



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 22 – Ano XI – 10/2022
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

Profundidade de polimerização para um compósito “*bulk* *fil*”

Yure Gonçalves Gusmão
Mestre e Doutorando em Odontologia pela
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Diamantina – Minas Gerais – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3039020087342964>
E-mail: yuregusmao@hotmail.com

Patrícia Ribeiro Antunes
Especialista em prótese dentária pela
Associação Brasileira de Odontologia (ABO)
Montes Claros – Minas Gerais – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0568461647987021>
E-mail: patriciarb@hotmail.com

Silvério de Almeida Souza Torres
Doutor em Ciências da Saúde pela Unimontes
Universidade Estadual de Montes Claros – Brasil
Docente da Unimontes, FASI, FCO
Montes Claros - Minas Gerais - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2855767978464499>
E-mail: silverio.torres@unimontes.br

Marco Túllio Becheleni
Mestre e Doutorando em Odontologia pela
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Diamantina – Minas Gerais – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4080035511453247>
E-mail: marco@cirurgiabmf.com

Dhelfeson Willya Douglas de Oliveira
Doutor em Odontologia pela
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Professora Adjunta (Departamento de Odontologia – FCBS/UFVJM)
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)
Diamantina – Minas Gerais – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2860704725625323>
E-mail: dhelfeson@ufvjm.edu.br

Resumo: A contração de polimerização é umas das principais desvantagens das resinas compostas e essa falha acontece devido à ruptura da interface adesiva. Com o intuito de diminuir essa desvantagem, foram desenvolvidas as resinas *Bulk Fill* de incremento único até 4-5 mm sem que haja efeitos adversos na contração de polimerização. O objetivo deste estudo foi Avaliar a microdureza (Knoop) em relação à profundidade para um compósito “Bulk Fill”. Métodos: Trata-se de um estudo experimental, *in vitro*. O fator em estudo foi a profundidade de polimerização em quatro níveis (2, 3, 4 e 5 mm). As unidades experimentais foram corpos de prova (n=10) confeccionados em resina composta Opus *Bulk Fill*/FGM. Para cada fator em estudo (quatro profundidades) a partir de uma matriz proposta por DENIS (2007) com algumas modificações. Em seguida, esses foram submetidos a testes de microdureza Knoop determinados por um microdurômetro. A unidade fotoativadora utilizada foi o (Ratii-cal/SDI Limited, Bayswater, Austrália) é uma fonte de luz “LED” (diodo emissor de luz), cujo espectro de emissão de luz é de 440-480 nm. Resultados: As diferenças significativas ($p < 0.0001$) foram observadas em comparação das medidas 2, 3 e 4 mm em relação a 5 mm. Conclusão: A microdureza reduziu com o aumento da profundidade de polimerização, especificamente na profundidade de 5mm quando comparado com 2,3,4 mm.

Palavras- chave: Resinas Bulk-Fill, microdureza Knoop, Polimerização, compósitos.

Introdução

A contração de polimerização é umas das principais desvantagens das resinas compostas e essa falha acontece devido à ruptura da interface adesiva ¹. Isso ocorre quando os monômeros da resina se aproximam formando ligações covalentes e com isso, há uma redução de volume, causando uma contração volumétrica ². Para atenuar essa inaplicabilidade a técnica incremental foi considerada a técnica *standard* usada na prática clínica, onde a espessura máxima de incremento foi estabelecida como 2mm ³. No entanto, essa técnica demanda um maior tempo ao restaurar cavidades muito profundas, favorecendo um risco de contaminação por fluidos orais e incorporação de bolhas de ar entre os incrementos⁴.

Com o intuito de diminuir essa desvantagem, foram desenvolvidas as resinas *Bulk Fill* de incremento único até 4-5 mm sem que haja efeitos adversos na contração de polimerização ⁵. Logo, possibilitando um menor tempo de preparo, tal como uma maior facilidade na manipulação do próprio material restaurador; o que pode proporcionar a melhoria do atendimento em pacientes não cooperantes, além de apresentar uma maior profundidade de polimerização, principalmente em cavidades mais profundas em dentes posteriores e com contração de polimerização inferior quando comparado com os compósitos convencionais ⁶.

Um dos métodos para avaliar essa polimerização é através do ensaio de microdureza que está associado diretamente ao grau de conversão das mesmas. Ensaio de rigidez superficial em distintas profundidades de amostragens de compósitos fotoativáveis tem sido a técnica mais utilizada para se mensurar a profundidade de polimerização ⁷. O teste de dureza (Knoop) auxilia na avaliação das propriedades mecânicas do material resinoso, os resultados obtidos pelo teste possibilitam a análise do grau de conversão e de sua dureza ^{8,9,10}.

Para que o cirurgião dentista sinta-se confiante e confortável em substituir uma técnica tradicional utilizada por muitos anos, para a técnica de incremento único, estudos laboratoriais devem ser realizados para comparação do grau de conversão¹¹, e características da reação de polimerização em diferentes profundidades de restauração que simulem o cenário clínico.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a microdureza (Knoop) em relação à profundidade para um compósito “Bulk Fill”.

Metodologia

O presente artigo trata-se de um estudo experimental, *in vitro*. O fator em estudo foi a profundidade de polimerização em quatro níveis (2, 3, 4 e 5 mm). As unidades experimentais foram corpos de prova (n=10) confeccionados em resina composta Opus *Bulk Fill*/ FGM (Joinvile, Santa Catarina) (OBKF) cor A2 (LOT 270317). O cálculo do tamanho da amostra foi baseado na taxa de sucesso observada no estudo de ¹².

A resina Opus *Bulk Fill* é um compósito fotopolimerizável composto por monômeros uretano dimetacrílicos (UDMA), estabilizantes fotoiniciadores,co-iniciadores.cargas inorgânicas de dióxido de silício (sílica) silanizado e pigmentos. É indicada para restaurações realizadas em incremento único. A sua baixa tensão de contração associada à elevada profundidade de polimerização permite que o profissional faça, segundo informações do fabricante, incrementos de até 5mm nas cavidades, incluindo a superfície oclusal. Em relação às partículas inorgânicas, este compósito apresenta aproximadamente 79% de carga em massa, com elevada resistência mecânica.O sistema de fotopolimerização **APS (Advanced Polymerization System)**, presente nesta resina, permite obter polimerização sem alteração de cor perceptível e maior tempo de trabalho sob luz ambiente.

A unidade fotoativadora utilizada foi o (Radii-cal/SDI Limited, Bayswater, Austrália) é uma fonte de luz “LED” (diodo emissor de luz), cujo espectro de emissão de luz é de 440-480 nm. Apresenta uma densidade de potência no pico de 460 nm equivalente a 1200 mW/cm² e o guia de saída de luz já vem acoplado ao aparelho medindo 12mm de diâmetro. Foi utilizado um tempo cronometrado de 40 segundos.

Para determinar o espectro de emissão de luz da unidade fotoativadora foi utilizado o espectrômetro (USB 400041,Horiba Jobin Yvon, Kyoto, Japão) com corretor cossenoidal conectado ao computador. Sendo assim, calculou-se a densidade de potência de cada aparelho.

A área de guia condutor de luz foi medida utilizando um paquímetro digital 727 - 6/15042 (Mutitoyo/Japão). Como a guia condutora de luz apresenta uma área circunferencial foi utilizada a fórmula para a área da circunferência.

O cálculo da potência do aparelho foi medido utilizando o potenciômetro (Ophir 10A-V2-SH43, Ophir Optronics LTD, Jerusalém, Israel) acoplado a um microprocessador NOVA (Ophir Optronics LTD, Jerusalém, Israel).

O valor de densidade de potência (mW/cm^2) e do espectro emitido foram transferidos para o programa OriginPro 8.0 para obter, por meio de cálculos integrais das áreas, os valores de densidade de potência nas seguintes regiões do espectro:

1. Entre 190-400nm.
2. Entre 400-515nm.
3. Acima de 515nm.

Estas medidas foram realizadas em função da norma ISO/TS: 10650 que estabelece valores de densidade de potência (D_p) recomendáveis para faixas específicas do espectro de emissão da unidade fotoativadora.

1. Entre 190-400nm: $D_p < 100 \text{ mW}/\text{cm}^2$
2. Entre 400-515nm: $D_p > 300 \text{ mW}/\text{cm}^2$ e $< 1000 \text{ mW}/\text{cm}^2$
3. Acima de 515nm: $D_p < 50 \text{ mW}/\text{cm}^2$

Preparação da amostra

Os testes de microdureza Knoop foram determinada em um microdurômetro (HMV-2, SHIMADZU Co., Kyoto, Japão).

Foram confeccionados dez corpos de prova ($n=10$) para cada fator em estudo (quatro profundidades) a partir de uma matriz proposta por DENIS (2007) com algumas modificações. A matriz de DENIS consiste em uma unidade cilíndrica de teflon, com uma perfuração central também cilíndrica de 5 mm de diâmetro e 4 milímetros de profundidade, sendo seccionada transversalmente a cada milímetro (Figura 1). Esta matriz foi desenvolvida com intuito de avaliar separadamente as profundidades de polimerização da resina fotoativada, sem a necessidade de seccionamento dos corpos de prova. Diferente da matriz de DENIS, a matriz que foi utilizada neste estudo foi confeccionada com nylon. Contém ainda como diferença, um disco específico para posicionar o condutor de luz da unidade fotoativadora, distando 2 mm da base do primeiro corpo de prova. A opção pelo nylon está

alicerçada devido ao fato deste material simular as condições de comportamento óptico da estrutura dentária, além de facilitar a remoção dos corpos de prova.

Para confecção dos corpos de prova, o cilindro central foi posicionado em uma placa de vidro, com o seu principal orifício sobre uma lamínula de vidro de 0,1 mm. O primeiro milímetro foi então preenchido pela resina em incremento único. Foi posicionada outra lamínula e o conjunto submetido a um peso de 1200g por 20 segundos. Cada um dos três anéis intercambiáveis integrantes da matriz foram colocados sobre uma lamínula na placa de vidro, feita a inserção da resina, colocada outra lamínula, levado ao cilindro principal e posteriormente submetidos a um peso de 1200g por 20 segundos. Ao se completar os quatro milímetros, a base e topo dos espécimes ficaram cobertos pelas lamínulas. Os anéis especiais foram posicionados para a unidade fotoativadora. O tempo de polimerização foi de 40 segundos para cada conjunto contendo quatro incrementos de resina de 1 mm separados pelas lamínulas (Figura 2).

Os corpos de prova foram removidos da matriz de nylon, identificados (base e topo) divididos em grupos de 2,3,4 e 5 milímetros. Posteriormente, foram armazenados em estufa a 37°C, sob ausência de umidade e luz, por um período de 7 dias.

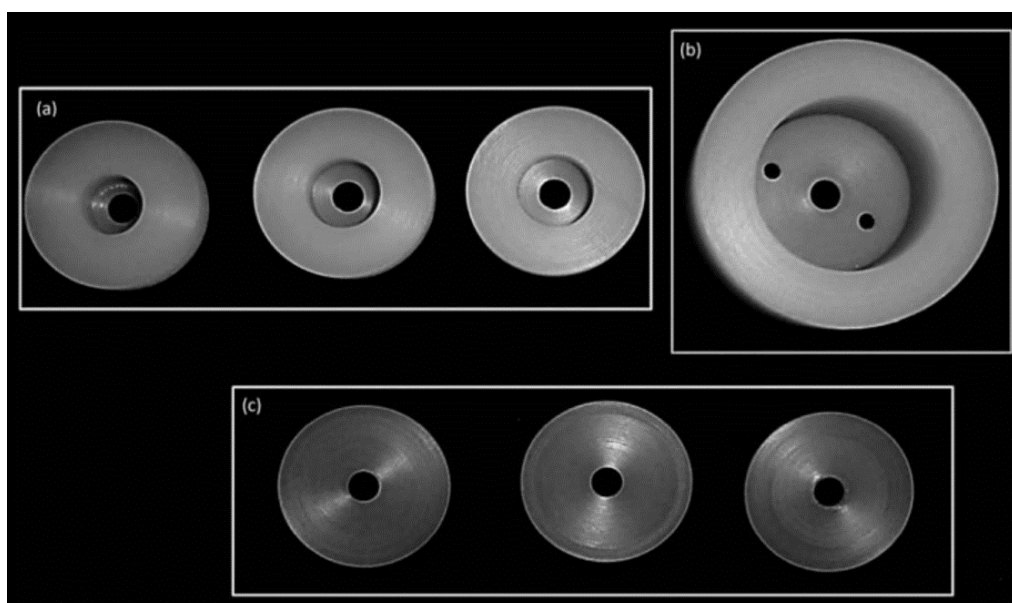


Figura 1. Matriz utilizada no estudo, mostrando todos os seus componentes. (a): Anéis especiais para cada fotopolimerizador. (b): Cilindro central. (c): Anéis intercambiáveis.

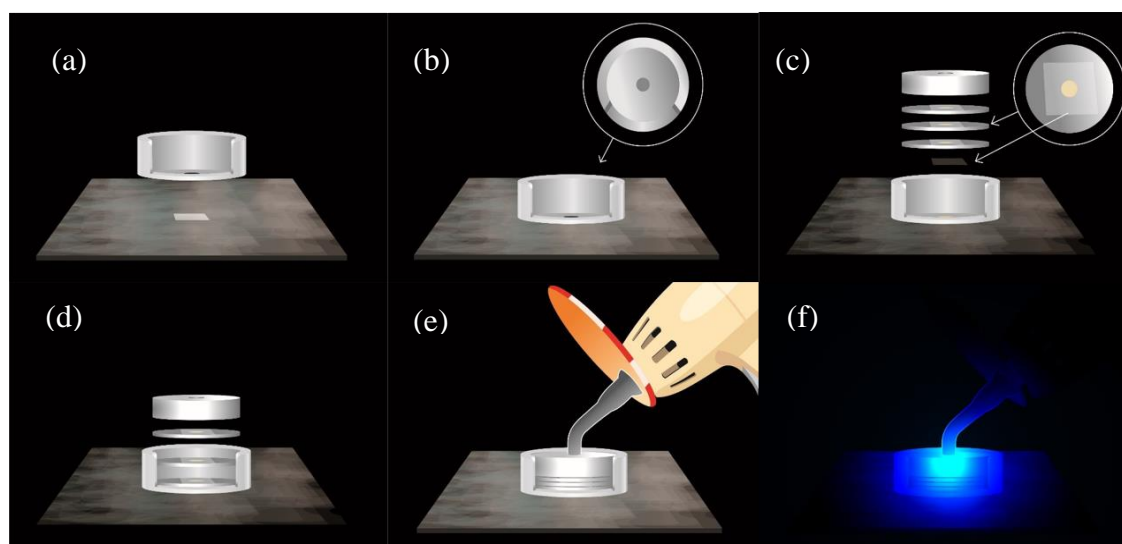


Figura 2. Representação da preparação da amostra.(a) Placa de vidro e lamínula, (b) Matriz com orifício central sobre a lamínula, (c) Incremento único inserido no orifício de cada lamínula (d) Sobreposição das lamínulas, (e) Apatação da ponta do fotoativador dentro da matriz, (f) Polimerização.

Avaliação de microdureza

Após sete dias de armazenamento cinco endentações distintas foram realizadas na base dos 40 corpos de prova sob uma carga de 50 gf durante 50 segundos. A primeira edentação (P1) foi localizada no centro da amostra. As demais (P2, P3, P4 e P5) distaram 1,25 mm da primeira medida. O KHN foi calculado CC $\frac{1}{4}$ usando a seguinte fórmula: $KHN = 14229 \times P / d^2$ onde L, P= força (gf) e d= comprimento da diagonal longa (lm).

Análise estatística

Os resultados foram analisados com auxílio do software GraphPad Prism 8.0.2. O teste de normalidade foi realizado com o Teste de Shapiro-Wilk. Como os dados, foram normalmente distribuídos, a análise de variância unidirecional ($p < 0,05$) com pós teste de Tukey.

Resultados

A Tabela 1 revela as diferentes médias de microdureza (mm) da resina Opus Bulk Fill que variou entre $52,70 \pm 2,09$ a $60,22 \pm 3,04$. As diferenças significativas ($p < 0.0001$) foram observadas em comparação das medidas 2, 3 e 4 mm em relação a 5 mm (Figura 3).

Profundidade (mm)	(SD)
2	60,15 ± 2,21
3	60,22 ± 3,04
4	60,14 ± 2,19
5	52,70 ± 2,09

Tabela 1. Número médio da microdureza Knoop para a resina Opus Bulk Fill.

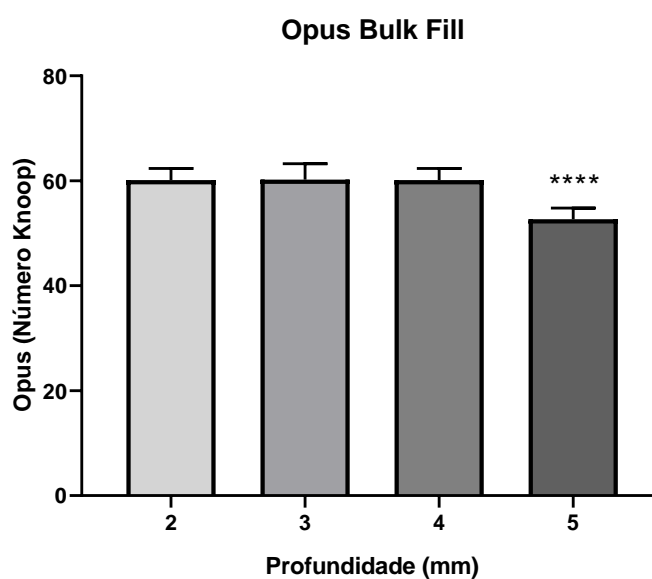


Figura 3. Relação entre o número de dureza Knoop em função da profundidade 2,3,4 e 5.

Discussão

Uma polimerização adequada é um pré-requisito para que se obtenha uma maior durabilidade e uma boa compatibilidade do material restaurador com os tecidos orais e dentários. O modo de polimerização de uma resina composta influencia diretamente a sua técnica de inserção, a quantidade de porosidade interna, o sentido de retração de polimerização e o grau de estabilidade da cor ⁶. Os efeitos indesejáveis desse processo polimerização como formação de fendas, infiltração

marginal, cáries recorrentes e falha final da restauração no pós-operatório, apresenta-se inferior no compósito *Bulk Fill* ao comparar com os demais compósitos já existentes. Possibilitando para que tanto o paciente, quanto o profissional tenha um processo restaurador menos estressante e mais confortável^{13,14}. Essas resinas Bulk fill, permite uma maior profundidade de polimerização 4-5mm de espessura quando fotopolimerizado por 20 segundos; isso é possível graças a modificações realizadas em sua composição como a utilização de moduladores de polimerização específicos, sistemas iniciadores mais potentes, materiais com menor conteúdo de carga e melhorias realizadas no sistema monomérico com o intuito de aliviar as tensões de polimerização, além disso, aumento da translucidez para permitir uma maior profundidade de polimerização^{15,16}.

Para que essa polimerização seja eficiente, é necessário que se obtenha um adequado tempo de exposição durante o processo de fotoativação e comprimentos de ondas suficientes. Além disso, fatores como distância entre a ponta do aparelho, espessura de incremento, fotoativador, tamanho e distribuição de partículas podem afetar a profundidade de polimerização^{17,18}. Logo, uma polimerização adequada possibilitará uma melhor adaptação marginal dos compósitos, aumento das propriedades físico-químicas, bem como uma diminuição da citotoxicidade ocasionada pelos monômeros residuais^{16,19}.

Sendo assim, a avaliação do desempenho do material *in vitro* torna-se necessário por conseguir simular capacidade de um material de resistir à permanente deformação. O grau de conversão desses compósitos pode ser avaliado indiretamente por medidas de dureza superficial, pelos testes Vickers e Knoop, sendo que ambos podem fornecer uma determinação confiável¹¹. Neste estudo o teste de microdureza Knoop foi usado para determinar a profundidade de polimerização, pela sua correlação com o grau de conversão, por conseguir mensurar a dureza de regiões finas e não ser influenciado pelo fenômeno de recuperação elástica, característica inerente dos materiais poliméricos¹³. Mensurar a dureza desses materiais é fundamental porque além de possibilitar a avaliação do seu desgaste, valores baixos pode ser indicativo de uma polimerização incompleta, podendo ocasionar alterações em suas propriedades, portanto, para que esses

materiais tenham um bom desempenho clínico é de extrema relevância otimizar os métodos de conversão desses monômeros^{20,18}.

A microdureza Knoop foi estatisticamente semelhante nas profundidades 2,3 e 4 mm. Isso pode ser explicado pelo fato das camadas mais superficiais do compósito sofrer o processo de polimerização quase que instantaneamente, enquanto a ativação continua nas camadas mais profundas, ou seja, com o aumento da profundidade do compósito acontece uma dispersão da intensidade de polimerização, existindo o indício de que a conversão do monômero em polímero não aconteça de forma absoluta^{21,18}. Em contrapartida, essas camadas mais superficiais sofrerão uma maior tensão de contração nos substratos bem como nos outros compósitos fotopolimerizáveis, por outro lado, as camadas mais profundas sofrerão um processo de polimerização mais lenta e conseqüentemente terão uma menor tensão de contração²².

Na profundidade de 5 mm os valores de microdureza Knoop foram inferiores aos demais. Nesse caso, infere-se que o grau de polimerização foi insuficiente, o que pode comprometer a eficiência do material restaurador, bem como suas propriedades e durabilidade²³. A diminuição gradativa da microdureza superficial pode estar relacionada com a redução do grau de conversão do compósito bulk fill, devido ao aumento da distância da irradiância e da superfície irradiada¹⁸. A diferença na profundidade de polimerização entre 2,3,4 mm em relação a profundidade de 5 mm pode estar inicialmente associado a absorção de luz por fotoiniciadores, dispersão de luz nas interfaces das partículas, a cor do compósito e o grau de conversão; contribuindo para a redução de luz em se tratando de profundidade^{13,19}.

Este estudo avaliou apenas uma marca de resina Bulk Fill, o que é uma limitação a respeito de generalizações e conclusões. No entanto, o principal objetivo do estudo era mostrar a avaliação da microdureza (Knoop) em relação à profundidade para um compósito Bulk Fill. Notoriamente, outros estudos devem ser realizados para avaliar outras marcas de resinas Bulk Fill por se tratar de uma classe diversificada de materiais com características altamente heterogêneas. Por outro lado, pelo processo da fotopolimerização ser uma questão extremamente complexa e ser influenciada por inúmeros fatores que podem estar envolvidos nesse seguimento.

Conclusão

Dentre as limitações do estudo pode-se concluir que a resina Opus Bulkfill testada pode ser usada com segurança até 4 mm, e sua microdureza reduziu com o aumento da profundidade de polimerização, especificamente na profundidade de 5mm quando comparado com 2,3,4 mm.

Referências

1. Jäger F, Mohn D, Attin T, Tauböck TT. Polymerization and shrinkage stress formation of experimental resin composites doped with nano- vs. micron-sized bioactive glasses. *Dent Mater J*. 2021;40(1):110–5.
2. Soares CJ, Faria-E-Silva AL, Rodrigues M de P, Vilela ABF, Pfeifer CS, Tantbirojn D, et al. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? *Braz Oral Res*. 2017;31(1):e62.
3. Rudrapati L, Chandrasekhar V, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent*. 2017;20(6):386.
4. Kumagai RY, Zeidan LC, Rodrigues JA, Reis AF, Roulet J-F. Bond strength of a flowable bulk-fill resin composite in Class II MOD cavities. *J Adhes Dent*. 2015;17(5):427–32.
5. Wang R, Liu H, Wang Y. Different depth-related polymerization kinetics of dual-cure, bulk-fill composites. *Dent Mater*. 2019;35(8):1095–103.
6. Santos RMVd. Comparação da profundidade de polimerização e microdureza de resinas bulk fill fotopolimerizáveis e de dupla-polimerização. 2016.
7. ANUSAVICE, K.J. *Materiais Dentários*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2013
8. Hosseinalipour M, Javadpour J, Rezaie H, Dadras T, Hayati AN. Investigation of mechanical properties of experimental Bis-GMA/TEGDMA dental composite resins containing various mass fractions of silica nanoparticles. *J Prosthodont*. 2010;19(2):112–7.
9. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater*. 2007;23(1):51–9.
10. Mayworm CD, Camargo SS Jr, Bastian FL. Influence of artificial saliva on abrasive wear and microhardness of dental composites filled with nanoparticles. *J Dent*. 2008;36(9):703–10.
11. Reis AF, Vestphal M, Amaral RC do, Rodrigues JA, Roulet J-F, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res*. 2017;31(1).
12. 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*. 2017;9(2):e266–71.
13. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater*. 2014;30(2):149–54.