

Avaliação da dureza Vickers de resinas tipo Bulk Fill: estudo *in vitro*

Gabrieli Siveira Dalcin
Karen da Rosa Gallas
Éverton dos Santos Ribeiro

RESUMO

Este estudo teve como objetivo verificar a dureza Vickers superficial e profunda de duas resinas compostas tipo flow. As amostras foram divididas em dois grupos: um grupo para resina composta de incremento único, Filtek Bulk Fill Flow e outro para resina composta convencional, Filtek Z350 XT Flow. Foram confeccionados 30 corpos de prova, 15 para cada grupo. Estes corpos de prova foram submetidos a um durômetro metalográfico para verificação da dureza Vickers. Para análise estatística dos resultados foi utilizado o teste t Student e o teste Anova, demonstrando que a média de dureza da resina tipo bulk no topo foi de $26,08 \pm 2,04$, e dureza no base de $18,58 \pm 3,19$ e para a resina Z350 a média de dureza no topo foi de $43,15 \pm 2,79$ e na base de $21,89 \pm 4,36$. Obtendo valores de p tanto entre os grupos quanto dentro dos grupos $\leq 0,05$. Conclui-se que a resina composta Filtek Z350 Flow, apresentou dureza Vickers superior à resina Filtek Bulk Flow, tanto na parte superficial quanto na parte profunda, porém sua correlação entre superficial e profunda foi de 51%. Já o material de incremento único obteve melhor resultado nesta correlação, 71%.

Palavras-chave: resinas compostas; testes de dureza; polimerização.

Evaluation of Vickers Hardness the Bulk Fill Type Resins: *In vitro* study

ABSTRACT

This study aimed to verify the superficial and deep Vickers hardness of two flow type composite resins. The samples were divided into two groups: a single increment composite resin group, Filtek Bulk Fill Flow and another for conventional composite resin, Filtek Z350 XT Flow. Thirty specimens were prepared, 15 for each group. For the statistical analysis of the results the Student's T test was used, showing that the average hardness of the top bulk resin was 26.08, with a standard deviation of 2.04 and a hardness of 18.58 with standard deviation of 3.19 and for the Z350 resin the average hardness at the top was 43.15, with a standard deviation of 2.89 and at the bottom of 21.89, with a standard deviation of 4.51. Based on the results of this study, it can be concluded that the Filtek Z350 Flow Composite resin presented Vickers hardness superior to Filtek Bulk Flow resin, both in the superficial and deep part, but its correlation between superficial and deep was 51%, while the material of single increment obtained a better result in this correlation, 71%.

Keywords: composite resin; hardness Vickers; polymerization.

Gabrieli Siveira Dalcin – Graduada em Odontologia pela Universidade Luterana do Brasil, Campus Canoas/RS.
Karen da Rosa Gallas – Doutoranda em Odontologia pela Universidade Luterana do Brasil, Campus Canoas/RS.
Éverton dos Santos Ribeiro – Professor Adjunto do Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, Campus Canoas/RS.

Endereço para correspondência: Karen da Rosa Gallas. Endereço: Rua Vieira de Castro, 260 apto 401 – Farroupilha – Porto Alegre/RS – 90040-320. Fone: 51991022976. E-mail: karengallas8@gmail.com

Stomatoss	Canoas	Vol. 24	Nº 47	p.29-41	Jul./Dez. 2018
-----------	--------	---------	-------	---------	----------------

INTRODUÇÃO

A Odontologia sempre buscou o reestabelecimento não só da função, mas também da estética. Isso desde os primórdios, quando se utilizava a resina acrílica para restaurar dentes anteriores, apesar de o material restaurador apresentar uma série de deficiências, como uma alta contração de polimerização, instabilidade na cor e falta de adesividade, gerando infiltração marginal acentuada, possibilitando, assim, recidivas de cárie e a consequente substituição da restauração. Neste momento, já era nítida a necessidade de um material específico para este fim, entretanto, as pesquisas na área tiveram que ser adiadas em virtude da grande guerra mundial.

Em 1955, Buonocore, através de suas observações, sugeriu o condicionamento do esmalte, criando a primeira possibilidade adesiva. Porém, não existia naquele momento um material para ser utilizado com esta nova tecnologia. Foi na década de 60 que Bowen (1962) conseguiu unir a resina acrílica à resina epóxi, surgindo, então, um material restaurador resinoso que apresentava características estéticas. Este material obteve grande sucesso e várias inovações foram agregadas, dentre elas o surgimento de resinas microparticuladas e resinas fotopolimerizáveis. Posteriormente, na década de 80, Nakabayashi (1983) conseguiu a união com a dentina. A partir deste momento, foi possível obter um material branco que apresentava adesividade tanto ao esmalte quanto à dentina.

Mas uma questão permanecia: este material poderia ser utilizado em dentes posteriores? Este questionamento começou a ser respondido com as tentativas de Philips e Yorguensen (1972). Entretanto, somente com o trabalho de Busato et al. (1996) foi comprovado que seria possível restaurar dentes posteriores. Inúmeras possibilidades surgem, como resinas exclusivamente para dentes posteriores, resinas exclusivas para dentes anteriores ou um material que poderia ser utilizado tanto em dentes anteriores como posteriores.

Nos anos 2000, surgem resinas laboratoriais para utilização de forma indireta. Um dos grandes e insistentes problemas deste material é a contração de polimerização, por isto várias pesquisas foram realizadas para tentar sanar tal problema. Dessa forma, em 2005, Weinmann substituiu a base da resina composta de bis-gma para oxirane, material que surgiu no mercado apresentando uma contração de polimerização inferior a 1%. Outra possibilidade seria o aumento da carga inorgânica, e, para que isto fosse possível, seria necessária a diminuição do tamanho da carga. A partir de então, apareceu a nanotecnologia, apresentando as resinas nanoparticuladas, cuja técnica visava à utilização de pequenos incrementos, 2mm cada. Uma desvantagem é que a técnica incremental aumenta significativamente o tempo de trabalho.

Com a intenção de diminuir o tempo de trabalho e facilitar a utilização, principalmente em cavidades profundas, foi criado um material chamado de Bulk, que são as resinas de incremento único.

Inicialmente são apresentadas como materiais de base para restaurações, tipo flow. Em geral, estes materiais necessitam de uma cobertura de aproximadamente 1mm de uma resina convencional e podem ser utilizados em profundidades de 4mm. Acrescenta-se que podem ser apresentados na forma de massa, quando não necessitam de cobertura e podem ser utilizados a uma profundidade de 5mm.

Com base no exposto, esta pesquisa laboratorial *in vitro* tem por objetivo verificar o grau de conversão de duas resinas compostas com consistência Flow, sendo proposto, para tanto, a utilização do teste de microdureza Vickers na camada superficial e na base.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram escolhidas para este estudo as resinas compostas de uso direto e de baixa viscosidade Filtek Bulk Fill Flow (3M ESPE do Brasil) e Filtek Z350 XT Flow (3M ESPE do Brasil). A resina Bulk Fill, utilizada em incremento único (4mm de espessura), e a resina Z350 utilizada incrementalmente com 2mm de espessura (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização das resinas utilizadas para confecção das amostras.

Resina composta	Características	Composição
Filtek Bulk Fill Flow 3M ESPE do Brasil	Nanoparticulada, Resina composta de uso direto	Partículas de 0,01 a 3,5 μ m, conteúdo total de carga em peso de 64,5% e volume de 42,5%.
Filtek Z350 XT Flow 3M ESPE do Brasil	Nanoparticulada, Resina composta de uso direto	Partículas de tamanho médio de 0,1 a 5,0 μ m, sendo o percentual médio de cargas em peso de 65% e em volume de 46%.

Para este estudo foram confeccionadas 15 amostras da resina Filtek Bulk Fill Flow e 15 amostras da resina Filtek Z350 XT Flow, cor A2, em uma matriz de aço bipartida, especialmente desenvolvida para este estudo, contendo 3mm de diâmetro no fundo, 4mm de diâmetro no topo e 4mm de espessura.

Para isso, sobre uma base metálica, foi posicionada uma superfície metálica, e sobre essa superfície, foi posicionada uma tira de matriz de poliéster. Sobre a tira, colocou-se a matriz de aço externa e, dentro desta, as duas matrizes de aço bipartidas internas para confecção das amostras.

A resina foi inserida no orifício central da matriz interna em incremento único de 4mm, através de ponteiras. Nova tira de matriz de poliéster foi colocada sobre a resina inserida na matriz metálica e sobre ela foi pressionada outra superfície metálica durante cerca de 5 segundos, para obtenção da superfície plana (Figura 1).

Em seguida, a placa metálica foi removida e a fotopolimerização foi realizada, onde a ponta do fotopolimerizador é colocada sobre a tira de matriz de poliéster e sobre a resina, durante o tempo recomendado pelo fabricante de cada resina (40 segundos), utilizando-se um fotopolimerizador LED com potência de 600 a 800mW/cm² (LD Max Gnatus, São Paulo, Brasil).

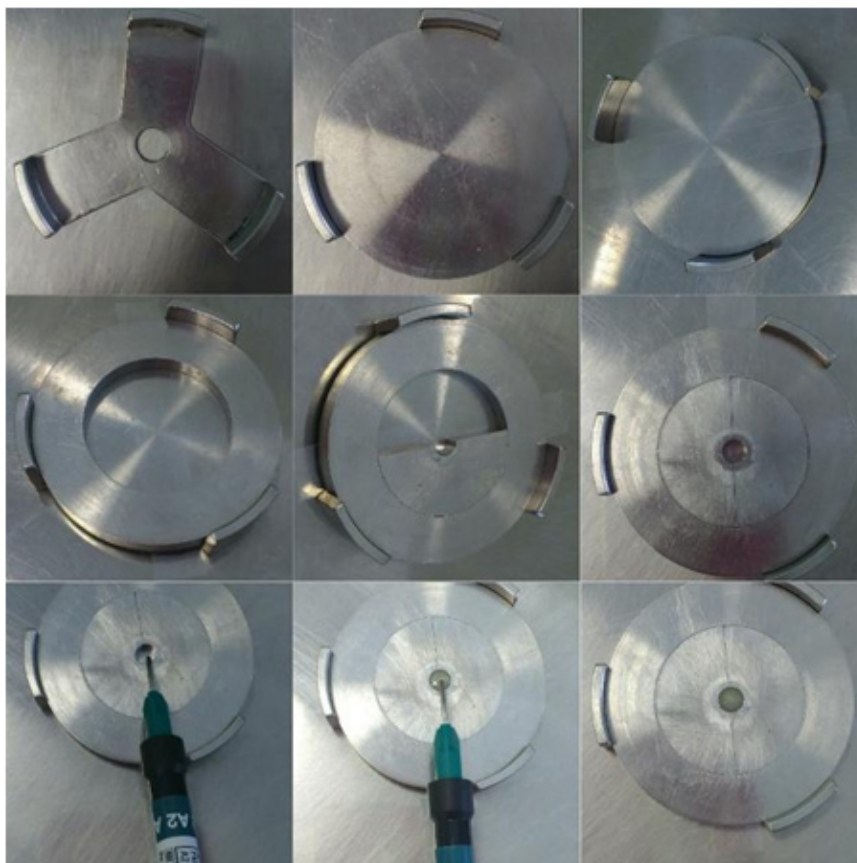


Figura 1 – Confeção das amostras da resina Filtek Bulk Fill Flow, utilizando matriz de aço inoxidável.

Logo após, é removida parte por parte da estrutura dessa matriz de aço inoxidável, e removida a amostra de resina já polimerizada, para identificação da superfície de base e de topo, a superfície de base é contida de 3mm de diâmetro, enquanto a superfície de topo, é contida por 4mm de diâmetro, ou seja, a superfície de base é menor que a superfície de topo. Para fotopolimerizar o material resinoso foi utilizado o aparelho fotopolimerizador (com ponteira) (Figura 2).

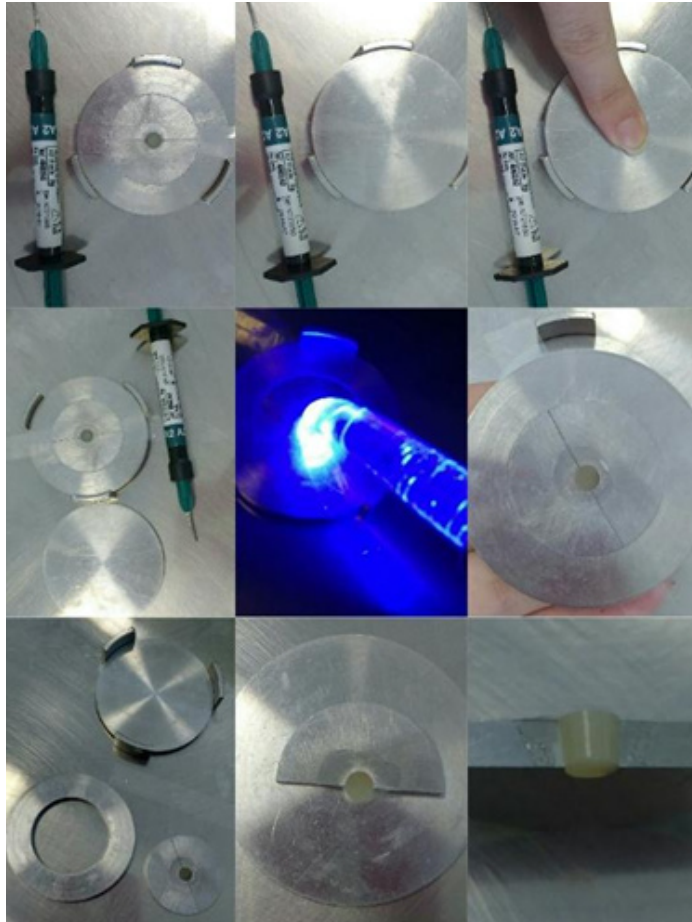


Figura 2 – Etapa final da confecção das amostras da resina filtek Bulk Fill Flow e amostra pronta.

A resina Filtek Bulk Fill Flow, é um produto concebido para ser polimerizado por exposição a uma luz halógena ou LED com uma intensidade mínima de $550\text{mW}/\text{cm}^2$ em um comprimento de onda de $400\text{-}500\text{nm}$. Polimeriza-se cada incremento expondo toda a sua superfície a uma fonte de luz visível a alta intensidade. Deve-se manter a ponteira do fotopolimerizador tão próxima quanto possível da restauração, durante a exposição à luz. Depois disso, as amostras foram colocadas em invólucros pretos, à temperatura ambiente, livres de luz, com 10ml de água destilada, onde ficaram por 24 horas até serem entregues ao técnico responsável pelo laboratório industrial de Polímeros da Universidade Luterana do Brasil.

Os corpos-de-prova foram posicionados sobre uma base fixada no aparelho de teste de microdureza da marca Insize, equipado com diamante Vickers, onde manualmente

posiciona-se o microscópio, escolhendo a melhor área a ser realizada as medições de dureza que deve ser plana e sem elevações. Após, aproxima-se o microscópio do corpo-de-prova, seleciona a área a ser medida e em seguida posiciona-se a ponta de diamante Vickers do aparelho de microdureza sobre a área a ser medida, realizando-se assim as medições de dureza Vickers do corpo-de-prova, permanecendo de 10 a 15 segundos (Figura 3).

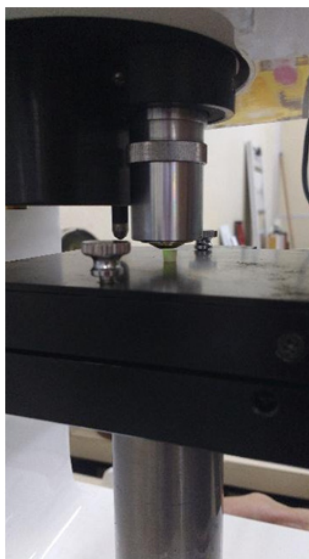


Figura 3 – Corpo-de-prova posicionado no aparelho de microdureza Vickers para visualização e determinação da área a ser medida.

Os resultados são mostrados digitalmente na tela do aparelho com os valores obtidos (Figura 4). Foram realizadas três medições em cada superfície, três medições na superfície de topo e três medições na superfície de base, sendo a primeira medição no centro e outras duas laterais, anotando os valores obtidos em uma planilha de Excel. As medidas de microdureza foram obtidas em unidade Vickers: HV. Em seguida foram calculadas as médias de microdureza de cada superfície para a realização da análise estatística.

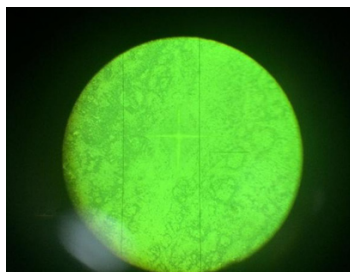


Figura 4 – Imagem em uma visão microscópica da lente do aparelho de teste de microdureza.

Para obtenção dos resultados, os valores de média foram considerados como variável dependente para a análise estatística. As variáveis independentes ‘relação base/topo da microdureza das resinas compostas’ e ‘resinas compostas Bulk e Z350’, foram comparadas entre si utilizando análise de variância e pela análise percentual, considerando diferença estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$, e 80% para uma microdureza aceitável, comparando as camadas superficial e profunda.

Para análise estatística, foram utilizados os testes ANOVA e teste t student, com uma significância de 95%, $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Foram avaliadas as médias e desvio-padrão das duas resinas compostas, Z350 e Bulk Fill, tanto no topo quanto na base (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios e desvio-padrão da microdureza de base e topo das resinas compostas Bulk e Z350.

Resina	Média em VHN
Bulk topo	26,08 ± 2,04
Bulk base	18,58 ± 3,19
Z350 topo	43,15 ± 2,79
Z350 base	21,89 ± 4,36

A média da dureza de cada superfície foi medida e, após, foi calculado o desvio padrão. Também foi comparado o grau de conversão entre o topo e a base, com isto criando uma relação em percentual nas diferentes profundidades (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios, desvio-padrão e relação base/topo da microdureza das resinas compostas Bulk Fill e Z350.

Resina	Topo Média	Base Média	Relação Base/topo	P
Bulk Fill	26,08 ± 2,04	18,58 ± 3,19	0,71	,000
Filtek Z350	43,15 ± 2,79	21,89 ± 4,36	0,51	,000
P	,000	,002		

Inicialmente com o teste ANOVA foi possível verificar que existe diferença significativa tanto entre os grupos quanto dentro dos grupos, pois o valor de $p \leq 0,05$.

A resina Z350 apresentou o maior valor médio de microdureza Vickers em suas camadas superficial e profunda (superficial: 43,15 e profunda: 21,89), com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,00$ para ambas) em relação a resina Bulk Fill em suas camadas superficial e profunda (superficial: 26,08 e profunda: 18,58) utilizadas neste

estudo. A resina Z350 está com 51% de polimerização na camada profunda, enquanto que a resina Bulk está com 71% de polimerização na camada profunda, ambas em relação a parte superficial.

Inicialmente foi feita a análise entre todos os grupos: grupo Bulk Fill, grupo Z350, topo e base, com isto fica claro que existe uma diferença significativa.

Tabela 3 – Teste ANOVA entre os grupos.

RESUMO							
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>			
bulk topo	15	391,0	26,0	4,1			
bulk base	15	278,6	18,5	10,1			
Z350 topo	15	647,2	43,1	8,3			
z350 base	15	328,3	21,8	20,3			

ANOVA							
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	
Entre grupos	5371,5	3	1790,5	166,2	0,00	2,7	
Dentro dos grupos	603,0	56	10,7				
Total	5974,6	59					

Na Tabela 4 foi utilizado o teste ANOVA para demonstrar que existe diferença significativa no grau de conversão da resina Z350 quando comparado o topo com a base.

Tabela 4. Teste ANOVA dentro do grupo Z350

RESUMO				
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância.</i>
z350 topo	15	647,2	43,1	8,3
z350 base	15	328,3	21,8	20,3

ANOVA		
<i>Fonte da variação</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Dentro do grupo	0,00	4,1

A Tabela 5 demonstra o grau de conversão da resina Bulk Fill quando se compara o topo com a base, mostrando que existe significância estatística.

Tabela 5 – Teste ANOVA dentro do grupo Bulk Fill.

RESUMO				
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
bulk topo	15	391,0	26,0	4,1
bulk base	15	278,6	18,5	10,

ANOVA		
Fonte da variação	valor-P	F crítico
Dentro do grupo		4,1

Através do teste *t student*, verificou-se que a microdureza média em base foi significativamente menor do que em topo, independentemente do material. Na base, as medidas de dureza foram menores para a profundidade de 4mm, também fica demonstrado que existe diferença significativa, seja no mesmo grupo ou quando comparados entre si (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores p no teste t.

Resina	Topo Média	Base Média	p
Bulk Fill	26,08 ± 2,04	18,58 ± 3,19	,000
Filtek Z350	43,15 ± 2,79	21,89 ± 4,36	,000
P	,00	,03	

Tabela 7 – Teste *t student* dentro do grupo Bulk Fill.

Teste t: duas amostras presumindo variâncias diferentes.

	Bulk t	Bulk b
Média	26,07	18,5
Variância	4,1	10,1
P(T<=t) bicaudal	0,00	
t crítico bicaudal	2,0	

Tabela 8 – Teste *t student* dentro do grupo Z350.

Teste t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	Z350 t	Z350 b
Média	43,11	21,8
Variância	8,3	20,3
P(T<=t) bicaudal	0,00	
t crítico bicaudal	2,02	

Tabela 9 – Teste *t student* entre os grupos de topo.

Teste t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	<i>Bulk t</i>	<i>Z350 t</i>
Média	26,07	43,11
Variância	4,14	8,39
P(T<=t) bicaudal	0,00	
t crítico bicaudal	2,03	

Tabela 10 – Teste *t student* entre os grupos base.

Teste t: duas amostras presumindo variâncias diferentes

	<i>Bulk b</i>	<i>Z350 b</i>
Média	18,57	21,87
Variância	10,14	20,38
P(T<=t) bicaudal	0,03	
t crítico bicaudal	2,05	

DISCUSSÃO

Desde seu surgimento, as resinas compostas passaram por uma série de melhorias. Nos dias atuais, é possível realizar restaurações com materiais brancos em dentes posteriores com contração de polimerização inferior a 1%, fato este que não se imaginaria na década de 70. A resina composta, graças aos procedimentos adesivos, deveria apresentar um selamento periférico perfeito, porém, o ambiente em que este material está inserido é muito instável, apresentando variações de temperatura que podem chegar a 50°C. Dessa forma, é muito importante que ocorra a polimerização do material resinoso em toda sua extensão, inclusive na porção profunda. Sendo assim, fica claro que o material restaurador apresenta variações volumétricas, expansões e contrações que acabam por gerar microfendas e, nestes espaços, podem ocorrer a penetração de fluidos e microrganismos, causando sérios danos às restaurações, podendo até inviabilizar sua permanência, seja por pigmentações ou recidiva de cáries.

Os materiais restauradores evoluíram, e as resinas compostas passaram a incorporar à sua matriz orgânica outros monômeros, como o UDMA e o Bis-EMA. Resinas com essa composição apresentam um peso molecular maior que as resinas à base de Bis-GMA e TEGDMA. Como consequência, elas apresentam menor quantidade de duplas ligações por unidade de peso, o que capacita o material a apresentar maior grau de conversão quando exposto à luz, bem como menor contração de polimerização e absorção de água. (BAGIS,1997) Esta afirmação concorda com os achados de Loguercio et al. (2001), que relataram que a adição de UDMA em detrimento do TEGDMA promoveu uma melhoria das propriedades mecânicas em relação aos compósitos à base de Bis-GMA, além de apresentarem um maior grau de conversão. Além disso, baixa contração, baixa

viscosidade e translucidez, são características que podem explicar porque a resina Filtek Bulk Fill Flow, que utiliza a tecnologia de nanopartículas, pode ser polimerizada em incrementos únicos de 4mm, obtendo uma menor contração de polimerização devido a sua maior elasticidade. Pela maior fluidez, permite ao profissional um excelente manuseio, aumentando assim a rapidez de trabalho.

Apesar da promessa do fabricante e resultados dos estudos de alguns autores, os quais defendem a proposta deste material ser polimerizado em incrementos únicos de 4mm, os resultados desta pesquisa mostram-se em discordância, visto que, nesse estudo, a polimerização não foi suficientemente alcançada em sua camada mais profunda, ou seja, não atingiu 80% em relação à camada superficial.

De acordo com as condições experimentais utilizadas, verificou-se que a microdureza da superfície de topo e base da resina Filtek Bulk Fill Flow foi menor que da resina Filtek Z350 XT Flow nas duas profundidades. Porém, a resina composta Bulk Fill, estatisticamente, apresentou melhores resultados de microdureza Vickers em relação à resina composta Z350 XT, quando comparando a média entre a base e o topo. Resultados semelhantes foram encontrados por Gonçalves et al. (2018) onde constataram que nem todas as resinas avaliadas são capazes de manter uma conversão homogênea a uma espessura de 4mm e que, portanto, os clínicos devem estar cientes do desempenho e das limitações dos materiais utilizados para alcançar os resultados desejados na prática clínica.

Pode-se constatar ainda que a microdureza não depende do conteúdo de carga, já que a Bulk Fill possui 42,5% em volume de carga e a Z350 possui 46%. Conforme salientado por Flury et al. (2012), à medida que penetra no incremento de resina composta, a luz emitida pelo fotopolimerizador diminui a intensidade, diminuindo o grau de conversão do material restaurador. A dureza superficial não garante, portanto, que ocorreu adequada polimerização nas camadas mais profundas, uma vez que a luz pode tê-las atingido com intensidade insuficiente, deflagrando o processo de polimerização inaceitável.

Em relação à profundidade de 4mm, a microdureza média na superfície de base foi significativamente menor que na superfície de topo independentemente do material, resultados estes que concordam com Flury (2014) e Farahat et al. (2016), os quais afirmam que quanto maior a profundidade, tamanho do incremento, menor é o grau de conversão, relacionado também com a microdureza do material.

É importante considerar, no entanto, que a dureza é dependente de outros fatores inerentes à composição da resina composta (natureza da matriz e da carga) e, portanto, se um material apresenta dureza maior que outro, necessariamente não significa que ele esteja mais polimerizado. A profundidade de polimerização, muitas vezes tida como sinônimo de efetiva polimerização, é fator primordial para o sucesso clínico das restaurações de resina composta, afetando simultaneamente o grau de polimerização do material e suas propriedades físicas.

Contudo, comparando a resina Filtek Z350 XT Flow, com a resina Filtek Bulk Fill Flow, a Z350 apresentou resultados superiores, estatisticamente significativos, em relação à média dos valores de dureza Vickers nas camadas superficial e profunda, o que

pode ser explicado por essa ser criada para utilização incremental de 2mm, com menos elasticidade e podendo ser usada para finalizações de restaurações, ou seja, foi criada para suportar maior carga mecânica/mastigatória. Portanto, essa, se utilizada em incrementos únicos de 4mm pode gerar uma grande contração de polimerização.

Já a resina Bulk Fill Flow, foi desenvolvida para forramentos e bases, não para ser utilizada em finalizações restauradoras, suportando assim, menos carga mecânica/mastigatória; há em sua composição os novos monômeros (UDMA e bisEMA), assim como maior elasticidade, se utilizada em incrementos únicos de 4mm não irá ocorrer grande contração de polimerização, e isso pode ser uma das causas (um dado) dos resultados inferiores. Apesar disso, o seu percentual de polimerização não é aceitável para ser utilizada na altura de 4mm.

A resina Z350 obteve 51% de polimerização na camada profunda em relação à camada superficial, enquanto que a resina Bulk está com 71% de polimerização na camada profunda em relação à camada superficial, o que já é mais próximo do desejável, 80%. A resina Z350 não pode ser utilizada na altura de 4mm, pois polimerizou apenas 51%, resultado muito inferior ao desejável, a Bulk Fill que, apesar de não atingir os 80%, foi a que mais se aproximou, porém com sua média de polimerização de 71%, mas também não poderia ser utilizada em incrementos únicos de 4mm.

Clinicamente, estes resultados sugerem que a fotopolimerização da resina Filtek Bulk Fill Flow, seja superior aos 40 segundos ou sua utilização em incrementos inferiores à 4mm, ou também utilizar intensidade de luz superior a 800mW/cm², para garantir uma perfeita polimerização (Shaymaa et al., 2015; Reis et al., 2017).

Faz-se importante salientar que esse estudo pode apresentar possíveis limitações que influenciam os resultados, o que deve ser considerado, especialmente por ser um estudo *in vitro*.

CONCLUSÃO

A resina composta Filtek Z350 Flow, apresentou dureza Vickers superior a resina Filtek Bulk Flow, tanto na parte superficial quanto na parte profunda, porém sua correlação entre superficial e profunda foi de 51%, já o material de incremento único obteve melhor resultado nesta correlação, 71%.

REFERÊNCIAS

1. Buonocore, WG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials enamel surface. J. Dent Res. 1955; 34:849-53.
2. Bowen, RL. Dental filling material composissing vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate.U.S. Patent nº 3066. Journal America dental association. 1962; feb;72(2):439-445.

3. Nakabayashi, N., Kojima, K., Masuitara, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of biomedical materials research*, 1982;16:265-273.
4. Philips e Yorguensen, R.W. et al. Observations on a composite resin for class II restorations: two-year report. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1972; 28(2):164-169.
5. Busato, A.L.S.; Galan Jr. J. Resina composta em dentes posteriores. *Rev. Gaúcha Odont.*, set./out.1996,34,5,420-4.
6. Weinmann, W.; Thalacker C.; Guggenberger R. Silorane in dental composites. *Dent. Mater.*, 2005,21(1),68-74.
7. Flury, S.; Hayoz S.; Peutzfeldt A.; Hüsler J.; Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials?, *Dent. Mater.*, fev.,2012,(28),521–528.
8. Flury, S.; Peutzfeldt A.; Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulkfill resin composites. *Dent. Mater.*, mai./jul.,2014 (30),1104–1112.
9. Garcia, D.; Yaman P.; Dennison J.; Neiva GF. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk Fill Flowable Composite Resins., *Oper. Dent.*, 2014,39(4),441-448.
10. Bouschlicher, MR.; Rueggeberg FA.; Wilson BM. Correlation of bottom to top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Oper. Dent.*, 2004,29(6),698-704.
11. Alrahlah, A.; Silikas N.; Watts D. C. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent. Mater.*, 2014,(30),149–154.
12. Bucuta, S.; Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin. Oral Invest.*, jan.,2014,(18),1991–2000.
13. Jang, JH.; Park SH.; Hwang IN. Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Oper. Dent.*, 2015,40(2),172-180.
14. Shaymaa, MN.; Lamiaa MM.; Mohamed HZ. Effect of resin thickness, and curing time on the micro-hardness of bulk-fill resin composites. *Clin. Exp. Dent.*, set.,2015, 7(5),600-604.
15. Bağis, YH.; Rueggeberg FA. Mass loss in urethane/TEGDMA– and Bis-GMA/TEGDMA – based resin composites during post-cure heating. *Dent. Mater. Nov.*,1997,13(6),377-80.
16. Loguercio, A. D.; Reis A.; Poskus L. T.; Rodrigues F. L. E.; Busato A. L. S.; Bauer J. R. O. Avaliação de propriedades mecânicas de diferentes resinas compostas. *RBO.*, 2001,58(6), p.35-38.
17. Reis AF, Vestphal M, Amaral RCD, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG; Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017 Aug 28;31(suppl 1): e 59
18. Farahat F, Daneshkazemi AR, Hajiahmadi Z. The Effect of Bulk Depth and Irradiation Time on the Surface Hardness and Degree of Cure of Bulk-Fill Composites. *J Dent Biomater*, 2016;3(3):284-291.
19. Gonçalves Flávia, Campos Luiza Mello de Paiva, Rodrigues-Júnior Ezequias Costa, Costa Fabrícia Viana, Marques Pamela Adeline, Francci Carlos Eduardo et al. A comparative study of bulk-fill composites: degree of conversion, post-gel shrinkage and cytotoxicity. *Braz. oral res.* 2018; 01; 32: e17.