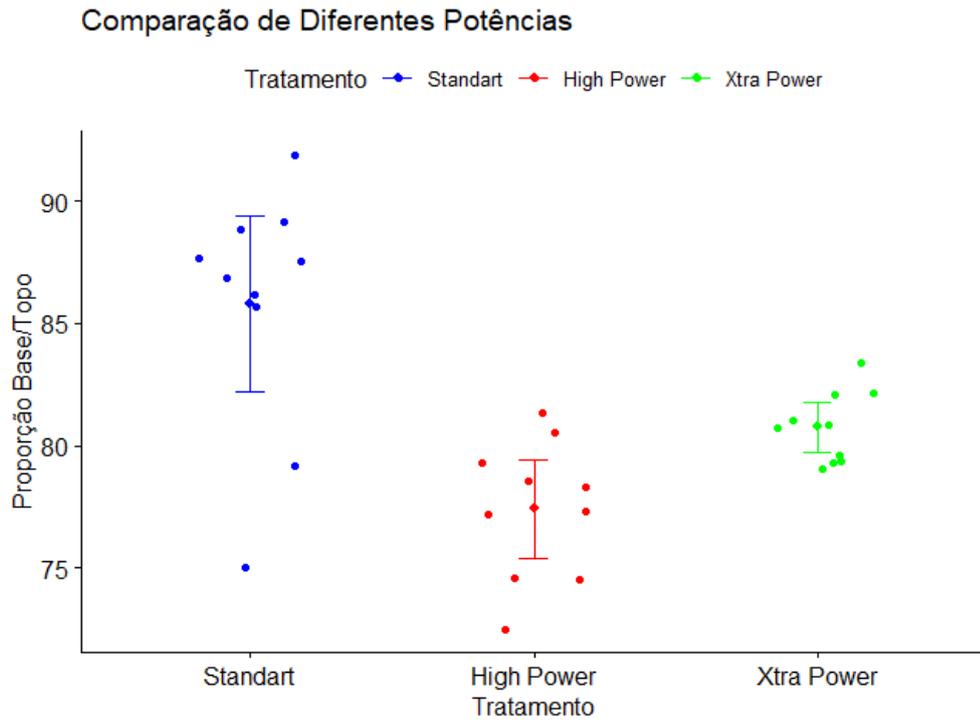
VAN ENDE, A.; MUNCK, J.; LISE, D.P.; MEERBEEK, B. V. Bulk-fill composites: a review of the current literature. **J Adhes Dent**, v. 19, n. 2, p. 95 -109, 2017.

YAP, A. U.; PANDYA, M.; TOH, W.S. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites, **Dental Materials Journal**, v.35, n. 3, p. 503-10, 2016.

ZORZIN, J.; MAIER, E.; HARRE, S.; FEY, T.; BELLI, R.; LOHBAUER, U.; PETSCHERT, A.; TASCHNER, M. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. **Dental Materials**, v.31, n. 3, p. 293- 301, 2015.

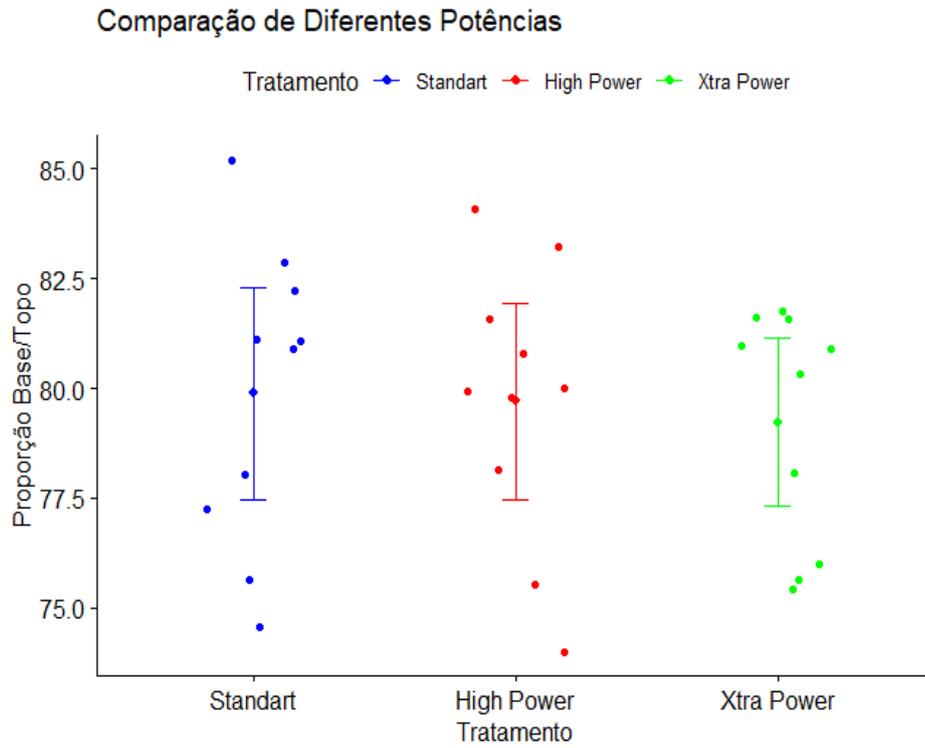
APÊNDICE – Gráficos comparativos de diferentes potências

Gráfico 2 – Dados da proporção base/topo por potência, considerando dados do grupo de resina Filtek Z350



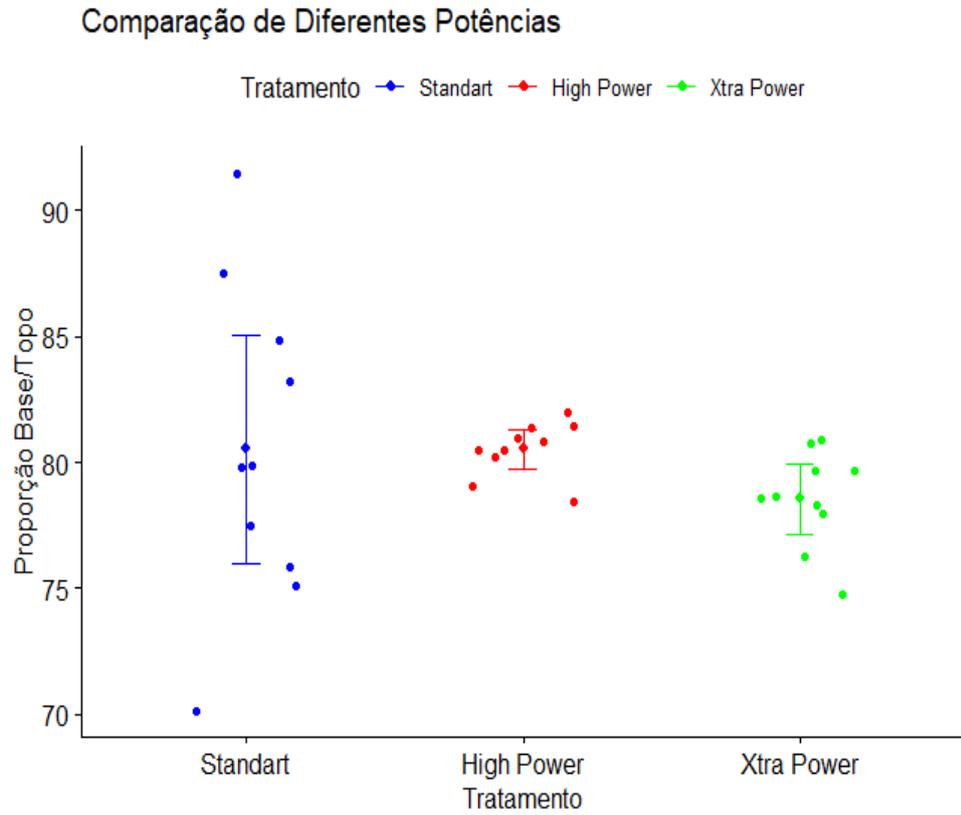
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 3 - Dados de proporção Base/Topo por potência, considerando dados do grupo de resina Filtek One Bulk Fill



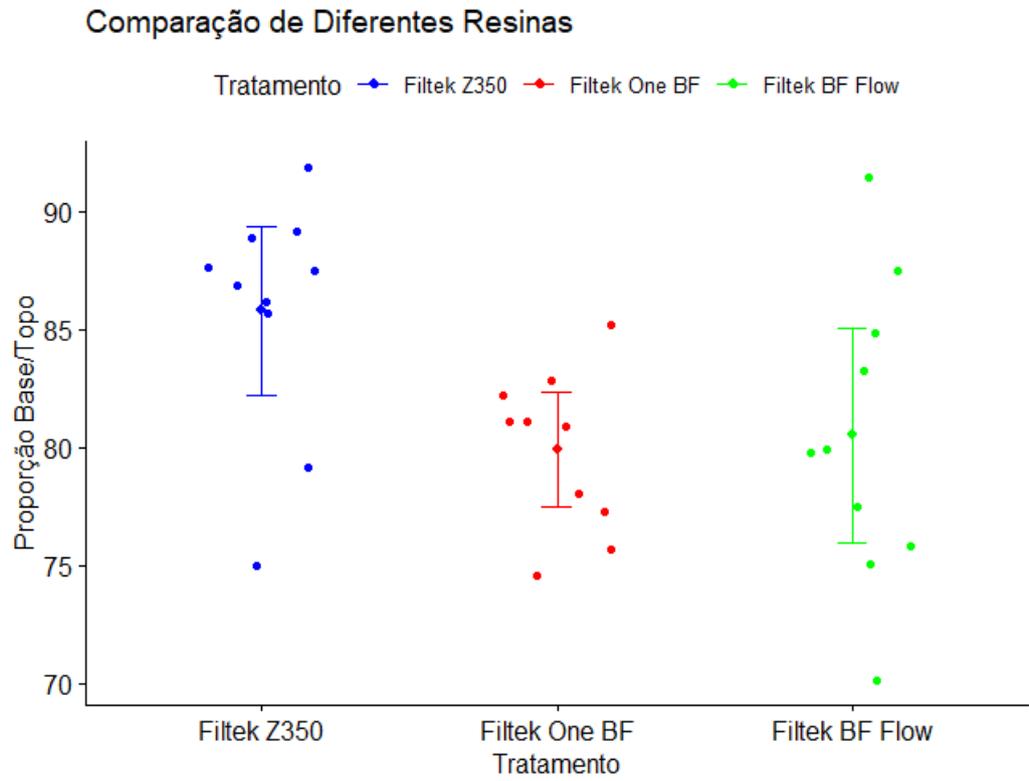
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 4 – Dados da proporção base/topo por potência, considerando dados do grupo de resina Filtek Bulk Fill Flow



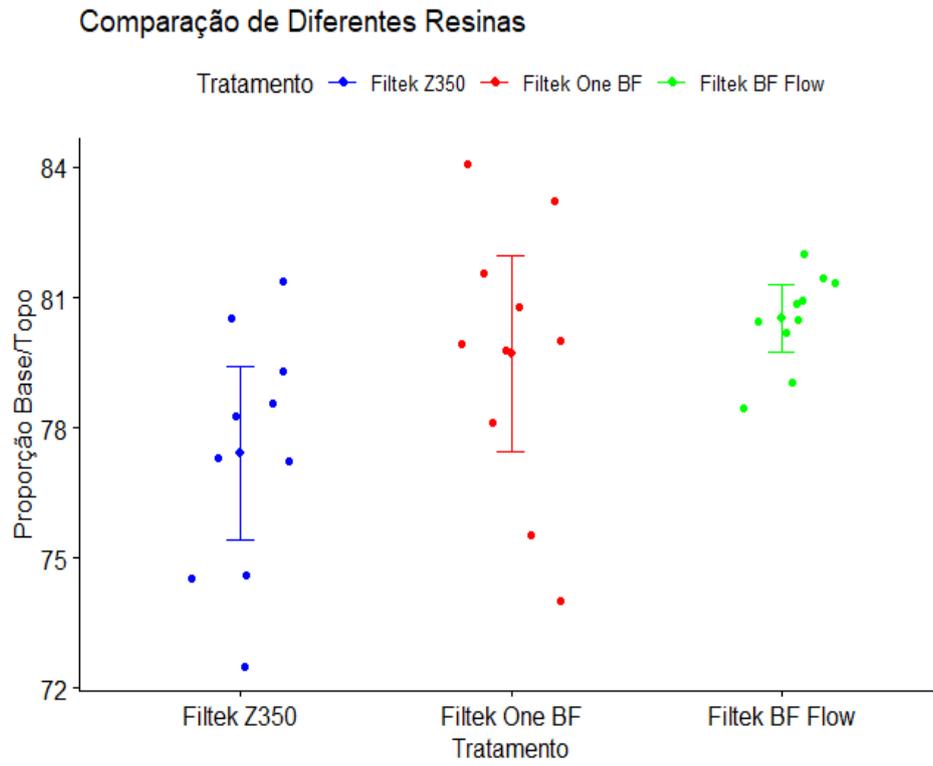
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 5 - Dados de proporção base/topo por resinas, considerando dados do grupo de potência Standart



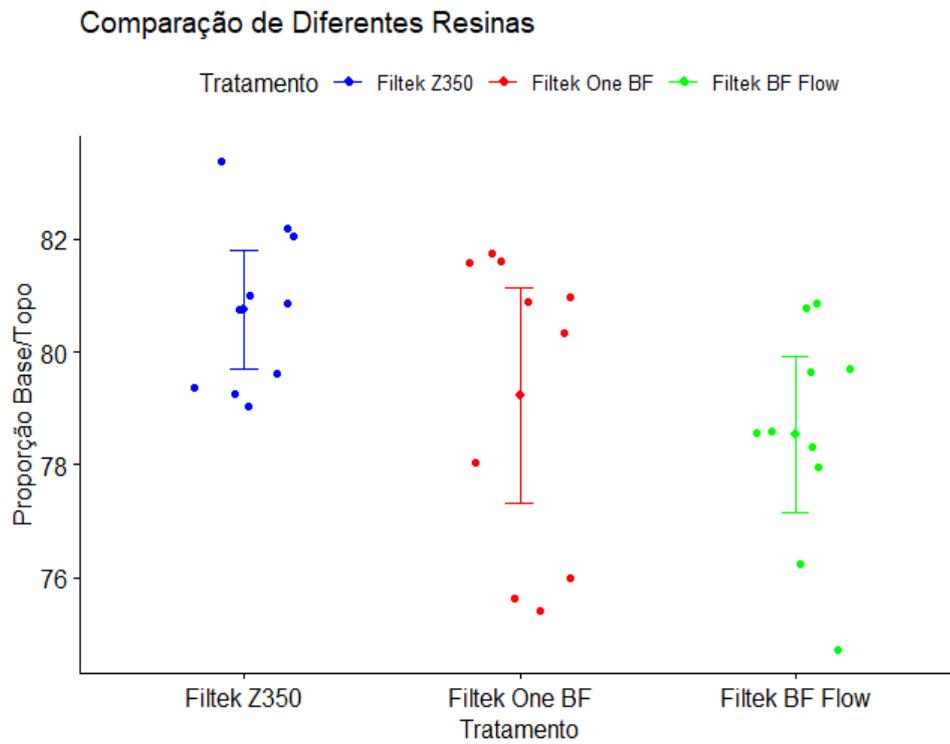
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 6 - Dados de proporção Base/Topo por resinas, considerando dados do grupo de potência High Power



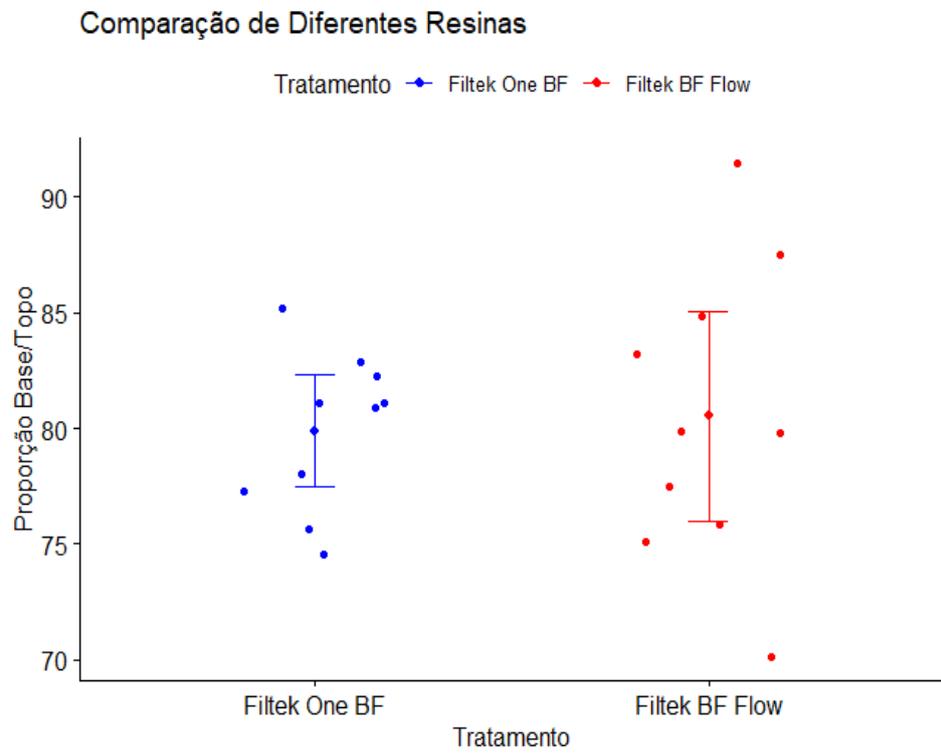
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 7 - Dados de proporção Base/Topo por resinas, considerando dados do grupo de potência Xtra Power



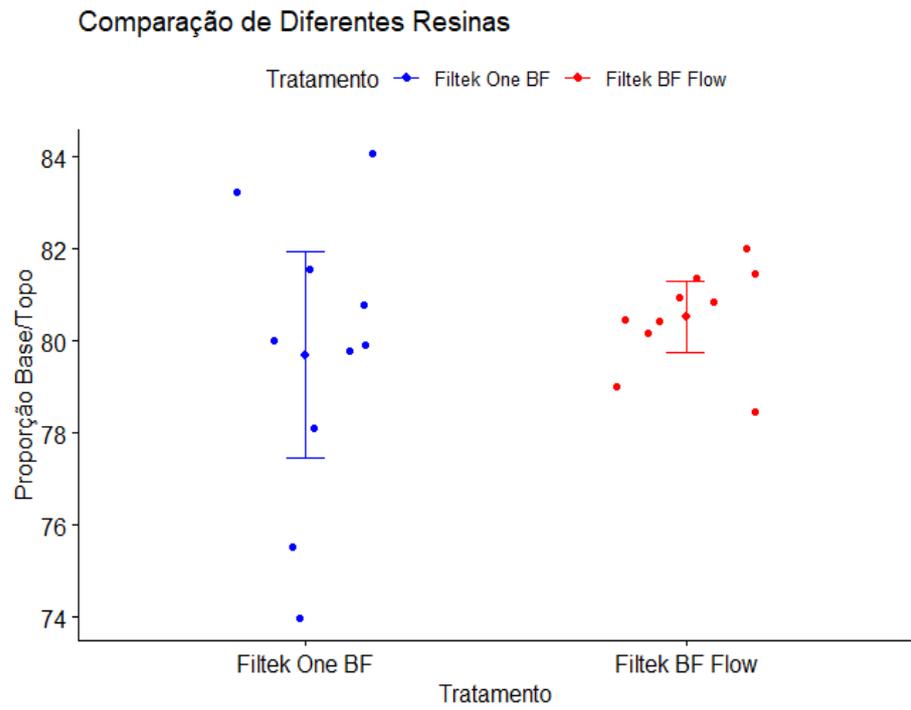
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 8 - Dados de proporção base/topo por resinas, considerando dados do grupo de potência Standart



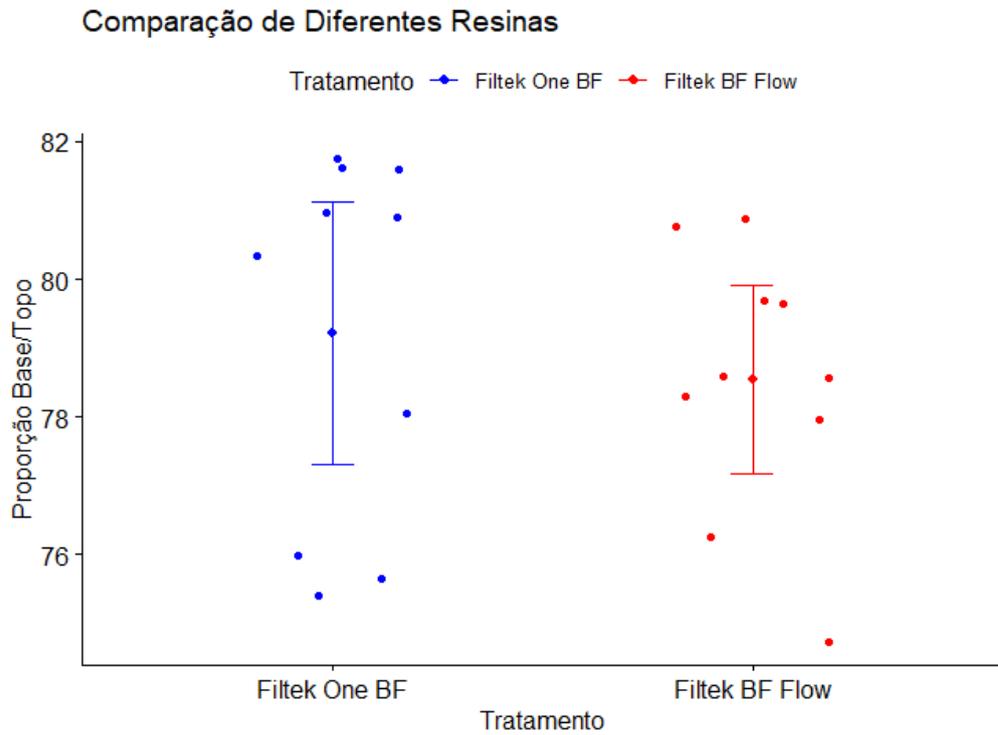
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 9 - Dados de proporção Base/Topo por resinas, considerando dados do grupo de potência High Power



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Gráfico 10 - Dados de proporção Base/Topo por resinas, considerando dados do grupo de potência Xtra Power



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)