



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ODONTOLOGIA**

CAMILA LINCOLN CARNEIRO DE MELO

**AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICRODUREZA VICKERS E DO MÓDULO DE
ELASTICIDADE DE RESINAS COMPOSTAS BULK FILL FLOW**

**CAMPINA GRANDE
2020**

CAMILA LINCOLN CARNEIRO DE MELO

AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICRODUREZA VICKERS E DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE RESINAS COMPOSTAS BULK FILL FLOW

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento do Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Área de concentração: Materiais Dentários.

Orientadora: Profa. Dra. Darlene Cristina Eloy Dantas.

Coorientadora: Profa. Dra. Waldênia Pereira Freire.

**CAMPINA GRANDE
2020**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M528a Melo, Camila Lincoln Carneiro de.
Avaliação *in vitro* da microdureza Vickers e do módulo de elasticidade de resinas compostas Bulk Fill Flow [manuscrito] / Camila Lincoln Carneiro de Melo. - 2020.
29 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2020.
"Orientação : Profa. Dra. Darlene Cristina Eloy Dantas, Departamento de Odontologia - CCBS."
"Coorientação: Profa. Dra. Waldênia Pereira Freire, Departamento de Odontologia - CCBS."
1. Materiais dentários. 2. Resinas compostas. 3. Microdureza Vickers. 4. Módulo de elasticidade. I. Título
21. ed. CDD 617.695

CAMILA LINCOLN CARNEIRO DE MELO

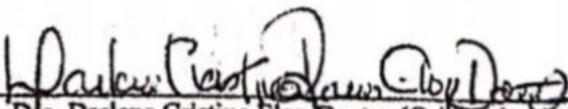
AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICRODUREZA VICKERS E DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE RESINAS COMPOSTAS BULK FILL FLOW

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento do Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

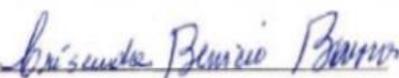
Área de concentração: Materiais Dentários.

Aprovada em: 06/12/2020

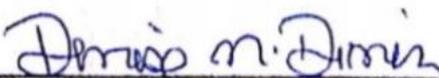
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Darlene Cristina Eloy Dantas (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Criscuda Maria Benício Barros
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Denise Nóbrega Diniz
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, à minha irmã, e a todos que
contribuíram com a minha formação pelo
apoio, carinho e companheirismo,
DEDICO.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

Carl Gustav Jung

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Distribuição das resinas compostas Bulk Fill Flow de acordo com o fabricante.....	14
Figura 1 –	Resinas compostas Bulk Fill Flow de acordo com o fabricante.....	14
Quadro 2 –	Descrição da variável de Microdureza Vickers (HV).....	14
Quadro 3 –	Descrição da variável do Módulo de Elasticidade (E).....	14
Figura 2 –	Seqüência da confecção dos corpos de prova.....	15
Figura 3 –	Armazenamento dos corpos de prova.....	16
Figura 4 –	Embutimento dos corpos de prova.....	16
Figura 5 –	Lixamento das amostras em uma Politriz Lixadeira Metalográfica PL02 E.....	17
Figura 6 –	Polimento das amostras com a pasta Diamond R em uma Politriz Aropol E.....	17
Figura 7 –	Amostras envolvidas com algodão.....	18
Figura 8 –	Ultra-microdurômetro dinâmico DUH-211S.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Análise comparativa dos valores de Módulo de Elasticidade dos diferentes grupos de resina testados.....	20
Tabela 2 –	Análise comparativa dos valores de Microdureza Vickers dos diferentes grupos de resina testados.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
E	Módulo de Elasticidade
FBF	Filtek Bulk fill Flow
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
HV	Microdureza Vickers
IIT	Teste de Indentação Instrumentada
ISO	International Organization for Standardization
OBF	Opus Bulk Fill Flow
SF	SureFil SDR Flow
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFCCG	Universidade Federal de Campina Grande
vs	Abreviatura da preposição latina <i>versus</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

GPa	Gigapascal
μm	Micrômetro
mm	Milímetro
mN	Milínewton
mN/s	Milínewton por segundo
mW/cm^2	Miliwatts por centímetro quadrado
N/mm^2	Newton por milímetro quadrado
p	Probabilidade de significância
rpm	Rotações por minuto
=	Igual
\pm	Mais ou menos
>	Maior que
<	Menor que
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAIS E MÉTODOS	13
2.1	Delineamento da Pesquisa	13
2.2	Local do Estudo	13
2.3	Amostra	13
2.4	Variáveis do Estudo	14
2.5	Coleta de Dados	15
2.5.1	<i>Confecção dos corpos de prova</i>	15
2.5.2	<i>Análise da Microdureza Vickers e do Módulo de Elasticidade</i>	18
2.6	Análise Estatística	19
3	RESULTADOS	19
4	DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÕES	22
	REFERÊNCIAS	22

AVALIAÇÃO IN VITRO DA MICRODUREZA VICKERS E DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE RESINAS COMPOSTAS BULK FILL FLOW

Camila Lincoln Carneiro de Melo*
Darlene Cristina Eloy Dantas**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, *in vitro*, a Microdureza Vickers e o Módulo de Elasticidade das resinas compostas **Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE) – G1**, **Opus Bulk Fill Flow (FGM) – G2** e **SureFil SDR Flow (Dentsply) – G3**, a fim de analisar o comportamento mecânico dos materiais restauradores e determinar qual deles apresenta melhores propriedades de resistência às deformações oclusais provenientes dos estresses mastigatórios. Foram confeccionados 36 corpos de prova, a partir de uma matriz polimérica cilíndrica pré-fabricada com dimensões de 4 mm x 2 mm, e divididos em três grupos com 12 espécimes cada, de acordo com o tipo de resina analisada. As amostras foram embutidas com resina acrílica autopolimerizável em canos de PVC, lixadas com lixas d'água de diferentes granulações e polidas com disco de feltro e pasta de polimento Diamond R (FGM). Para a obtenção dos valores da Microdureza Vickers e do Módulo de Elasticidade, os corpos de prova foram submetidos a um ensaio mecânico, o Teste de Indentação Instrumentada, no qual foi utilizado o ultra-microdurômetro dinâmico DUH-211S (Shimadzu do Brasil Comércio Ltda.) com indentador tipo Vickers. Foram realizadas cinco indentações por amostra, aplicando uma força de 500 mN durante 15 segundos numa taxa de 14 mN/s. Para avaliação dos resultados, realizou-se a análise estatística descritiva, o teste de Shapiro-Wilk e a Análise de Variância (ANOVA *one-way*) com teste *post-hoc* de Tukey HSD. Os dados evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de resinas ($p = 0,001$) para os valores do Módulo de Elasticidade. O G3 apresentou média ($10,32 \pm 1,56$) significativamente superior à do G1 ($9,01 \pm 0,33$) e do G2 ($8,70 \pm 0,75$), sendo $G3 > G1 = G2$. A análise comparativa dos valores da Microdureza Vickers revelou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de resinas ($p < 0,001$). O G3 apresentou média ($54,41 \pm 2,25$) significativamente superior à do G1 ($49,94 \pm 1,09$) e do G2 ($40,87 \pm 3,91$), sendo $G3 > G1 > G2$. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que, devido as suas boas propriedades mecânicas, a resina **SureFill SDR Flow (Dentsply)** é o compósito mais resistente às deformações plásticas e elásticas em que os materiais restauradores estão sujeitos na cavidade oral.

Palavras-chave: Dureza. Módulo de elasticidade. Resinas compostas.

*Graduanda de Odontologia pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, camilalincolnodonto@gmail.com

**Professora Doutora do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, darlenecristinadantas@gmail.com

IN VITRO EVALUATION OF MICROHARDNESS VICKERS AND ELASTICITY MODULUS OF BULK FILL FLOW COMPOSITE RESIN

Camila Lincoln Carneiro de Melo^{*}
Darlene Cristina Eloy Dantas^{**}

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate, in vitro, the Microhardness Vickers and the Elasticity Module of Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE) composite resins - G1, Opus Bulk Fill Flow (FGM) - G2 and SureFil SDR Flow (Dentsply) - G3, in order to analyze the mechanical behavior of restorative materials and determine which of them has better resistance properties to occlusal deformation from chewing stresses. Thirty-six specimens were made from a pre-manufactured cylindrical polymeric matrix with dimensions of 4 mm x 2 mm, and divided into three groups with 12 specimens each, according to the type of resin analyzed. The samples were embedded with self-curing acrylic resin in PVC pipes, sanded with water sandpapers of different granulations and polished with felt disk and Diamond R polishing paste (FGM). To obtain the values of Vickers Microhardness and Elasticity Module, the specimens were submitted to a mechanical test, the Instrument Indentation Test, in which the DUH-211S (Shimadzu do Brasil Comércio Ltda.) dynamic ultra-microdurometer with Vickers type indenter was used. Five indentations were performed per sample, applying a force of 500 mN for 15 seconds at a rate of 14 mN/s. To evaluate the results, descriptive statistical analysis, the Shapiro-Wilk test and the Analysis of Variance (ANOVA one-way) with Tukey HSD post-hoc test were performed. The data showed statistically significant differences between resin groups ($p = 0.001$) for the Elasticity Module values. G3 had an average (10.32 ± 1.56) significantly higher than G1 (9.01 ± 0.33) and G2 (8.70 ± 0.75), $G3 > G1 = G2$. The comparative analysis of the values of Microhardness Vickers revealed statistically significant differences between resin groups ($p < 0.001$). G3 had an average (54.41 ± 2.25) significantly higher than G1 (49.94 ± 1.09) and G2 (40.87 ± 3.91), $G3 > G1 > G2$. Based on the results obtained, it was concluded that, due to its good mechanical properties, SureFill SDR Flow (Dentsply) resin is the most resistant composite to plastic and elastic deformations in which restorative materials are subjected in the oral cavity.

Keywords: Hardness. Elasticity module. Composite resins.

^{*}Student of Dentistry at State University of Paraíba, camilalincolnodonto@gmail.com

^{**} *PhD*, Department of Dentistry of the State University of Paraíba, darlenecristinadantas@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia adesiva, desde seu advento com a introdução do condicionamento ácido por Buonocore em 1955, vem evoluindo como resultado do melhor conhecimento sobre os tecidos a serem aderidos, maior desenvolvimento de materiais e aprimoramento das técnicas restauradoras. Atualmente, as resinas compostas são os materiais odontológicos mais utilizados para restaurações diretas de dentes anteriores e posteriores em virtude de sua boa estética, adesão ao esmalte e à dentina e conservação dos tecidos dentais (YAZICI *et al.*, 2017). Diversas modificações na composição química das resinas vêm sendo realizadas com o propósito de melhorar as propriedades mecânicas e clínicas desses compósitos (ZORZIN *et al.*, 2015).

Sabe-se, no entanto, que as resinas possuem algumas limitações que podem interferir no seu desempenho e induzir o insucesso do procedimento restaurador, como a contração de polimerização e a dificuldade de transmissão da luz em profundidade, que resulta na subpolimerização do material (ALKHUDHAIRY, 2017). Conforme Yeolekar *et al.* (2015), o fenômeno da contração de polimerização gera uma tensão na interface adesiva entre dente/restauração que pode levar à formação de fendas, deflexão de cúspides, microinfiltrações, fraturas de esmalte fragilizado e defeitos marginais. Neste sentido, as consequências clínicas são o aumento do risco de desenvolvimento de cárie secundária e o surgimento de sensibilidade pós-operatória (TALUKDER; HOSSAIN; MORAL, 2018).

Na prática, a maior implicação dessas limitações é a necessidade de utilização da técnica incremental, que consiste na inserção e fotoativação de porções com no máximo 2 mm de espessura, para evitar a indução de maiores tensões nas interfaces adesivas e a polimerização incompleta nas camadas mais profundas do incremento (LI *et al.*, 2015; KIM *et al.*, 2015). Contudo, essa técnica, além de não reduzir completamente o estresse resultante, torna o procedimento clínico mais demorado e aumenta as chances de ocorrer falhas durante a confecção da restauração, como o risco de contaminação entre as camadas e a incorporação de bolhas (BAYRAKTAR *et al.*, 2017; CHESTERMAN *et al.*, 2017).

Considerando essa problemática e a crescente demanda por compósitos que possibilitem a diminuição do tempo de trabalho e a simplificação da técnica restauradora, principalmente em cavidades profundas, fabricantes introduziram no mercado odontológico uma nova categoria de resinas compostas denominadas de “Bulk Fill”, que podem ser inseridas na cavidade dentária em um único incremento de 4 a 5 mm de espessura e se apresentam nas formas de baixa ou alta viscosidade (MILETIC *et al.*, 2017; TSUJIMOTO *et al.*, 2017; VELOSO *et al.*, 2019).

As resinas Bulk Fill fluidas ou “flow” são utilizadas para o preenchimento de grandes cavidades dentárias com incremento único de até 4 mm, especialmente em superfícies irregulares devido à baixa viscosidade e melhor adaptação que possuem nas paredes cavitárias (VAN ENDE *et al.*, 2017). De acordo com Kumagai *et al.* (2015), esses compósitos são indicados para uso em restaurações classe I e classe II em dentes posteriores como base ou forramento, regularização da parede pulpar e caixa proximal. Por apresentarem propriedades mecânicas inferiores, devido ao seu menor conteúdo de carga, as resinas fluidas de incremento único necessitam de uma camada de nivelamento oclusal de 2 mm com uma resina de alta viscosidade para restaurar dentes posteriores e que estão sujeitos ao estresse oclusal (HIRATA *et al.*, 2015; VAN DIJKEN; PALLESEN, 2015).

Essa nova técnica restauradora se tornou viável em virtude do desenvolvimento de materiais com formulação avançada, que sofreram modificações ao longo do tempo na sua composição química, conferindo baixa contração de polimerização e maior profundidade de cura aos compósitos (BAYRAKTAR *et al.*, 2017; KIM *et al.*, 2015). Mudanças no tipo de carga, tamanho, quantidade e formato das partículas, incorporação de novos monômeros e o

estabelecimento de sistemas fotoiniciadores mais eficientes concederam as resinas compostas melhores propriedades de resistência ao desgaste, polimento, translucidez e de resistência mecânica, além de redução da contração e do estresse causado pela polimerização (ALKHUDHAIRY, 2017; BEHERY *et al.*, 2016).

A avaliação das propriedades mecânicas dos compósitos resinosos, tais como a microdureza e o módulo de elasticidade, dentre outras, constitui importante subsídio para estimar o desempenho de materiais submetidos a grandes esforços mastigatórios, como as resinas Bull Fill utilizadas em restaurações de dentes posteriores (FRONZA *et al.*, 2017; RODRIGUES-JUNIOR, 2015). Segundo Kelić *et al.* (2016), a Microdureza Vickers (HV) é definida como a resistência do material à deformação plástica ou alteração dimensional permanente quando submetido à penetração de um indentador. Os dados referentes à microdureza de um material fornecem informações sobre o seu desgaste, capacidade de polimento e efeito abrasivo sobre dentes antagonistas.

O Módulo de Elasticidade (E), por sua vez, descreve a rigidez relativa do material, calculada pela razão entre a tensão e a deformação elástica, expressando a máxima tensão que o material suporta sem sofrer deformação permanente (BENETTI *et al.*, 2014). Logo, essa medida define a capacidade que o material tem de sofrer uma alteração dimensional reversível, retornando as suas dimensões iniciais quando a força aplicada é removida (ISSA *et al.*, 2016). O Teste de Indentação Instrumentada (IIT) é uma técnica que utiliza instrumentação de alta resolução controlada por sistema computacional para a aferição precisa dos valores de dureza e módulo de elasticidade dos materiais, capaz de caracterizar os compósitos resinosos quanto as suas propriedades mecânicas (CHEN; CAI, 2018; LIU *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, *in vitro*, a Microdureza Vickers e o Módulo de Elasticidade de três diferentes tipos de resinas compostas Bull Fill Flow, segundo o teste de indentação instrumentada, com a finalidade de analisar o comportamento mecânico dos materiais restauradores e determinar qual deles apresenta melhores propriedades de resistência às deformações oclusais provenientes dos estresses mastigatórios.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento da Pesquisa

Tratou-se de um estudo experimental laboratorial, *in vitro*, analítico e descritivo.

2.2 Local do Estudo

As amostras da pesquisa foram confeccionadas no Laboratório de Dentística do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e o ensaio mecânico foi realizado no Laboratório de Metalografia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

2.3 Amostra

Foram confeccionados 36 corpos de prova a partir de uma matriz polimérica cilíndrica pré-fabricada, com dimensões de 4 mm x 2 mm, e divididos em três grupos com 12 espécimes cada, de acordo com o tipo de resina composta Bulk Fill Flow analisada (Quadro 1 e Figura 1).

Quadro 1. Distribuição das resinas compostas Bulk Fill Flow de acordo com o fabricante.

Resina composta Bulk Fill	Fabricante
SureFil SDR Flow (SF)	<i>Dentsply</i>
Opus Bulk Fill Flow (OBF)	<i>FGM</i>
Filtek Bulk fill Flow (FBF)	<i>3M ESPE</i>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Figura 1. Resinas compostas Bulk Fill Flow de acordo com o fabricante.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

2.4 Variáveis do Estudo

Após a divisão das amostras em grupos, de acordo com o tipo de resina composta Bulk Fill Flow analisada, foi realizado o ensaio mecânico para avaliar as propriedades descritas nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2. Descrição da variável de Microdureza Vickers (HV).

	Resina Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE)	Resina Opus Bulk Fill Flow (FGM)	Resina SureFil SDR Flow (Dentsply)
Microdureza Vickers (HV)	Grupo 1 (G1)	Grupo 2 (G2)	Grupo 3 (G3)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 3. Descrição da variável do Módulo de Elasticidade (E).

	Resina Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE)	Resina Opus Bulk Fill Flow (FGM)	Resina SureFil SDR Flow (Dentsply)
Módulo de Elasticidade (E)	Grupo 1 (G1)	Grupo 2 (G2)	Grupo 3 (G3)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

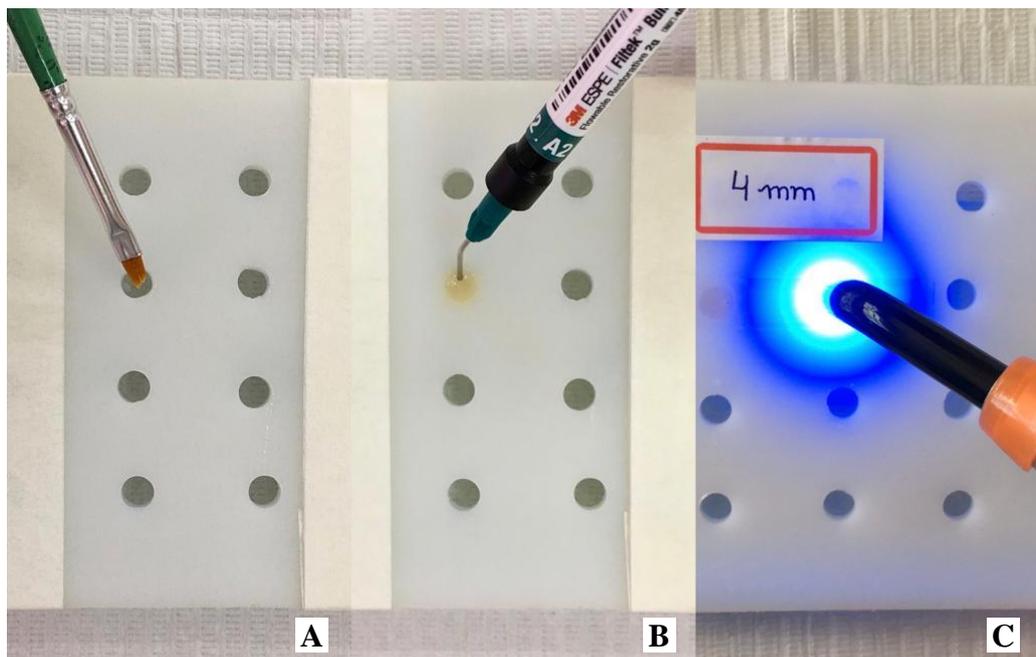
2.5 Coleta de Dados

2.5.1 Confeção dos corpos de prova

Para a confecção dos corpos de prova foi utilizada uma matriz polimérica cilíndrica pré-fabricada com orifícios apresentando 4 mm de espessura e 2 mm de diâmetro. A mesma foi isolada com o lubrificante hidrossolúvel K-Y Gel (*Johnson & Johnson*) para impedir a adesão do material resinoso e facilitar a remoção da amostra do seu interior. Posteriormente, a matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro numa bancada fixa e preenchida totalmente com resina composta Bulk Fill Flow, formando um incremento único de 4 mm.

A inserção da resina foi realizada através de uma ponteira aplicadora, pertencente ao kit do material, posicionada na parte mais profunda da matriz e trazida lentamente até a superfície, para promover o escoamento adequado da resina e evitar a formação de bolhas de ar no interior da amostra. Uma tira de poliéster foi colocada na parte superior da matriz para remover os excessos do material e obter uma superfície plana e lisa. Em seguida, procedeu-se à fotopolimerização da resina com o aparelho fotopolimerizador DB-686 (*Dabi Atlante*), com intensidade luminosa acima de 500 mW/cm^2 , de acordo com o tempo recomendado por cada fabricante (Figura 2).

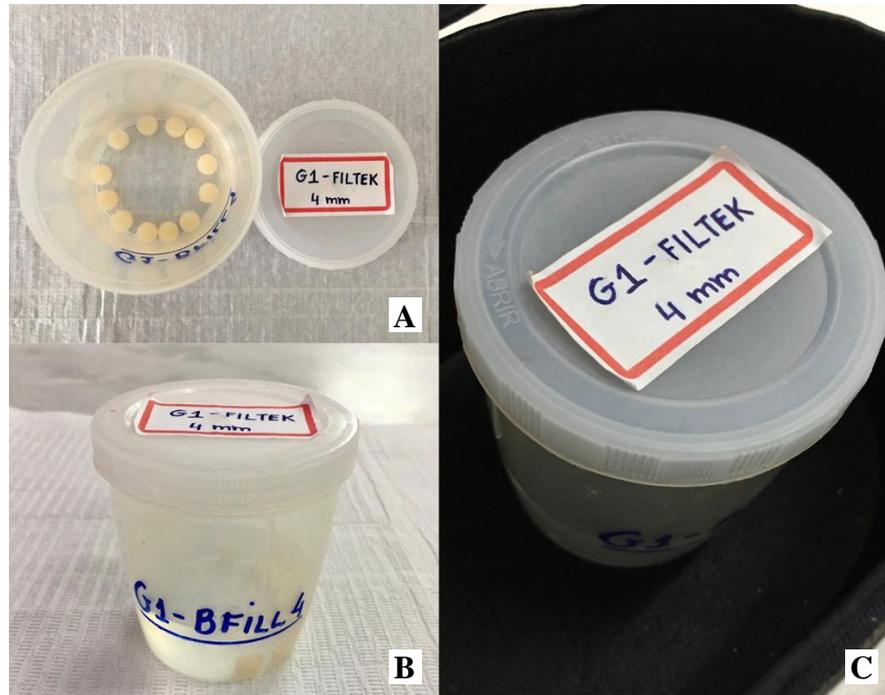
Figura 2. Seqüência da confecção dos corpos de prova. A) Isolamento da matriz com gel hidrossolúvel. B) Preenchimento da matriz com resina Bulk Fill Flow. C) Fotopolimerização da amostra.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

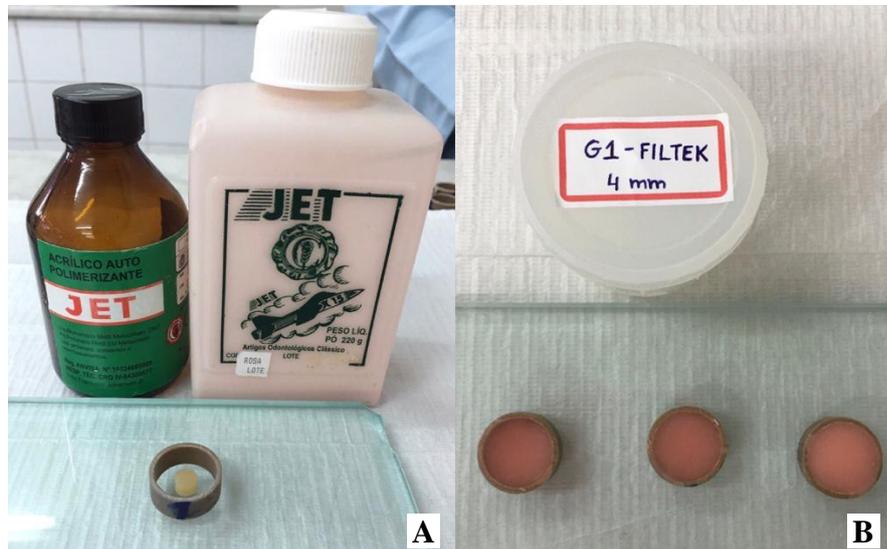
As amostras confeccionadas foram removidas da matriz e armazenadas em local escuro, para evitar a interferência da luz no processo de polimerização, dentro de recipientes hermeticamente fechados, à temperatura ambiente, contendo água destilada e identificação (Figura 3). Para a realização do ensaio mecânico, os corpos de prova foram embutidos com resina acrílica autopolimerizável Jet (*Clássico*) em canos de PVC com espessura de 0,7 mm e armazenados em local com temperatura ambiente (Figura 4).

Figura 3. Armazenamento dos corpos de prova. A) Amostras contidas em água destilada. B) Amostras em recipiente hermeticamente fechado com identificação. C) Amostras armazenadas em local escuro.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Figura 4. Embutimento dos corpos de prova. A) Resina acrílica autopolimerizável. B) Amostras embutidas em canos de PVC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Após o embutimento, realizou-se o lixamento da superfície das amostras com lixas d'água de 240, 320, 400, 600 e 1200 granulações, através de uma Politriz Lixadeira Metalográfica PL02 E (*Teclago Indústria e Comércio Ltda.*), para a remoção dos excessos de resina acrílica (Figura 5). Em seguida, as amostras foram polidas com disco de feltro e pasta de polimento Diamond R (*FGM*), na velocidade de 150 rpm, através de uma Politriz Aropol E (*Arotec Indústria e Comércio Ltda.*), conforme a Figura 6. Ao final de cada lixa d'água e após a etapa de polimento, os corpos de prova foram lavados em água corrente. Todas as amostras

foram envolvidas com algodão para garantir que as superfícies estivessem lisas e polidas, sem arranhões, critérios essenciais à realização do teste de indentação instrumentada (Figura 7).

Figura 5. Lixamento das amostras em uma Politriz Lixadeira Metalográfica PL02 E.



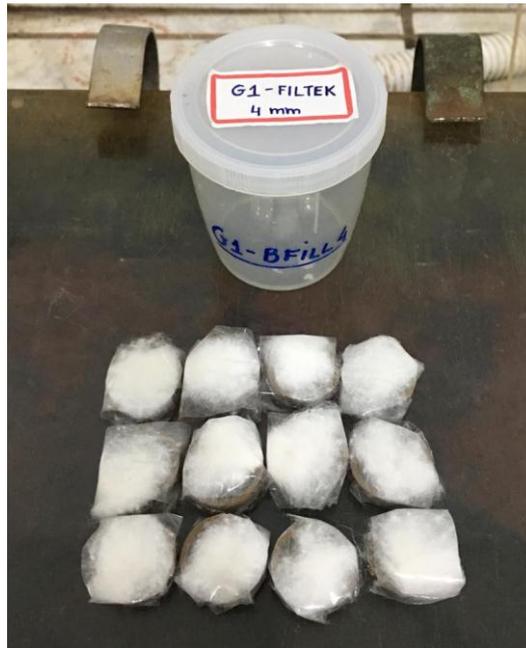
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Figura 6. Polimento das amostras com a pasta Diamond R em uma Politriz Aropol E.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Figura 7. Amostras envolvidas com algodão.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

2.5.2 Análise da Microdureza Vickers e do Módulo de Elasticidade

Para a obtenção dos valores da Microdureza Vickers e do Módulo de Elasticidade das resinas compostas Bulk Fill Flow, os corpos de prova foram submetidos a um ensaio mecânico, o teste de indentação instrumentada, que mede as propriedades plásticas e elásticas dos materiais. Essa técnica consiste em pressionar um indentador tipo Vickers contra a superfície da amostra através de uma força eletromagnética, controlando e registrando os valores da carga aplicada e da profundidade de penetração no transcorrer do tempo. Por meio de dados analisados em um diagrama força-deslocamento são retiradas as informações para caracterizar o material.

O ensaio mecânico foi realizado através de um ultra-microdurômetro dinâmico DUH-211S (*Shimadzu do Brasil Comércio Ltda.*), pelo método load-unload (força-descarga), em conformidade com as normas ISO 14577-1 (Figura 8). Nesse modo de teste, a força de pressão foi ampliada a uma taxa constante, desde zero até o valor de carga predefinido, mantendo a força por um tempo específico, e em seguida o indentador iniciou o processo de descarga. Foram realizadas cinco endentações por amostra, aplicando uma força de 500 mN durante 15 segundos numa taxa de 14 mN/s. Durante o recuo, o DUH-211S mediu a dureza dinâmica e avaliou a dureza correspondente à deformação plástica e elástica dos corpos de prova. Este equipamento acompanha um software aplicativo que forneceu dados acurados referentes às propriedades analisadas.

Figura 8. Ultra-microdurômetro dinâmico DUH-211S.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

2.6 Análise Estatística

Inicialmente, realizou-se a análise estatística descritiva objetivando caracterizar a amostra. Foram calculadas as medidas de tendência central e de variabilidade dos valores de Microdureza Vickers e do Módulo de Elasticidade para cada grupo de resina testado. Em seguida, verificou-se o pressuposto de distribuição normal dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Por fim, a Análise de Variância (ANOVA *one-way*) com teste *post-hoc* de Tukey HSD foi realizada para avaliar a significância estatística das diferenças intergrupos (G1 vs G2 vs G3). O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$ (HANNIGAN; LYNCH, 2013; LARSON; FARBER, 2016). Todas as análises foram conduzidas usando o *software* IBM SPSS Statistics versão 20.0, considerando um intervalo de confiança de 95%.

3 RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os resultados da análise comparativa dos valores de Módulo de Elasticidade. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre os grupos de resinas ($p = 0,001$). O G3 apresentou média ($10,32 \pm 1,56$) significativamente superior à do G1 ($9,01 \pm 0,33$) e do G2 ($8,70 \pm 0,75$), sendo $G3 > G1 = G2$.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise comparativa dos valores de Microdureza Vickers. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre os grupos de resinas ($p < 0,001$). O G3 apresentou média ($54,41 \pm 2,25$) significativamente superior à do G1 ($49,94 \pm 1,09$) e do G2 ($40,87 \pm 3,91$), sendo $G3 > G1 > G2$.

Tabela 1. Análise comparativa dos valores de Módulo de Elasticidade dos diferentes grupos de resina testados.

Grupo	Módulo de Elasticidade (GPa)			
	Média	Desvio-padrão	Valor mínimo	Valor máximo
G1: Resina Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE)	9,01 ^A	0,33	8,34	9,47
G2: Resina Opus Bulk Fill Flow (FGM)	8,70 ^A	0,75	7,07	9,49
G3: Resina SureFil SDR Flow (Dentsply)	10,32 ^B	1,56	5,96	11,77
ANOVA (p-valor = 0,001)				

Nota. Teste de Tukey HSD. Letras diferentes denotam resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$). Letras maiúsculas comparam valores na vertical (G1 vs G2 vs G3).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Tabela 2. Análise comparativa dos valores de Microdureza Vickers dos diferentes grupos de resina testados.

Grupo	Microdureza Vickers (N/mm ²)			
	Média	Desvio-padrão	Valor mínimo	Valor máximo
G1: Resina Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE)	49,94 ^B	1,09	47,77	51,51
G2: Resina Opus Bulk Fill Flow (FGM)	40,87 ^A	3,91	32,62	44,93
G3: Resina SureFil SDR Flow (Dentsply)	54,41 ^C	2,25	51,35	58,17
ANOVA (p-valor < 0,001)				

Nota. Teste de Tukey HSD. Letras diferentes denotam resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$). Letras maiúsculas comparam valores na vertical (G1 vs G2 vs G3).

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

4 DISCUSSÃO

A longevidade dos tratamentos restauradores diretos está relacionada, entre outros fatores, ao tipo de material empregado. Resinas compostas convencionais necessitam ser aplicadas em pequenos incrementos para evitar tensões decorrentes da contração de polimerização e alcançar a profundidade de cura adequada (ROTHMUND *et al.*, 2017). No entanto, a técnica incremental demanda maior tempo clínico e apresenta riscos de contaminação da restauração pela incorporação de fluidos orais na interface de união entre os incrementos, afetando negativamente as propriedades mecânicas do material (MOHARAM; EL-HOSHY; ABOU-ELENEIN, 2017). Dessa forma, compósitos resinosos de baixa contração, também conhecidos como Bulk Fill, foram desenvolvidos para solucionar essas limitações, possibilitando a inserção de incrementos únicos de até 5 mm para a confecção de restaurações, sem comprometer a eficiência da profundidade de cura (MONTERUBBIANESI *et al.*, 2016).

As resinas Bulk Fill são classificadas de acordo com sua viscosidade, podendo ser fluidas ou de consistência regular. As resinas do tipo fluidas são conhecidas como Bulk Fill Flow e exigem uma cobertura adicional de resina convencional na superfície oclusal da restauração (ISUFI *et al.*, 2016; JAGER *et al.*, 2016). Estudos realizados por Lempel *et al.* (2016), Han e Park (2016) comprovaram que a contração de polimerização das resinas Bulk Fill de baixa e alta viscosidade apresentam menores valores de tensão, equivalendo ou

superando as resinas convencionais. Yildirim *et al.* (2017) demonstraram que a elevada translucidez de cor associada às condições adequadas de fotoativação das resinas Bulk Fill Flow permite que a luz incida atingindo profundidades de até 4 mm, assegurando a cura do material e mantendo suas propriedades desejáveis.

No presente estudo, foi avaliado o Módulo de Elasticidade (E) e a Microdureza Vickers (HV) de três diferentes tipos de resinas compostas Bulk Fill Flow, a fim de determinar qual compósito apresenta as propriedades mecânicas mais satisfatórias. Observou-se que a resina SureFil SDR+ Flow obteve o melhor comportamento mecânico comparado as demais resinas testadas, apresentando as médias de microdureza Vickers equivalente a 54,41 N/mm² e módulo de elasticidade igual a 10,32 GPa. Esse resultado corroborou com os dados encontrados no estudo de Czasch e Ilie (2013), no qual a resina SureFil SDR+ Flow também se destacou como o melhor compósito avaliado, com HV= 55,1-61,1 N/mm² e E=10,6-12,2 GPa. Em contrapartida, os estudos de Alkudhairy (2017) e Amaral (2015) mostraram que a resina SureFil SDR+ Flow obteve os piores valores médios de microdureza.

Neste trabalho, a resina Opus Bulk Fill Flow caracterizou-se como o compósito menos resistente ao desgaste intraoral, devido às baixas médias de microdureza Vickers e módulo de elasticidade analisadas, estando de acordo com a pesquisa realizada por Pereira (2017), que constatou o pior comportamento mecânico para esta resina. Resultados semelhantes também foram encontrados nos experimentos feitos por Brunelli (2018) e Santin (2019), que avaliaram as propriedades de várias resinas compostas e observaram que a Opus Bulk Fill Flow obteve valores indesejáveis para a microdureza.

A análise comparativa dos valores de microdureza Vickers neste estudo revelou diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos testados, onde o compósito SureFil SDR+ Flow apresentou média (54,41 N/mm²) superior as resinas Filtek Bulk Fill Flow (49,94 N/mm²) e Opus Bulk Fill Flow (40,87 N/mm²), sendo SF > FBF > OBF. Uma pesquisa realizada por Fronza *et al.* (2015) demonstrou médias semelhantes para as resinas SureFil SDR+ Flow e Filtek Bulk Fill Flow, expressando HV igual a 52,9 N/mm² e 46,2 N/mm², respectivamente. Os trabalhos de Filgueira (2018) e Nascimento *et al.* (2018) estão de acordo que a resina SureFil SDR+ Flow possui melhor propriedade de microdureza comparada às resinas FBF e OBF. Entretanto, o compósito Opus Bulk Fill Flow apresentou valores médios de microdureza superiores ao da resina Filtek Bulk Fill Flow.

O teste de microdureza é considerado como o melhor método indireto para avaliar o grau de conversão e a profundidade de polimerização das resinas compostas (REIS *et al.*, 2017). Quanto maior o grau de conversão, menor a porcentagem de monômeros residuais e melhores as propriedades e biocompatibilidade do material (YAP; PANDYA; TOH, 2016). Gonçalves *et al.* (2018) afirmaram que várias estratégias foram utilizadas pelos fabricantes para tentar aumentar a profundidade de polimerização, entre as quais se destaca o aumento do tamanho das partículas de carga que resulta em menor dispersão e maior transmissão de luz. Tal afirmação justifica os valores decrescentes de microdureza entre os grupos SF, FBF e OBF, que apresentam partículas com até 10 µm, 5 µm e 0,7 µm, respectivamente.

Com relação ao módulo de elasticidade, os dados desta pesquisa revelaram diferenças estatisticamente significativas entre a resina SureFil SDR+ Flow, com média equivalente a 10,32 GPa, das resinas Filtek Bulk Fill Flow e Opus Bulk Fill Flow, com valores médios semelhantes de 9,01 GPa e 8,7 GPa, respectivamente, sendo SF > FBF = OBF. Arias (2018) avaliou grupos de resinas compostas e observou que a resina Filtek Bulk Fill Flow obteve os menores valores de módulo de elasticidade, com média igual a 8,6 GPa e similar ao achado para a resina OBF desta pesquisa.

Um estudo com três tipos de resinas compostas diferentes realizado por Fares *et al.* (2005) mostrou que o compósito SureFil SDR+ Flow possuía a maior porcentagem de carga inorgânica em sua composição e obteve a melhor média (E= 12,70 GPa), comparada as

demais resinas testadas. Tal resultado corroborou com os achados do trabalho de Gonçalves, Kawano e Braga (2010), no qual afirmaram que a quantidade e o tamanho das partículas de carga de uma resina determinam suas propriedades físico-químicas. Desse modo, quanto maior o percentual de carga inorgânica, maiores são os valores de resistência e módulo de elasticidade, e menor a contração de polimerização do material.

Conforme os estudos de Turbino *et al.* (2011), a dureza tem sido aplicada para o conhecimento de propriedades relacionadas com a composição, grau de polimerização e degradação superficial da resina. Além de ser utilizada para prever a habilidade do compósito em abrasionar ou ser abrasionado pela estrutura dental antagonista e por outros materiais. El-Safty *et al.* (2012) concluíram que o módulo de elasticidade alto é desejável para resistir às deformações e fraturas de cúspides. Logo, em áreas de contato oclusal, materiais com baixo módulo deformam mais sob estresse mastigatório, podendo causar grandes falhas. Levando em consideração todas as pesquisas analisadas, pode-se afirmar a importância de conhecer as propriedades mecânicas dos materiais, viabilizando a qualidade e longevidade dos tratamentos restauradores.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que:

- A resina SureFill SDR Flow (*Dentsply*) apresentou valor significativamente superior de Módulo de Elasticidade comparado aos valores das resinas Filtek Bulk Fill Flow (*3M ESPE*) e Opus Bulk Fill Flow (*FGM*), que apresentaram médias aproximadas entre si;
- Com relação aos valores de Microdureza Vickers, a resina SureFill SDR Flow (*Dentsply*) também apresentou o melhor resultado comparado aos das resinas Filtek Bulk Fill Flow (*3M ESPE*) e Opus Bulk Fill Flow (*FGM*), que apresentaram médias significativamente diferentes entre si;
- A resina Opus Bulk Fill Flow (*FGM*) revelou os menores valores de Módulo de Elasticidade e Microdureza Vickers, caracterizando-se como o compósito resinoso menos resistente ao desgaste intraoral;
- Devido ao excelente comportamento mecânico apresentado pela resina SureFill SDR Flow (*Dentsply*), em comparação as demais resinas testadas, este compósito constitui o material restaurador com melhores propriedades mecânicas e, conseqüentemente, o mais resistente às deformações oclusais provenientes dos estresses mastigatórios.

REFERÊNCIAS

ALKHUDHAIRY, F. I. The effect of curing intensity on mechanical properties of different bulk-fill composite resins. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry**. v. 9, p.1-6, Feb, 2017.

AMARAL, F. R. **Influência dos procedimentos abrasivos e erosivos sobre a microdureza, rugosidade superficial e alteração de massa de diferentes compósitos**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de concentração: Dentística

Restauradora – Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2015.

ARIAS, E. P. S. **Avaliação do grau de conversão, dureza e módulo de elasticidade de resinas compostas bulk fill.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Dentística Restauradora – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2018.

BAYRAKTAR, Y.; ERCAN, E.; HAMIDI, M. M.; ÇOLAK, H. One- year clinical evaluation of different types of bulk- fill composites. **Journal of Investigative and Clinical Dentistry.** v. 8, n. 2, May, 2017.

BEHERY, H.; EL-MOWAFY, O.; EL-BADRAWY, W.; SALEH, B.; NABIH, S. Cuspal Deflection of Premolars Restored with Bulk-Fill Composite Resins. **Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry.** v. 28, n. 2, p.122-130, Mar-Apr, 2016.

BENETTI, A. R.; PEUTZFELDT, A.; LUSSI, A.; FLURY, S. Resin composites: Modulus of elasticity and marginal quality. **J Dent.** v. 42, n. 9, p.1185-92, Sep, 2014.

BRUNELLI, A. P. F. B. **Efeito da associação de ciclos erosivos e abrasivos na rugosidade e dureza de compósitos convencionais e Bulk fill.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Dentística – Universidade de Taubaté. São Paulo, 2018.

CHEN, H.; CAI, L. X. Theoretical Conversions of Different Hardness and Tensile Strength for Ductile Materials Based on Stress–Strain Curves. **Metallurgical and Materials Transactions A.** v. 49A, n. 4, p. 1090–1101, Apr, 2018.

CHESTERMAN, J.; JOWETT, A.; GALLACHER, A.; NIXON P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. **British Dental Journal.** v. 222, n. 5, p. 337–44, Mar, 2017.

CZASCH, P.; ILIE, N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. **Clin Oral Invest.** v. 17, p. 227–235, 2013.

EL-SAFETY, S.; AKHTAR, R.; SILIKAS, N.; WATTS, D. C. Nanomechanical Properties of Dental Resin-Composites. **Dent Mater.** v. 28, n. 12, p. 1292-1300, Dec, 2012.

FARES, N. H.; FILHO, H. N.; PACHECO, I. B.; COUTINHO, K. Q.; NAGEM, H. D. Resistência flexural e módulo de Elasticidade da resina composta. **Rev. de Clín. Pesq. Odontol.** v.2, n.1, 2005.

FILGUEIRA, P. T. D. F. **Avaliação do grau de conversão e microdureza de resinas de preenchimento**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Dentística/ Endodontia – Faculdade de Odontologia da Universidade de Pernambuco. Camaragibe – Pernambuco, 2018.

FRONZA, B. M. **Avaliação de propriedades físico-químicas de compósitos resinosos bulk-fill**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Dentística – Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba, 2015.

FRONZA, B. M.; AYRES, A.; PACHECO, R. R.; RUEGGERBERG, F. A.; DIAS, C.; GIANNINI, M. Characterization of Inorganic Filler Content, Mechanical Properties, and Light Transmission of Bulk-fill Resin Composites. **Oper Dent**. v. 42, n. 4, p.445-455, Jul-Aug, 2017.

GONÇALVES, F.; CAMPOS, L. M. P.; RODRIGUES-JÚNIOR, E. C.; COSTA, F. V.; MARQUES, P. A.; FRANCCI, C. E.; BRAGA, R. R.; BOARO, L. C. C. A comparative study of bulk-fill composites: degree of conversion, post-gel shrinkage and cytotoxicity. **Brazilian Oral Research**. v. 32, p. 1-9, 2018.

GONÇALVES, F.; KAWANO, Y.; BRAGA, R. R. Contraction Stress Related to Composite Inorganic Content. **Dent Mater**. v. 26, n. 7, p. 704-9, Jul, 2010.

HAN, S. H.; PARK, S. H. Comparison of Internal Adaptation in Class II Bulk-fill Composite Restorations Using Micro-CT. **Oper Dent**. v. 42, n. 2, p.203-214, Mar/Apr, 2017.

HANNIGAN, A.; LYNCH, C. D. Statistical methodology in oral and dental research: pitfalls and recommendations. **Journal of Dentistry**, v. 41, n. 5, p. 385-392, 2013.

HIRATA, R.; KABBACH, W.; DE 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.335-43, Nov-Dec, 2015.

ISSA, Y.; WATTS, D. C.; BOYD, D.; PRICE, R. B. Effect of curing light emission spectrum on the nanohardness and elastic modulus of two bulk-fill resin composites. **Dent Mater**. v. 32, n. 4, p. 535-50, Apr, 2016.

ISUFI, A.; PLOTINO, G.; GRANDE, N. M.; IOPPOLO, P.; TESTARELLI, L.; BEDINI, R.; AL-SUDANI, D.; GAMBARINI, G. Fracture resistance of endodontically treated teeth

restored with a bulkfill flowable material and a resin composite. **Ann Stomatol (Roma)**. v. 7, n. 1-2, p.4-10, Jan-Jun, 2016.

JAGER, S.; BALTHAZARD, R.; VINCENT, M.; DAHOUN, A.; MORTIER, E. Dynamic Thermo-Mechanical Properties of Various Flowable Resin Composites. **J Clin Exp Dent**. v. 8, n. 5, p.534-539, Dec, 2016.

KELIĆ, K.; MATIĆ, S.; MAROVIĆ, D.; KLARIĆ, E.; TARLE, Z. Microhardness of Bulk-Fill Composite Materials. **Acta Clinica Croatica**. v. 55, n. 4, p. 607–614, Dec, 2016.

KIM, E. H.; JUNG, K. H.; SON, S. A.; HUR, B.; KWON, Y. H.; PARK, J. K. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. **Restorative Dentistry & Endodontics**. v. 40, n. 2, p.128-135, May, 2015.

KIM, R. J.; KIM, Y. J.; CHOI, N. S.; LEE, I. B. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. **Journal of Dentistry**. v. 43, n. 4, p.430-439, Apr, 2015.

KUMAGAI, R. Y.; ZEIDAN, L. C.; RODRIGUES, J. A.; REIS, A. F.; ROULET, J. F. Bond Strength of a Flowable Bulk-fill Resin Composite in Class II MOD Cavities. **J Adhes Dent**. v. 17, n. 5, p.427-32, Aug, 2015.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

LEMPEL, E.; CZIBULYA, Z.; KOVÁCS, B.; SZALMA, J.; TÓTH, A.; KUNSÁGI-MÁTÉ, S.; VARGA, Z.; BÖDDI, K. Degree of Conversion and BisGMA, TEGDMA, UDMA Elution From Flowable Bulk Fill Composites. **Int J Mol Sci**. v. 17, n. 5, p.732, May, 2016.

LI, X.; PONGPRUEKSA, P.; VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCK, J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. **Journal of dentistry**. v. 43, n. 6, p.664-72, Jun, 2015.

LIU, M.; LIN, J. Y.; LU, C.; TIEU, K. A.; ZHOU, K.; KOSEKI, T. Progress in Indentation Study of Materials via Both Experimental and Numerical Methods. **Crystals**. v. 7, n. 10, p. 258, 2017.

MILETIC, V.; PONGPRUEKSA, P.; DE MUNCK, J.; BROOKS, N. R.; VAN MEERBEEK, B. Curing characteristics of flowable and sculptable bulk-fill composites. **Clinical Oral Investigations**. v. 21, n. 4, p.1201-1212, May, 2017.

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, n. 2, p.266-271, Feb, 2017.

MONTERUBBIANESI, R.; ORSINI, G.; TOSI, G.; CONTI, C.; LIBRANDO, V.; PROCACCINI, M.; PUTIGNANO, A. Spectroscopic and Mechanical Properties of a New Generation of Bulk Fill Composites. **Front Physiol**. v. 7, p.652, Dec, 2016.

NASCIMENTO, A. S.; LIMA, D. B.; FOOK, M. V. L.; ALBUQUERQUE, M. S.; LIMA, E. A.; SABINO, M. A.; BORGES, S. M. P.; FILGUEIRA, P. T. D.; SOUSA, Y. C.; BRAZ, R. Physicomechanical characterization and biological evaluation of bulk-fill composite resin. **Braz. Oral Res**. v. 32, p. 107, 2018.

PEREIRA, A. C. **Influência da profundidade e de um processo de envelhecimento acelerado em propriedades de resinas Bulk Fill**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Biomateriais e Biologia Oral – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

REIS, A. F.; VESTPHAL, M.; AMARAL, R. C.; RODRIGUES, J. A.; ROULET, J.-F.; ROSCOE, M. G. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. **Brazilian Oral Research**. v. 31, p. 37-48, 2017.

RODRIGUES-JUNIOR, E. C. **Estudo de propriedades de resinas compostas bulk fill**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Biomateriais e Biologia Oral – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

ROTHMUND, L.; REICHL, F-X.; HICKEL, R.; STYLLOU, P.; STYLLOU, M.; KEHE, K.; YANG, Y.; HÖGG, C. Effect of Layer Thickness on the Elution of Bulk-Fill Composite Components. **Dent Mater**. v. 33, n. 1, p.54-62, Jan, 2017.

SANTIN, D. C. **Influence of volume and thickness on shrinkage stress and depth of cure of conventional and bulk fill composites**. Dissertação (Mestrado) – Área de concentração: Dentística – Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo. Bauru, 2019.

TALUKDER, M. F. H.; HOSSAIN, M.; MORAL, M. A. A. Clinical evaluation of bulk-fill composite resin and layered composite resin restoration in class I cavity of permanent molar teeth. **Bangabandhu Sheikh Mujib Medical University Journal**. v. 11, n. 1, p. 29-33, 2018.

TSUJIMOTO, A.; BARKMEIER, W. W.; TAKAMIZAWA, T.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high

viscosity bulk-fill giomers and resin composites. **Dental Materials Journal**. v. 36, n. 2, p.205-213, Mar, 2017.

TURBINO, M. L.; BELAN, L. C.; SOPRANO, V.; RODE, K. M.; LLORET, P. R.; YOUSSEF, M. N. Argon ion laser curing depth effect on a composite resin. **Lasers in Medical Science**. v. 26, p. 421-25, 2011.

VAN DIJKEN, J. W.; PALLESEN, U. Randomized 3-year clinical evaluation of class I and II posterior resin restorations placed with a bulk-fill resin composite and a one-step self-etching adhesive. **J Adhes Dent**. v. 17, n. 1, p.81-88, Feb, 2015.

VAN ENDE, A.; DE MUNCK, J.; LISE, D. P.; VAN MEERBEEK, B. Bulk-fill Composites: A Review of the Current Literature. **J Adhes Dent**. v. 19, n. 2, p. 95–109, 2017.

VELOSO, S. R. M.; LEMOS, C. A. A.; DE MORAES, S. L. D.; DO EGITO VASCONCELOS, B. C.; PELLIZZER, E. P.; DE MELO MONTEIRO, G. Q. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Oral Investigations**. v. 23, n. 1, p. 221–233, Jan, 2019.

YAP, A. U. J.; PANDYA, M.; TOH, W. S. Depth of Cure of Contemporary Bulk-Fill Resin-Based Composites. **Dent Mater J**. v. 35, n. 3, p. 503-10, 2016.

YAZICI, A. R.; ANTONSON, S.A.; KUTUK, Z. B.; ERGIN, E. Thirty-Six-Month Clinical Comparison of Bulk-fill and Nanofill Composite Restorations. **Operative Dentistry**. v. 42, n. 5, p.478-85, Sep-Oct, 2017.

YEOLEKAR, T. S.; CHOWDHARY, N. R.; MUKUNDA, K. S.; KIRAN, N. K. Evaluation of Microleakage and Marginal Ridge Fracture Resistance of Primary Molars Restored with Three Restorative Materials: A Comparative in vitro Study. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**. v. 8, n. 2, p. 108-13, May-Aug, 2015.

YILDIRIM, T.; AYAR, M. K.; AKDAG, M. S.; YESILYURT, C. Radiopacity of Bulk Fill Flowable Resin Composite Materials. **Niger J Clin Pract**. v. 20, n. 2, p.200-204, Feb, 2017.

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.

AGRADECIMENTOS

Minha eterna gratidão a **Deus Pai** todo poderoso, fonte de infinita misericórdia e sabedoria, que me amou primeiro, concedendo-me o dom da vida e as mais lindas bênçãos e vitórias até aqui; que me livrou de tantos males, confortou meu coração nos momentos mais difíceis e me ajudou a superar todos os obstáculos com perseverança. Obrigada Pai, por ter me agraciado com a vocação de exercer essa profissão belíssima que encanta a alma, transforma vidas, eleva a autoestima e restaura sorrisos.

À **Nossa Senhora**, minha Mãezinha e porta do céu, por ser diariamente minha mediadora em todas as circunstâncias, intercedendo pelos planos que o Senhor confiou a minha vida. Gratidão por todo o seu amparo, zelo e proteção, e por sempre rogar a Deus por mim.

À minha mãe, **Francineide Guimarães**, meu exemplo diário de fé, amor e muita dedicação. Ela que é meu alicerce e a pessoa mais importante da minha vida; uma mãe excepcional, responsável pela formação do meu caráter e realização dos meus sonhos; uma mulher forte, humilde e batalhadora, que a todo o momento me encorajou a lutar e nunca desistir dos meus objetivos; uma confidente e amiga fiel, disposta a ouvir, ajudar e orientar com os melhores conselhos; além de tudo, minha eterna professora, uma referência de profissional que propaga com maestria e excelência seus conhecimentos, sempre paciente, exigente e muito generosa, digna de toda a minha admiração. Mãe, só tenho a agradecer a Deus pelo privilégio de ser sua filha, fruto dos seus cuidados, e por todas as condições que a senhora me proporcionou para ter uma boa educação e ser uma futura Cirurgiã-Dentista. Meu amor por você é maior que eu mesma!

Ao meu pai, **Abrahão Lincoln**, um homem simples e trabalhador, que sempre me mostrou a importância dos estudos e o valor de todos os esforços para conquistar grandes coisas na vida. Sou grata por todas as palavras sábias, de carinho e otimismo que me foram transmitidas com doçura ao longo dessa trajetória; pelas inúmeras vezes que o senhor acreditou no meu potencial, apoiou as minhas decisões e esteve ao meu lado, incentivando meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada por todo auxílio e bem-querer, te amo muito, pai!

À minha irmã, **Caroline Lincoln**, uma mulher guerreira, ousada e destemida, que a todo o momento me deu suporte para enfrentar as adversidades e provações da vida com bastante foco e determinação. Carol, você é sinônimo de persistência e superação, minha metade e fonte inesgotável de inspiração pra mim. Saiba que tenho muito orgulho de você e me espelho diariamente na sua força de vontade para correr atrás dos meus propósitos. Gratidão pela nossa irmandade, eu te amo!

À todos os **professores e funcionários** das séries iniciais, do ensino médio e superior que contribuíram para a minha formação como ser humano e profissional. Eu agradeço a vocês por todos os ensinamentos doados com empenho, amor e muita competência ao longo dessa jornada. Parabéns professores pela capacidade de exercer com talento e sabedoria essa profissão tão admirável que estimulou minha busca pelo conhecimento e por novas habilidades; que incentivou meu crescimento e o gosto pelo aprendizado; e direcionou meus passos para os melhores caminhos.

Em especial, agradeço a minha orientadora **Prof^ª. Darlene Cristina** e a minha co-orientadora **Prof^ª. Waldênia Pereira** por terem assumido com responsabilidade e carinho essa pesquisa, confiando em mim e, sobretudo, me acolhendo e ajudando em todas as etapas do trabalho até a conclusão. Obrigada pela oportunidade, por toda paciência e colaboração! Agradeço também as professoras **Criseuda Maria** e **Denise Nóbrega** por terem aceitado o convite para compor a banca examinadora na defesa do meu TCC, bem como pela amizade e por todas as orientações que me foram dadas ao longo da graduação.

Ao meu querido amigo, **Arthur Antonio**, minha dupla de clínica e de toda a graduação, que vivenciei comigo todos os altos e baixos da vida acadêmica, esteve ao meu lado nas situações mais difíceis, engraçadas e desafiadoras, bem como nas grandes mudanças que ocorreram ao longo desse tempo. Sou grata pela nossa parceria que deu muito certo, pela relação de confiança, respeito, união e reciprocidade que tivemos um com o outro, e principalmente por tudo que eu pude aprender contigo. Arthur, muito obrigada por ter acreditado no meu potencial, torcido e vibrado pelas minhas realizações. Tenho certeza que serás um profissional brilhante e com muito sucesso. Você mora no meu coração!

Aos meus **familiares** e **amigos** que sempre estiveram presentes e dispostos a ajudar a todo o momento no que fosse preciso, pelo companheirismo, amparo e, sobretudo, por acreditarem na realização do meu sonho. Em particular, agradeço aos meus amigos da graduação por todos os momentos inesquecíveis que compartilhamos juntos durante essa jornada, das angústias, dificuldades e superações aos mais sinceros sorrisos. Sem dúvidas, vocês tornaram essa caminhada mais leve!

Por fim, meu agradecimento especial aos **pacientes** que foram peça fundamental para o meu aprendizado e influenciaram diretamente na minha escolha de seguir a diante no sonho de ser uma profissional da área de saúde. Obrigada por toda confiança e pelo compromisso durante todos os atendimentos, com certeza todas as trocas que houve na prática foram essenciais para a minha formação como Cirurgiã-Dentista humanizada!