

## **Avaliação das diferentes unidades de fotoativação na microdureza das resinas injetáveis**

### **Evaluation of different light-activation units in the microhardness of injectable resins**

DOI:10.34119/bjhrv6n3-017

Recebimento dos originais: 04/04/2023

Aceitação para publicação: 04/05/2023

#### **Fernanda Bezerra Couto**

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua Ricardo de Araújo Braga, 294, Cidade dos Funcionários, Fortaleza - CE

E-mail: fernandabcouto@edu.unifor.br

#### **Lana de Lima e Silva**

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua Doca Sales, 230, Messejana, Fortaleza - CE

E-mail: lanadelima@outlook.com

#### **João Victor Menezes do Nascimento**

Mestre em Clínica Odontológica pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua General Piragibe, 242, Bloco B, Parquelândia, Fortaleza - CE

E-mail: jvictor4d@hotmail.com

#### **Ana Acácia Marinho Almeida Simões**

Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua Leonardo Mota, 1730, Aldeota, Fortaleza - CE

E-mail: acaciaodonto@outlook.com

#### **Solange Katia Saito Fernandes**

Doutora em Clínica Odontológica - Dentística

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua Pery Negreiros, 208, José de Alencar, Fortaleza - CE

E-mail: solangesaito@uol.com.br

#### **Cecília Atem Gonçalves de Araujo Costa**

Doutora em Clínica Odontologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Endereço: Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, Fortaleza – CE,

CEP: 60811-905

E-mail: ceciliaatem@hotmail.com

**Marcelo Victor Sidou Lemos**

Doutor em Odontologia pelo Programa DE Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará (PPGO - UFC)

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua Alódia, N° 200, Torre D, Parque Iracema

E-mail: marcelosidou@unifor.br

**Flávio Augusto Pereira Gomes**

Doutor em Prótese Dentária pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP)

Instituição: Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Endereço: Rua Marcos Macêdo, N° 1301, Aldeota, Fortaleza – CE,

CEP: 69150-190

E-mail: flaviogomes@unifor.br

**RESUMO**

A evolução das técnicas envolvendo a aplicação das resinas injetáveis e o impacto das diferentes unidades de fotoativação com diferentes intensidades de luz sobre a microdureza dos compósitos de resinas fluidas, vem promovendo grandes avanços na Odontologia. Porém, existem alguns desafios para que ela alcance todo seu potencial, como o grau inadequado de conversão e baixas propriedades mecânicas devido a uma polimerização ineficiente que pode resultar em falhas na restauração. Com isso, é necessária uma polimerização adequada, e a escolha da unidade de fotoativação utilizada pode influenciar. O objetivo desse estudo, consiste em avaliar as diferentes unidades de fotopolimerização, com diferentes intensidades de luz, na microdureza das resinas injetáveis. Foram selecionadas quatro unidades de fotoativação (Radii cal (SDI), Bluephase Style (Ivoclar Vivadent), Valo Grand (Ultradent) e o Poly Wireless (Kavo) e foram medidas suas intensidades de luz por um radiômetro. A resina composta injetável escolhida foi a Beautifil Flow Plus F00. Para o teste de microdureza Vickers, os corpos de prova foram preparados e polimerizados por 40s no total, e polidos com os discos Soflex em 3 granulações. Após 24h de armazenamento no seco e no escuro, foi realizada a leitura no microdurômetro. Ao todo, foram realizadas 60 leituras nos corpos de prova de acordo com os grupos experimentais. O único grupo que obteve uma diferença estatisticamente significativa dos demais foi o grupo Valo Grand, onde os valores de microdureza foram maiores. As diferentes intensidades de luz influenciam na microdureza das resinas injetáveis, porém, este não é o único fator contribuinte.

**Palavras-chave:** microdureza, unidades de fotoativação, resinas injetáveis.

**ABSTRACT**

The evolution of techniques involving the application of injectable resins and the impact of different photoactivation units with different light intensities on the microhardness of composites of fluid resins, has been promoting great advances in Dentistry. However, there are some challenges for it to reach its full potential, such as the inadequate degree of conversion and poor mechanical properties due to inefficient polymerization that can result in restoration failures. With that, an adequate polymerization is necessary, and the choice of photoactivation unit used can influence. The objective of this study is to evaluate the different photopolymerization units, with different light intensities, on the microhardness of injectable resins. Four photoactivation units (Radiiical (SDI), Bluephase Style (Ivoclar Vivadent), Valo Grand (Ultradent) and Poly Wireless (Kavo)) were selected and their light intensities were measured by a radiometer. The injectable chosen was Beautifil Flow Plus F00. For the Vickers

microhardness test, the specimens were prepared and polymerized for a total of 40s, and polished with Soflex discs in 3 granulations. After 24h of storage in dry and dark conditions, the microhardness reading was performed. Altogether, 60 readings were performed on the test specimens according to the experimental groups. The only group that obtained a statistically significant difference from the others was the Valo Grand group, where the microhardness values were higher. Different light intensities influence the microhardness of injectable resins, however, this is not the only contributing factor.

**Keywords:** microhardness, photoactivation units, injectable resins.

## 1 INTRODUÇÃO

Em busca por padrões e conceitos estéticos cada vez mais desejados, temos uma sociedade com perdas dentárias, dentes cariados, escurecidos, desalinhados, restaurações insatisfatórias ou com um sorriso desarmonioso, causando um grande prejuízo social. Diante disso, os Cirurgiões-dentistas tem visto um crescente número de pacientes a procura de tratamentos de reabilitação oral, estética e funcional, com rapidez, qualidade e menores custos, a fim de elevar a auto-estima, eliminar a sintomatologia dolorosa e melhorar a função mastigatória.<sup>1</sup>

Nesse contexto, as resinas fluídas injetáveis se mostram como opção para a reabilitação por meio do uso de matriz de silicone, permitindo um resultado uniforme, econômico e estético. Essa técnica foi proposta por Douglas Terry em 2009, proporcionando uma reprodução precisa de modelos de enceramento diagnóstico com o auxílio de uma matriz de silicone transparente e transferindo forma e características funcionais para os dentes do paciente<sup>2</sup>.

A evolução das técnicas envolvendo a aplicação das resinas injetáveis e o impacto das diferentes unidades de fotoativação com diferentes intensidades de luz sobre a microdureza dos compósitos de resinas fluidas, vem promovendo grandes avanços na Odontologia, no que diz respeito a facilidade e rapidez da técnica, além de proporcionar resultados satisfatórios aos pacientes<sup>3,4</sup>.

A resina injetável se apresenta como resina flow e consiste em um vidro multifuncional de silicato, borato, alumínio, estrôncio, sódio, flúor, cálcio e fosfato, sendo denominadas partículas de S-PRG. Essas partículas, por meio da tecnologia Giomer, conferem ao material a propriedade de ser bioativo. Além disso, mostra-se superior em propriedades mecânicas pela incorporação de uma maior quantidade de carga inorgânica (Shofu Flowable F00 – 67,3%), igualando a uma resina convencional (Filltek Supreme XT Universal – 72,5%)<sup>5,6</sup>.

Atualmente, as resinas compostas injetáveis têm sido indicadas em razão das constantes melhorias de suas propriedades mecânicas, tendo como vantagem sua baixa viscosidade que

permite melhor preenchimento da cavidade e melhor adaptação às paredes em comparação com as resinas convencionais<sup>3,4,6</sup>.

Entretanto, existem alguns desafios para que esse material alcance todo seu potencial, como o grau inadequado de conversão e as fracas propriedades mecânicas devido a uma polimerização ineficiente, que pode causar redução da resistência ao desgaste, falta de estabilidade da cor e falha na restauração. Com isso, é necessário que haja uma polimerização adequada e a escolha da unidade de fotoativação pode interferir nos resultados<sup>3</sup>.

É válido salientar que o método de polimerização das resinas compostas varia e muitas unidades de fotoativação podem ser encontradas no mercado. No entanto, todos têm o potencial de polimerizar as resinas compostas de maneira satisfatória. Acredita-se ainda que uma maior intensidade de luz pode aumentar o grau de polimerização, além de diminuir o tempo de irradiação. As diferentes intensidades de luz podem influenciar tanto na estabilidade de cor, quanto na microdureza das resinas<sup>7</sup>.

Além disso, um estudo demonstrou que diferentes protocolos de fotopolimerização atuam diretamente na dureza e na contração de polimerização das resinas, pois a redução dessa dureza observada na superfície das resinas estava relacionada à espessura do incremento utilizado. Dessa forma, a redução da profundidade de fotopolimerização são consequências da atenuação da irradiância da luz pela massa de resina. Assim, o comportamento clínico e a longevidade das restaurações são dependentes do protocolo de fotopolimerização e da sua composição<sup>6</sup>.

Nesse interim, a dureza é uma das propriedades que devem ser avaliadas nas resinas injetáveis, pois possui natureza física e é utilizada para mostrar a capacidade de resistência ao desgaste, ao riscamento e ao corte de um material. Na Odontologia, representa uma importante característica de um material restaurador, em virtude da relação de proporcionalidade com as propriedades mecânicas de resistência do material testado. Neste trabalho, foi utilizada a microdureza Vickers (ensaio por penetração), proposto em 1925 por Smith e Sandland<sup>8</sup>.

Apesar das constantes melhorias do material e das excelentes propriedades mecânicas e estéticas apresentadas por esta categoria de materiais restauradores, ainda existem algumas intercorrências na técnica, como incorporação de bolhas, falhas na superfície da resina, iatrogenias no periodonto durante a remoção de excessos, falta de acabamento interproximal, espessura delgada de resina e influência das unidades de fotopolimerização<sup>6</sup>.

A hipótese do presente estudo é que as diferentes intensidades de luz influenciam no grau de conversão das resinas injetáveis. Ou seja, quanto maior a intensidade de luz, maior a microdureza das resinas injetáveis. Portanto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a

influência de diferentes unidades de fotoativação que apresentam diferentes intensidades de luz na microdureza de resinas injetáveis utilizadas em reabilitações estéticas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi selecionada uma resina composta injetável (Beautiful Flow Plus F00 – Shofu, Kyoto, Japan) e corpos de prova foram confeccionados para cada grupo experimental utilizando uma matriz de silicona transparente (Elite Glass - Zhermack) de 4mm de espessura. As unidades de fotoativação selecionadas neste estudo foram dois monowave Radium Cal (SDI) e Poly Wireless (Kavo) e dois polywave Bluephase Style (Ivoclar Vivadent) e Valo Grand (Ultradent).

A divisão dos grupos experimentais foi realizada da seguinte forma:

Quadro I: Protocolo de confecção dos corpos de prova

	<b>Radii Cal</b>	<b>Bluephase Style</b>	<b>Valo Grand</b>	<b>Poly Wireless</b>
<b>Polimerização</b>	20seg com a matriz + 20seg em contato com o corpo de prova			
<b>Acabamento</b>	20seg com a matriz + 20seg em contato com o corpo de prova			
<b>Intensidade de Luz</b>	954mW/cm <sup>2</sup>	1143mW/cm <sup>2</sup>	~1293mW/cm <sup>2</sup>	900mW/cm <sup>2</sup>
<b>Tipo</b>	Monowave	Polywave	Polywave	Monowave

Cinco corpos de prova de 2mm de espessura por 2mm de diâmetro (n=5) foram confeccionados para cada grupo experimental. Um dispositivo (Figura 1) foi confeccionado para obtenção dos corpos de prova em que a parte superior é onde a matriz transparente foi posicionada e pelo orifício central a resina é injetada (coluna vermelha). A parte inferior do dispositivo, foi confeccionada com silicona de condensação (Zetalabor - Zhermack) e a área preta com um cilindro de resina acrílica de 4mm de altura e 5mm de diâmetro.

Figura 1: Dispositivo para confecção dos corpos de prova

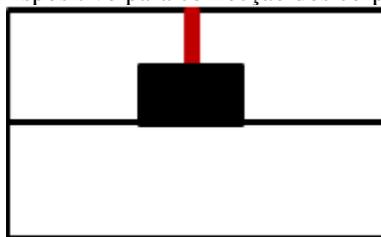
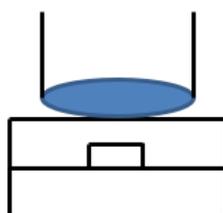


Figura 2: Posicionamento do fotopolimerizador sobre o dispositivo



O fotopolimerizador selecionado de acordo com cada grupo experimental foi posicionado conforme mostra a figura 2 e de acordo com o descrito anteriormente. Após a confecção dos corpos de prova, os espécimes foram armazenados a seco e no escuro por 24h antes da leitura no microdurômetro. Para padronizar a área de leitura, as amostras foram sempre posicionadas da mesma forma.

A confecção dos corpos de prova foi realizada no semestre 2022.1, assim como os ensaios de microdureza. Ao todo, foram realizadas 3 leituras em cada corpo de prova, somando 60 leituras de acordo com os grupos experimentais.

## 2.1 ENSAIO DE MICRODUREZA

O equipamento utilizado nos testes foi da Engenharia da Universidade de Fortaleza. Foram realizadas três leituras em cada corpo de prova no microdurômetro Shimadzu utilizando a dureza Vickers. O ensaio de dureza Vickers segue as especificações da Norma ABNT NBR-6672 ou ASTM E92 e, de acordo com a norma, pode-se utilizar cargas que variam de 1 até 120 Kgf, mas depende do material e de sua espessura. O ensaio de microdureza utiliza uma carga de, no máximo, 1,0 Kgf e segue a norma ISO 4049 (2009) para materiais poliméricos como as resinas compostas. Assim como a carga, o tempo de aplicação também pode variar. Após submeter o material a penetração, o aparelho deixa uma impressão na forma de um quadrilátero e a dureza Vickers é calculada pela média dos comprimentos das diagonais do losango ( $d_1$  e  $d_2$ ), valor dado e calculado pelo indentador. O valor da dureza Vickers (HV) é o quociente da carga (F) aplicada pela área de impressão (A). A carga pode ser dada em Kgf ou em Newton (N) e o comprimento das diagonais em  $mm^2$ . As medidas das diagonais devem ser precisas e, para isso, na máquina de ensaio existe um microscópio acoplado para auxiliar nessa medição, principalmente nos ensaios de microdureza<sup>8</sup>. A carga utilizada foi de 200g e o tempo de 30 segundos<sup>10</sup>. As medidas das duas diagonais foram realizadas e o valor de microdureza dado pelo próprio aparelho. Tudo foi anotado e os dados transferidos para uma tabela.

## 2.2 ANALISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística foi realizado um teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido de Análise de Variância a um fator e pós-teste de Tukey, em todos os casos utilizou-se  $p \leq 0,05$ . Para tanto utilizou-se o programa SigmaPlot 14.0 (Systat Software, CA, EUA).

### 3 RESULTADOS

De acordo com o resultado do nosso estudo, foi aceita a hipótese de que as diferentes unidades de fotoativação influenciam na microdureza das resinas injetáveis.

Analisando o gráfico 1 podemos observar que não houve diferença estatisticamente significativa entre o Poly Wireless, Radiical e Bluephase Style, havendo diferença estatisticamente significativa somente no grupo Valo Grand, onde os valores de microdureza foram maiores.

Também pode-se observar na tabela 1 que os valores de microdureza variaram mais nos grupos Valo Grand e Bluephase Style, considerando os respectivos desvios padrões, 39,4 e 28,2, em comparação com o grupo Radiical e Poly Wireless, onde os valores de microdureza foram mais próximos entre si (desvios padrões de 17,6 e 14,6, respectivamente).

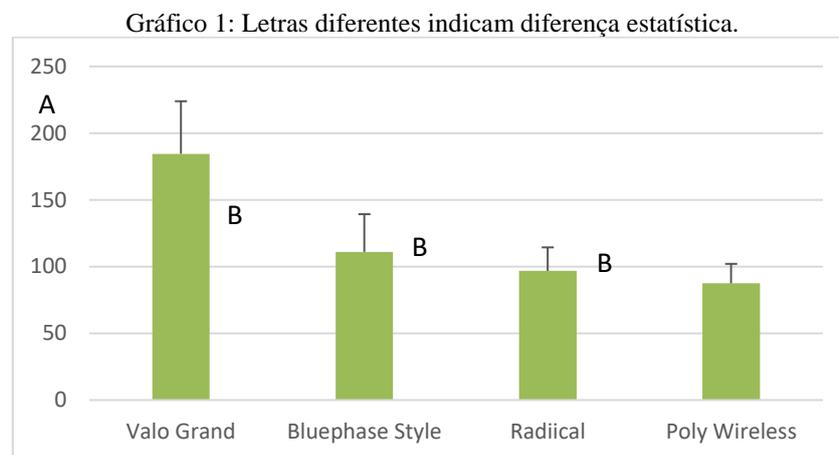


Tabela 1: Variação dos valores de microdureza

Valo Grand	Bluephase Style	Radiical	Poly Wireless
202,3	158,2	104,8	82,7
156,6	98,1	106,4	78,7
246,0	107,0	116,5	81,5
155,6	83,1	79,3	81,0
162,0	108,6	76,9	113,4

### 4 DISCUSSÃO

Os resultados desse estudo validaram a hipótese de que as diferentes unidades de fotopolimerização influenciaram na microdureza das resinas injetáveis, da mesma forma que, diversos estudos comprovaram a efetividade da unidade de fotopolimerização de acordo com

sua irradiância. No entanto, devemos levar em consideração os designs dos fotopolimerizadores e a composição da resina fluída utilizada em questão.

Atualmente, tem-se divulgado bastante a utilização das resinas injetáveis para reabilitações estéticas em dentes anteriores e posteriores, apresentando como vantagens a possibilidade de restaurar dentes sem desgaste, em um menor tempo de atendimento e obtendo previsibilidade estética, desde que o profissional tenha conhecimento técnico e teórico para aplicá-la de maneira correta. Em contrapartida, foram observadas algumas desvantagens, como: sensibilidade da técnica, resultado monocromático da restauração, polimento e brilho inferior às resinas convencionais e certa dificuldade na remoção dos excessos<sup>6</sup>.

Um alto grau de polimerização é essencial para garantir ótimas propriedades físicas e mecânicas, e em materiais fotopolimerizáveis, como as resinas injetáveis, isso depende da correta aplicação da luz fotopolimerizadora<sup>7</sup>. Nossos resultados mostram que o tipo de fotopolimerizador (monowave ou polywave) interfere diretamente no grau de polimerização das resinas injetáveis.

Os fotopolimerizadores monowave, representados nesse estudo pelo Radium Cal e Poly Wireless, emitem um pico de emissão de um único comprimento de onda, sendo específicos para canforoquinona, enquanto os polywaves, representados nesse estudo pelo Valo Grand e Bluephase Style, emitem múltiplos comprimentos de onda, sendo capazes de polimerizar outros tipos de fotoiniciadores, além da canforoquinona<sup>7</sup>.

Na odontologia, a maioria dos materiais restauradores resinosos, apresentam os mesmos compostos monoméricos e o mesmo mecanismo de polimerização, tendo a canforoquinona como fotoiniciador. Existem materiais que apresentam outros tipos de fotoiniciadores, como Lucirin TPO, cada um exigindo determinado comprimento de onda para sua ativação<sup>11</sup>.

Com o aumento da necessidade de ativar Lucirin TPO, devido ao aumento de materiais restauradores que utilizam este fotoiniciador, foram criados fotopolimerizadores que possuem em seu LED, além da luz azul, a luz violeta. Vários esquemas de disposição foram desenvolvidos, o Bluephase Style, por exemplo, utiliza um LED violeta e dois LEDs dispostos em uma matriz dentro do aparelho. Dessa forma, o fotopolimerizador é capaz de emitir luz violeta e luz azul, simultaneamente<sup>11</sup>.

O estudo na determinação de uma fotopolimerização ideal, é extremamente importante para que as restaurações em resina composta atinjam suas propriedades previstas pelo fabricante, sendo um requisito básico para um sucesso clínico previsível e a longo prazo<sup>9</sup>. Ao escolher um fotopolimerizador, é importante observar se ele fornece um feixe uniforme de irradiância, um bom design eletrônico, que a bateria compense durante o uso e que tenha um

padrão no comprimento de onda. Caso não apresente esses parâmetros, pode ocorrer uma subpolimerização localizada da resina composta, tornando a restauração deficiente<sup>11</sup>.

Além disso, é necessário que haja uma homogeneidade nos parâmetros de uniformidade de irradiância dentro do feixe projetado e no comprimento de onda dos fótons, pois, caso contrário, isso pode contribuir para a subpolimerização localizada da restauração, não somente na superfície, mas também em seu interior<sup>12</sup>.

Analisando historicamente, foram necessários muitos aperfeiçoamentos nas unidades de fotoativação a fim de melhorar a capacidade de polimerização das resinas compostas. Com isso, houve melhorias na tecnologia de dissipação de calor, para que o aparelho não fosse danificado, melhorias na quantidade de irradiação, na capacidade da bateria, conferindo uma fonte de armazenamento de energia mais estável, durável e de uso prolongado. Na tentativa de fornecer uma cobertura de luz mais ampla da área alvo, a Ultradent lançou o Valo Grand, que fornece uma cobertura de 12mm de diâmetro (107mm<sup>2</sup>), enquanto uma ponta convencional de 8mm de diâmetro, cobre apenas 50mm<sup>2</sup>. Esta maior cobertura de área foi conseguida, sem diminuição da irradiância, como normalmente é visto quando se utilizam feixes de diâmetros tão grandes, pois os fabricantes produziram luzes projetadas para minimizar a divergência e otimizar a homogeneidade do feixe, para fornecer maior irradiância em distância, propriedade essa conhecida como colimação<sup>11</sup>.

Na presente pesquisa, percebeu-se que essa evolução conferida pelo Valo Grand em relação à maior cobertura de área e a colimação das luzes, proporcionou um melhor resultado de microdureza em relação ao Bluephase Style, Rádi Cal e Poly Wireless, pois, por mais que a ponta do fotopolimerizador consiga abranger toda a área da restauração, a polimerização pode ser prejudicada se não houver colimação do feixe, ou seja, se a luz não for uniformemente emitida, visto que, algumas áreas podem acabar recebendo luz insuficiente, enquanto outras recebem valores de irradiância muito altos<sup>12</sup>.

Em contrapartida, os aparelhos polywave possuem um custo elevado, impossibilitando a aquisição por grande parte dos profissionais. Embora os valores de microdureza para essas unidades de fotoativação tenham sido mais satisfatórios, novos estudos e pesquisas devem ser realizados para avaliar outras propriedades que sejam importantes para o desempenho clínico das restaurações.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados validaram a hipótese de que o Valo Grand obteria resultados mais satisfatórios em relação às outras unidades de fotopolimerização, levando em consideração a

intensidade de luz avaliada, bem como a homogeneidade e colimação do feixe de luz. No entanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os fotopolimerizadores Radium Cal, Bluephase Style e Poly Wireless para os dados de microdureza da resina Beautifil Flow Plus F00.

A intensidade de luz influenciou de maneira significativa a microdureza das resinas aplicadas de forma injetável.

**REFERÊNCIAS**

1. Mariotto LA, Toledo FL, Trazzi BFM., de Carvalho NP. Reabilitação oral com a técnica da resina injetada relato de caso clínico. *Brazilian Journal of Health Review*. 2020; 3(1), 1132-1140.
2. Malta DBJ, de Souza GG, Lopez JGA, Pires MD, do Vale MCS, Costa DH. Reanatomização do sorriso com uso de resina composta: relato de caso. *E-Acadêmica*. 2022;3(3), e4933341-e4933341.
3. Aung SZ, Takagaki T, Ikeda M, Nozaki K, Burrow MF, Abdou A, et al. The effect of different light curing units on Vickers microhardness and degree of conversion of flowable resin composites. *Dent Mater J*. 2021;40(1):44-51. doi:10.4012/dmj.2019-353
4. Besegato JF, Jussiani EI, Andrello AC, Fernandes RV, Salomão FB, Vicentin LS, et al. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2019;90:381-387. doi:10.1016/j.jmbbm.2018.10.026
5. Bahari M, Savadi-Oskoe S, Kimyai S, Savadi-Oskoe A, Abbasi F. Effects of different etching strategies on the microtensile repair bond strength of beautiful II giomer material. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(8):e732-e738. Published 2018 Aug 1. doi:10.4317/jced.54436
6. Baroudi K, Rodrigues JC. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(6):ZE18-ZE24. doi:10.7860/JCDR/2015/12294.6129
7. Strazzi-Sahyon HB, Rocha EP, Assunção WG, Dos Santos PH. Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2020;40(1):129-134. doi:10.11607/prd.4437
8. Elias CN e Lopes HP. Materiais dentários: ensaios mecânicos. 1º ed. São Paulo: Santos; 2007. p. 266.
9. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *J Dent Res*. 2015;94(9):1179-1186. doi:10.1177/0022034515594786
10. Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. *Dent Mater*. 2016;32(12):1586-1599. doi:10.1016/j.dental.2016.09.034
11. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res*. 2017;31(suppl 1):e61. Published 2017 Aug 28. doi:10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061
12. Soares CJ, Rodrigues MP, Oliveira LRS, et al. An Evaluation of the Light Output from 22 Contemporary Light Curing Units. *Braz Dent J*. 2017;28(3):362-371. doi:10.1590/0103-6440201601466