

INFLUÊNCIA DE DOIS TIPOS DE LUZ LED E DA ESPESSURA DE INCREMENTOS NA MICRODUREZA DE UMA RESINA COMPOSTA DE BAIXA CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO E NANOHÍBRIDA

Mariana Baroze¹, Roberto Almela Hoshino², Isis Almela Endo Hoshino³

1-Graduanda em Odontologia no Instituto de Ensino Superior de Catanduva – IMES/FAFICA.

2-Doutor em Endodontia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Araraquara.

3-Mestra em Dentística pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Araçatuba.

Autor de Correspondência:

Isis Almela Endo Hoshino

E-mail: isishoshino@hotmail.com

Instituto Municipal de Ensino Superior – IMES Catanduva -SP. Avenida Daniel Dalto s/n – Rodovia Washington Luis - SP 310 - Km 382, Cx Postal 86 – CEP 15.800-970 – Catanduva/SP.

OBJETIVO

Avaliar a microdureza superficial (KHN) de uma resina composta de baixa contração de polimerização (FOB) e uma resina composta nanohíbrida (ZXT), variando a espessura dos incrementos e a fonte de luz LED. **Materiais e Métodos:** 180 espécimes em resina foram confeccionados para avaliar a KHN, sendo divididos em 12 grupos (n=15) de acordo com a espessura/tipo de resina e a unidade de luz LED. Os grupos ZXT utilizou-se a técnica incremental com a inserção de incrementos de 2 mm até completar a espessura desejada, seguida da fotopolimerização por 20 segundos de cada incremento. Nos grupos G1 (2 mm), G2 (3 mm) e G3 (4 mm) a fotoativação ocorreu pela unidade LED monowave Elipar™ DeepCure-L e os G4 (2 mm), G5 (3 mm) e G6 (4 mm) a fotoativação ocorreu com a unidade polywave VALO® Cordless. Nos grupos FOB utilizou-se a técnica de incremento único e fotopolimerização por 20 segundos. Os grupos G7 (2 mm), G8 (3 mm) e G9 (4 mm) receberam aplicação do LED monowave Elipar™ DeepCure-L e os G10 (2 mm), G11 (3 mm) e G12 (4 mm) receberam aplicação do LED polywave VALO® Cordless. Após a confecção dos espécimes, a análise da KHN foi realizada na superfície superior e inferior do espécime (topo/base) com auxílio de um microdurômetro com carga estática de 25 gramas por 10 segundos. Em cada superfície de análise foram realizadas cinco edentações equidistantes na região central do espécime e com distância de 100µm entre cada edentação. Com base nos dados de KHN, a profundidade de cura foi calculada e expresso na forma de porcentagem (%). Uma vez que, os dados apresentaram distribuição fora da normalidade, os testes não paramétricos de Mann Whitney e Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn foram adotados nas comparações de resinas compostas e unidades fotopolimerizadoras. Em relação à profundidade de cura foi uma análise descritiva e expressa em porcentagem (%). **Resultados:** A resina ZXT mostrou maior valores de KHN e apresentaram diferença significativa em relação as espessuras da FOB (p< 0,05). Os valores de KHN foram significativamente maiores quando utilizou o LED Valo® Cordless em ambas as resinas (p< 0,05). Os grupos com as espessuras 2, 3 e 4 mm ZXT exibiram os maiores valores de profundidade de cura e dentro da taxa aceitável, exceto o G6 (73%). Os grupos com espessura de 3 e 4 mm (G12 = G9 < G11 < G8) atingiram taxas abaixo do aceitável de 70% da KHN (base/topo). **Conclusão:** A fotoativação com o LED polywave proporcionou maiores valores de microdureza em ambas as resinas, independente da espessura do incremento. A profundidade de cura não foi influenciada pelo tipo de LED ou tipo de resina composta utilizadas, entretanto, incrementos espessos de resina de baixa contração de polimerização atingiram taxas abaixo do aceitável de 70% da KHN (base/topo).

Palavras chaves: Luzes de cura dentária; Resinas compostas; Testes de dureza;

ABSTRACT

Objective: To evaluate the surface microhardness (KHN) of a low polymerization shrinkage (FOB) composite resin and a nanohybrid composite resin (ZXT), varying the thickness of the increments and the LED light source. **Materials and Methods:** 180 resin specimens were fabricated to assess KHN, divided into 12 groups (n=15) according to resin thickness/type and LED light unit. For the ZXT groups, the incremental technique was used with the insertion of 2 mm increments until the desired thickness was completed, followed by light curing for 20 seconds of each increment. In groups G1 (2 mm), G2 (3 mm) and G3 (4 mm) photoactivation was performed using the Elipar™ DeepCure-L monowave LED unit, and G4 (2 mm), G5 (3 mm) and G6 (4 mm) Photoactivation took place with the VALO® Cordless polywave unit. In the FOB groups, the single increment technique and light curing for 20 seconds were used. Groups G7 (2 mm), G8 (3 mm) and G9 (4 mm) received the monowave LED Elipar™ DeepCure-L and G10 (2 mm), G11 (3 mm) and G12 (4 mm) received the Polywave VALO® Cordless LED. After making the specimens, the KHN analysis was performed on the upper and lower surface of the specimen (top/bottom) with the aid of a microdurometer with a static load of 25 grams for 10 seconds. On each analysis surface, five equidistant indentations were made in the central region of the specimen, with a distance of 100µm between each indentation. Based on the KHN data, the depth of cure was calculated and expressed as a percentage (%). Since the data presented non-normal distribution, the non-parametric tests of Mann Whitney and Kruskal-Wallis and Dunn's post-test were adopted in the comparisons of composite resins and curing units. Regarding the depth of healing, a descriptive analysis was carried out and expressed in percentage (%). **Results:** The ZXT resin showed higher KHN values and showed a significant difference in relation to FOB thickness ($p < 0.05$). KHN values were significantly higher when using Valo® Cordless LED in both resins ($p < 0.05$). The groups with thicknesses 2, 3 and 4 mm ZXT exhibited the highest values of depth of cure and within the acceptable rate, except for G6 (73%). The groups with a thickness of 3 and 4 mm ($G12 = G9 < G11 < G8$) reached rates below the acceptable level of 70% of the KHN (bottom/top). **Conclusion:** Photoactivation with polywave LED provided higher microhardness values in both resins, regardless of the thickness of the increment. Depth of cure was not influenced by the type of LED or type of composite used, however, thick increments of low polymerization shrinkage resin achieved rates below the acceptable 70% KHN (bottom/top).

Key words: Dental curing lights; Composite resins; Hardness tests;

INTRODUÇÃO

Com excelentes propriedades ópticas e mecânicas, as resinas compostas tem reportado bom desempenho e longevidade clínica(1, 2). Entretanto, ainda estão distantes de serem consideradas como material ideal para substituir grandes perdas de estrutura dentária(3, 4).

Dentre as propriedades desfavoráveis, destaca-se a contração de polimerização e o coeficiente de expansão térmica diferente da estrutura dental(5). Estas características geram forças de tensão na interface da restauração, tornando-as mais susceptíveis às falhas na integridade marginal e desenvolvimento de recidivas de cárie em curto prazo(5, 6). Essas falhas são frequentemente observadas à medida que aumenta a profundidade e extensão da cavidade.

No intuito de reduzir as deficiências deste material, e obter melhor desempenho clínico em cavidades amplas e profundas(5-7) foram desenvolvidos compósitos de baixa contração de polimerização(8). Com a possibilidade de serem inseridas em incremento único com espessura de 4 a 6 mm (4-6, 9-12), a utilização desse compósito tem simplificado a técnica restauradora, além de diminuir os riscos de contaminação, formação de bolhas e reduzir o tempo clínico comparado a técnica incremental (3, 13, 14).

Entretanto, a eficácia da polimerização e a profundidade de cura têm sido amplamente questionadas (15), uma vez que, a polimerização ineficiente pode influenciar na falha precoce das restaurações e nas propriedades mecânicas do material (15, 16).

A incorporação de fotoiniciadores com espectro de absorção menor que aqueles frequentemente utilizados (canforoquinona) (17, 18) associado a utilização de aparelhos fotoativadores do tipo LED (*light emitting diodes*) de alta potência tem sido as principais estratégias adotadas para garantir maior grau de conversão e polimerização adequada em diferentes profundidades(10, 11, 17, 19). Em contraste com seus antecessores, os LEDs demonstram maior eficiência na fotopolimerização (14) e podem apresentar múltiplos comprimentos de onda(16). Tradicionalmente, os LEDs “monowave” emitem um comprimento de onda na faixa de luz azul (450-490 nm) (16, 20) ao passo que, o sistema de “polywave”, emite uma combinação de luz violeta com a azul (395nm – 480nm)(20).

Outro aspecto importante das resinas de baixa contração de polimerização que influencia a cadeia de polimerização é a sua maior translucidez. Na literatura, essa característica é descrita como um fator fundamental para o sucesso da restauração final da resina tipo Bulk Fill (FOB) (21), contudo, proporciona uma estética menos satisfatória quando comparada a resinas convencionais(22).

Em função disso, recentemente os fabricantes lançaram um novo compósito de baixa contração de polimerização com características ópticas semelhantes as resinas compostas convencionais. Para alcançar esse efeito sem afetar a profundidade de cura foi necessário adicionar monômeros específicos, como o “Addition-Fragmentation Monomer” (AFM) e o “Aromatic Urethane Dimethacrylate” (AUDMA), além do radiopacificador a base de fluoreto de itérbio (YbF₃).

Desta forma, devido à escassez de informações a respeito desses novos materiais, estudos laboratoriais e clínicos devem ser realizados para se comprovar o desempenho desse novo compósito, levando-se em consideração a espessura do incremento de resina e a influência da luz LED na cura e na dureza deste material.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar microdureza superficial e a profundidade de cura de uma resina composta de baixa contração de segunda geração em comparação a uma resina composta convencional nanohíbrida, variando o sistema de fotoativação e a espessura dos incrementos.

As hipóteses nulas testadas foram:(1) a variação da espessura do incremento de resina; e (2) os sistemas de fotoativação Monowave e Polywave não influenciarão na microdureza superficial;

Materiale métodos

Delineamento experimental

Os fatores em estudo foram: (1) sistema de fotoativação, em dois níveis (monowave- Elipar DeepCure-L e polywave- Valo Cordless), (2) material restaurador, em dois níveis (resina composta de baixa contração de polimerização- FiltekOne Bulk Fill Restorative (FOB) e resina composta nanohíbrida- Filtek Z350XT (ZXT)) e (3) espessura do incremento de resina, em três níveis (2, 3 e 4 mm). A amostragem foi composta por 180

corpos de provas de resina composta em forma de pastilhas. As variáveis de resposta foram microdureza superficial e profundidade de cura.

Confeção dos espécimes para o ensaio de microdureza Knoop(KHN)

Para o ensaio de microdureza foram realizados 180 espécimes para FOB e ZXT que foram distribuídos em doze grupos de estudo (n=15). Os espécimes foram confeccionados com a utilização de uma matriz de politetrafluoretileno com orifícios de 4 mm diâmetro e espessura de 2, 3 e 4 mm. Após a inserção da resina composta foram fotoativados pelo tempo de 20 segundos de acordo com a unidade de fotopolimerização correspondente a cada grupo do estudo. A distância da ponta da fonte fotopolimerizadora LED com a superfície do material resinoso a ser irradiado foi padronizada em 0 mm (23).

Nos grupos ZXT utilizou-se a técnica incremental com a inserção de incrementos de 2 mm até a espessura desejada, seguida da fotopolimerização ao final da inserção de cada incremento por 20 segundos. Nos grupos G1 (2 mm), G2 (3 mm) e G3 (4 mm) a fotoativação ocorreu pela unidade LED monowave Elipar™ DeepCure-L (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) no modo standard e os G4 (2 mm), G5 (3 mm) e G6 (4 mm) a fotoativação ocorreu com a unidade polywave VALO® Cordless (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) no modo standard.

Nos grupos FOB utilizou-se a técnica de incremento único e fotopolimerização por 20 segundos. Os grupos G7 (2 mm), G8 (3 mm) e G9 (4 mm) receberam aplicação do LED monowave Elipar™ DeepCure-L (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) no modo standard e os G10 (2 mm), G11 (3 mm) e G12 (4 mm) receberam aplicação do LED polywave VALO® Cordless (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) no modo standard.

Os espécimes confeccionados foram armazenados em câmara umidificadora com temperatura de 37°C, por um período de 24 horas. Para a realização do acabamento e polimento em ambas as superfícies do espécime (“topo” e “base”), ele foi fixado em uma base cilíndrica de resina acrílica (JET, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil) com auxílio de cera pegajosa (ASFER Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil), sendo inicialmente abrasionados com lixa de óxido de alumínio de granulação de 600, 800 e 1200 por 3 minutos em cada granulação, seguindo a ordem decrescente de abrasividade. Em seguida, foram polidos com feltro (MicroCloth, Buehler Inc., Lake Bluff, IL, EUA) e solução de diamante de 1 µm (Metadi, Buehler Inc., Lake Bluff, IL, USA), pelo tempo de 3 minutos.

Após o polimento, todos os espécimes foram lavados em cuba ultrassônica e água destilada, pelo tempo de 5 minutos. Na sequência, o ensaio de KHN foi realizado utilizando um microdurômetro (HMV) 2000 Shimadzu, Tokyo, Japão), com uma ponta Knoop acoplada, o qual foi previamente calibrado em espécime padrão de quartzo para verificar os valores de módulo de microdureza.

Microdureza superficial (KHN superficial)

A análise da KHN superficial foi realizada na superfície superior e inferior do espécime (topo/base) com auxílio de um microdurômetro (HMV 2000 Shimadzu, Tokyo, Japão), com carga estática de 25 gramas por 10 segundos. Em cada superfície de análise foram realizadas cinco edentações equidistantes na região central do espécime e com distância de 100µm entre cada edentação.

Profundidade de cura

Com base nos dados de KHN, a profundidade foi calculada conforme a fórmula abaixo (24) e expresso na forma de porcentagem (%):

$$PC = \frac{B}{T}$$

onde **PC**: profundidade de cura, **B**: valor da KHN base e **T**: valor da KHN topo.

Análise estatística

A média dos valores de microdureza para cada grupo do estudo foi calculada e os resultados submetidos ao teste de aderência a curva de normalidade (Teste de Shapiro – Wilk). Uma vez que, os dados apresentaram

distribuição fora da normalidade, os testes não paramétricos de Mann Whitney e Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn foram adotados nas comparações de resinas compostas e unidades fotopolimerizadoras.

Em relação a profundidade de cura foi uma análise descritiva e expressa em porcentagem (%).

Resultados

KHN superficial

Os resultados da KHN superficial estão demonstrados na Tabela 1.

Foi possível observar que dentro dos grupos que utilizaram as unidades LEDs (Elipar™ DeepCure-L e Valo® Cordless), as espessuras de 2, 3 e 4mm da ZXT obtiveram os maiores valores de KHN superficial e apresentaram diferença significativa em relação as espessuras da FOB ($p < 0.05$).

Na comparação entre as unidades LEDs, os valores de KHN foram significativamente maiores na unidade LED Valo® Cordless em ambas as resinas compostas, havendo diferenças estatísticas com a unidade Elipar™ DeepCure-L entre todas as espessuras ($p < 0,05$), exceto nos grupos G2 e G5 “base” que não apresentaram diferença significativa.

Table1- Média e desvio padrão da KHN, de acordo com a unidade LED, resina composta com diferentes espessuras e posição de edentação.

Resina e espessura (mm)	Posição da edentação	Elipar™ DeepCure-L			VALO® Cordless		
		Média ± Desvio de padrão	Grupo		Média ± Desvio de padrão	Grupo	
ZXT (2 mm)	Topo	91.48 ± 0.28	A b	G 1	98.09 ± 0.55	A a	G 4
	Base	86.48 ± 0.31	A b		88.45 ± 0.58	A a	
ZXT (3 mm)	Topo	87.30 ± 0.16	A b	G 2	95.91 ± 0.51	A a	G 5
	Base	80.21 ± 0.26	A a		79.93 ± 0.59	A a	
ZXT (4 mm)	Topo	86.66 ± 0.30	A b	G 3	94.76 ± 0.48	A a	G 6
	Base	74.25 ± 0.19	A b		69.47 ± 0.49	A a	
FOB (2 mm)	Topo	82.48 ± 0.41	B b	G 7	87.61 ± 0.46	B a	G 10
	Base	72.51 ± 0.34	B b		78.68 ± 0.44	B a	
FOB (3 mm)	1° mm	81.38 ± 0.31	B b	G 8	85.56 ± 0.45	B a	G 11
	3° mm	63.18 ± 0.22	B b		65.71 ± 0.38	B a	
FOB (4 mm)	1° mm	79.38 ± 0.30	B b	G 9	82.48 ± 0.30	B a	G 12
	4° mm	52.50 ± 0.32	B b		54.56 ± 0.41	B a	

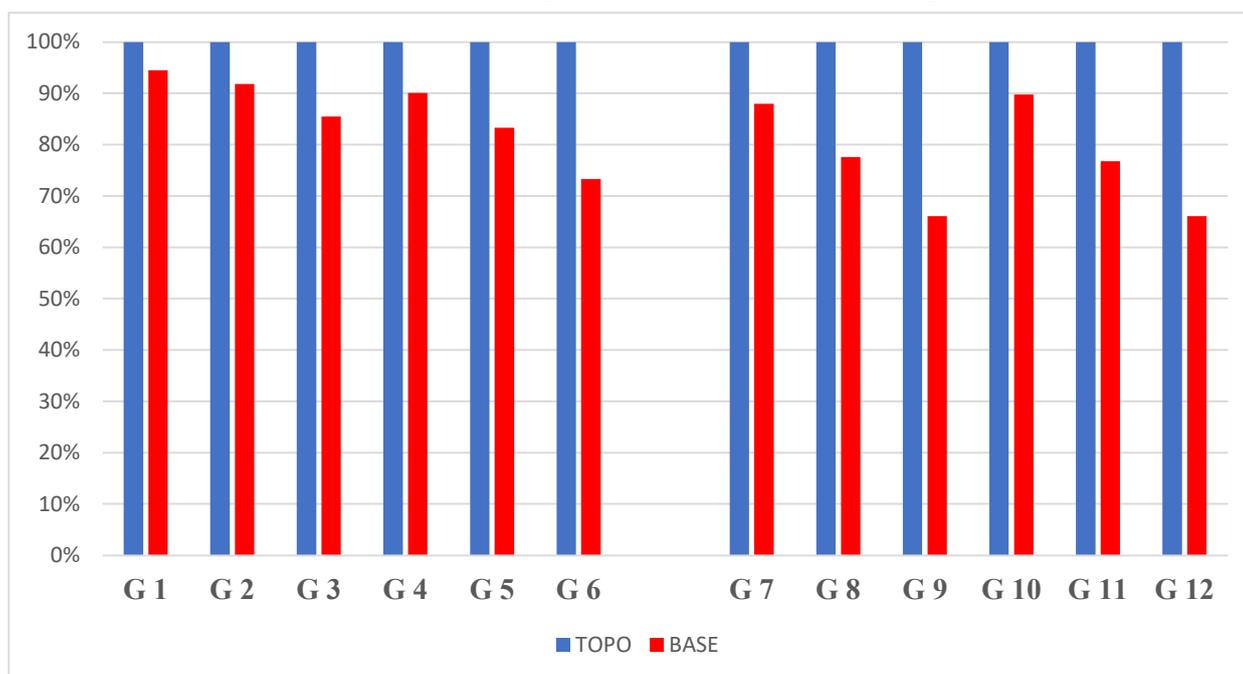
Diferentes letras maiúsculas (dentro da coluna) mostram a diferença entre cada posição de edentação em profundidade entre o ZXT e o FOB no mesmo LED (por exemplo, ZXT2 1°mm vs FOB2 1°mm). Diferentes letras minúsculas (dentro da linha) comparam ZXT e FOB entre LEDs (por exemplo, ZXT2 1°mm EliparvsZXT2 1°mm Valo). As médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significantes ($p < 0,05$)

PROFUNDIDADE DE CURA

Em relação a profundidade de cura (Gráfico 1). Os grupos com as espessuras 2, 3 e 4 mm da resina Z 350 XT, principalmente os que receberam a aplicação de LED Elipar™ DeepCure-L, exibiram os maiores valores de profundidade de cura e dentro da taxa aceitável, exceto o G 6 com espessura de 4mm fotoativado pela unidade LED Valo® Cordless (73%).

Em comparação com a resina ZXT, os grupos da resina FOB exibiram significativamente as menores taxas de profundidade de cura, em ambas as unidades LEDs (Elipar™ DeepCure-L e Valo® Cordless). Os grupos com espessura de 3 e 4 mm (G12 = G9 < G11 < G8) atingiram taxas abaixo do aceitável de 70% da KHN (base/topo).

Gráfico 1-Profundidade de cura na região de TOPO e BASE dos espécimes



DISCUSSÃO

Com o objetivo de avaliar a influência dos sistemas monowave e polywave e a espessura dos incrementos das resinas, neste estudo uma das análises adotadas foi a KHN. Embora consista em um método indireto (25), esse ensaio mecânico é tido como um excelente indicador do grau de polimerização das resinas compostas (25). Uma vez que, a fotoativação adequada permite maior formação de sítios de ligação durante o processo de fotopolimerização(26), logo, quanto maior o grau de conversão dos monômeros, mais elevados serão os valores de KHN registrados.

O sinergismo entre a composição do material e a exposição radiante (Irradiação x tempo), bem como a espessura dos incrementos é responsável por determinar a quantidade de energia que chegará nas camadas mais profundas do material restaurador (25, 27). De acordo com o autor Bouschlicher et al. (2004), para alcançar a conversão dos monômeros nas porções mais profundas da resina composta em grau aceitável, a taxa de KHN da base dos espécimes deverá ser pelo menos 80% do valor máximo de KHN superficial(28).

No presente estudo, a KHN diminuiu à medida que aumentou a espessura dos espécimes, sendo que em 3 e 4mm de profundidade da resina composta de baixa contração de polimerização, a taxa aceitável de 70% de KHN na relação base/topo não foi alcançada. Diante dos resultados encontrados a primeira hipótese nula foi rejeitada.

Como a resina de baixa contração de polimerização é inserida na forma de incremento único de 4 a 5 mm de espessura, uma explicação para tal comportamento está no princípio da lei de Lambert-Beer(27). Este

princípio demonstra que a intensidade da luz emitida decresce exponencialmente à medida que a espessura do espécime aumenta aritmeticamente.

Associado a isso, a adição do radiopacificador YbF_3 na resina de baixa contração de polimerização com o intuito de alcançar melhores propriedades ópticas, aumentou a sua opacidade e conseqüentemente reduziu a irradiância que atingi as camadas mais profundas do compósito (27) independente da unidade LED utilizado.

Embora a irradiância da unidade LED monowave ($\leq 1.470 \text{ mW/cm}$) seja superior ao LED polywave ($\leq 1.000 \text{ mW/cm}$), neste estudo os espécimes fotoativados pela unidade LED polywave registraram os maiores valores de dureza para ambas as resinas analisadas. Contudo, este também apresentou as menores taxas de KHN para a resina Z 350 XT, uma vez que, houve uma variação maior entre as camadas mais superficial para a profundidade analisada na unidade LED polywave em comparação com o LED monowave. Em contraste, a mesma variação entre a taxa de dureza não foi observada para a resina de baixa contração de polimerização, portanto, sendo similar entre as unidades LEDs. Diante dos resultados encontrados, a segunda hipótese nula foi rejeitada.

Estima-se que para a adequada fotoativação de incrementos de 2mm em compósitos convencionais e em 4 mm para resinas de baixa contração de polimerização, a dose mínima de energia necessária seja de $\geq 16 \text{ J/cm}$ e $\geq 20 \text{ J/cm}^2$, respectivamente(15). Yap et al. (2016) relatou polimerização deficiente em resinas de baixa contração de polimerização quando utiliza unidade fotopolimerizadora com irradiância $\leq 700 \text{ mW/cm}$ pelo tempo recomendado do fabricante de 20 segundos, o que resultaria em uma dose total de energia de 16 J/cm^2 , sendo insuficiente para fotopolimerização de resinas de baixa contração de polimerização(29).

Outro fator a ser considerado é o tipo de cadeias poliméricas formadas durante a fotopolimerização (27). O emprego da unidade fotopolimerizadora com alta intensidade luminosa na fase inicial de cura por curto período pode propiciar a formação de cadeias lineares ao invés de cadeias reticuladas, possibilitando menores valores de KHN (27), como visto nas unidades LED monowave. Além disso, os achados de Sahadi et al. (2018) sugerem que os fótons dentro do espectro azul e violeta fornecidos pela unidade LED polywave são capazes de ativar a formação de cadeias poliméricas e conseqüentemente alcançar uma polimerização eficaz, independente do fotoiniciador contido no compósito (30).

A canforquinona, que tem o pico de absorção de luz próximo a 470 nm, é o único fotoiniciador contidos em ambas as resinas empregadas, sendo sensível para a ampla faixa de comprimento de onda dos fotopolimerizadores utilizados(15). No entanto, Gan et al. (2018) ressalta que por possuírem maior intensidade luminosa, as unidades LEDs monowave exibem uma penetração mais profunda dos fótons nos materiais resinosos, especialmente em área de maiores profundidades resinosas (14, 25) justificando os resultados encontrados.

Em um estudo anteriorque utilizou a resina de baixa contração de polimerização antecessora daOne Bulk Fill Restorative, mostrou que a matriz resinosa desse compósito permite que a rede se reorganize e se adapte durante a polimerização por apresentar maior flexibilidade e reatividade, assim reduzindo o encolhimento sem desenvolver tensões significativas(31, 32). Os monômeros presentes nessa resina são o dimetacrilato aromático (AUD-MA), moléculas de fragmentação adicionais (AFM), dimetacrilato de uretano (UDMA) e dimetacrilato de 1,12-dodecano (DDMA), sendo que estes podem reduzir as tensões de contração da polimerização em até 70%(15).

Embora os resultados obtidos neste estudo esclareçam pontos importantes sobre as propriedades mecânicas da resina composta de baixa contração de polimerização de segunda geração frente a utilização de diferentes sistemas de fotoativação, algumas limitações necessitam ser levadas em consideração. Neste estudo não consideramos o grau de conversão direta. Além disso, a simulação da variação térmica simulada através da termociclagem, não representam em sua totalidade as características encontradas na cavidade oral. Desta forma, mais evidências científicas acerca dessa nova resina composta de baixa contração de polimerização se faz necessário antes de extrapolar sua aplicabilidade clínica.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a fotoativação das resinas nanohíbrida (ZXT) e de baixa contração de polimerização (FOB) com utilização do LED polywave proporcionou maiores valores de microdureza, independente da espessura do incremento. A profundidade de cura não foi influenciada pelo tipo de LED ou tipo de resina composta utilizadas, entretanto, incrementos espessos de resina de baixa contração de polimerização atingiram taxas abaixo do aceitável de 70% da KHN (base/topo).

REFERÊNCIAS

1. Alonso V, Darriba IL, Caserio M. Retrospective evaluation of posterior composite resin sandwich restorations with Herculite XRV: 18-year findings. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985) 2017;48:93-101.
2. Pallesen U, van Dijken JW. A randomized controlled 27 years follow up of three resin composites in Class II restorations. *Journal of dentistry* 2015;43:1547-1558.
3. Chi HH. A posterior composite case utilizing the incremental and stratified layering technique. *Operative dentistry* 2006;31:512-516.
4. Durán Ojeda G, Henríquez Gutiérrez I, Tisi JP, Báez Rosales A. A Novel Technique for Bulk-Fill Resin-Based Restorations: Achieving Function and Esthetics in Posterior Teeth. *Case reports in dentistry* 2017;2017:9408591.
5. Duarte S, Jr., Saad JR. Marginal adaptation of Class 2 adhesive restorations. *Quintessence international* (Berlin, Germany : 1985) 2008;39:413-419.
6. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of dentistry* 2015;43:430-439.
7. Opdam NJ, van de Sande FH, Bronkhorst E, Cenci MS, Bottenberg P, Pallesen U, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dental research* 2014;93:943-949.
8. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *British dental journal* 2017;222:337-344.
9. Delgado AJ, Ritter AV, Donovan TE, Ziemiecki T, Heymann HO. Effect of Finishing Techniques on the Marginal Integrity of Resin-Based Composite and Resin-Modified Glass Ionomer Restoration. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]* 2015;27:184-193.
10. Karacolak G, Turkun LS, Boyacioglu H, Ferracane JL. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. *Dental materials journal* 2018;37:206-213.
11. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical oral investigations* 2013;17:227-235.
12. Ilie N, Kessler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013;41:695-702.
13. Orłowski M, Tarczydło B, Chalas R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. *TheScientificWorldJournal* 2015;2015:701262.
14. Lucey SM, Santini A, Roebuck EM. Degree of conversion of resin-based materials cured with dual-peak or single-peak LED light-curing units. *International journal of paediatric dentistry* 2015;25:93-102.
15. Lima RBW, Troconis CCM, Moreno MBP, Murillo-Gomez F, De Goes MF. Depth of cure of bulk fill resin composites: A systematic review. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]* 2018;30:492-501.
16. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-Curing Units: A Review of What We Need to Know. *Journal of dental research* 2015;94:1179-1186.
17. Taubock TT, Tarle Z, Marovic D, Attin T. Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: effects on shrinkage force and monomer conversion. *Journal of dentistry* 2015;43:1358-1364.
18. 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 : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]* 2016;28:122-130.

19. Charton C, Colon P, Pla F. Shrinkage stress in light-cured composite resins: influence of material and photoactivation mode. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 2007;23:911-920.
20. Harlow JE, Rueggeberg FA, Labrie D, Sullivan B, Price RB. Transmission of violet and blue light through conventional (layered) and bulk cured resin-based composites. *J Dent* 2016;53:44-50.
21. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical oral investigations* 2014;18:1991-2000.
22. Aguiar FH, Georgetto MH, Soares GP, Catelan A, Dos Santos PH, Ambrosano GM, et al. Effect of different light-curing modes on degree of conversion, staining susceptibility and stain's retention using different beverages in a nanofilled composite resin. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]* 2011;23:106-114.
23. Price RB, Derand T, Sedarous M, Andreou P, Loney RW. Effect of distance on the power density from two light guides. *Journal of esthetic dentistry* 2000;12:320-327.
24. Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva G. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Operative dentistry* 2014;39:441-448.
25. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, Arista N, Tan C. Bulk-Fill Composites: Effectiveness of Cure With Poly- and Monowave Curing Lights and Modes. *Operative dentistry* 2018;43:136-143.
26. Gajewski VE, Pfeifer CS, Froes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Brazilian dental journal* 2012;23:508-514.
27. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, Taubock TT. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clinical oral investigations* 2015;19:831-840.
28. Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Operative dentistry* 2004;29:698-704.
29. Yap AU, Pandya M, Toh WS. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dental materials journal* 2016;35:503-510.
30. Sahadi BO, Price RB, Andre CB, Sebold M, Bermejo GN, Palma-Dibb RG, et al. Multiple-peak and single-peak dental curing lights comparison on the wear resistance of bulk-fill composites. *Brazilian oral research* 2018;32:e122.
31. Mandava J, Vegesna DP, Ravi R, Boddeda MR, Uppalapati LV, Ghazanfaruddin MD. Microtensile bond strength of bulk-fill restorative composites to dentin. *Journal of clinical and experimental dentistry* 2017;9:e1023-e1028.
32. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 2010;26:e24-37.