

## Efeito de diferentes fotopolimerizadores e meio de imersão na rugosidade e na cor de um compósito nanoparticulado

*Effect of different light curing units and immersion media on roughness and color of a nanofill composite*

Suellen Campos PLASTER<sup>a</sup>, Letícia Monteiro PEIXOTO<sup>a</sup>, Ana Paula Albuquerque GUEDES<sup>b</sup>,  
Daniela Nascimento SILVA<sup>a</sup>, Martha Chiabai Cupertino CASTRO<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil

<sup>b</sup>Faculdade de Odontologia de Araçatuba, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, SP, Brasil

### Resumo

**Introdução:** O consumo excessivo de refrigerantes parece alterar as propriedades dos compósitos e essa alteração pode estar relacionada à unidade fotopolimerizadora. **Objetivo:** Avaliar a alteração da rugosidade superficial ( $\Delta R$ ) e da cor ( $\Delta E$ ) de um compósito polimerizado por diferentes fotopolimerizadores, imerso em água destilada ou Coca-Cola<sup>®</sup>. **Metodologia:** Sessenta amostras da resina nanoparticulada (Filtek<sup>MR</sup> Z350 XT, 3M) foram distribuídas de acordo com as diferentes unidades de fotopolimerização: a) luz halógena de quartzo-tungstênio-halogênio (QTH); b) Luz de Emissão Diodo - LED 1 com ponteira de polímero; c) LED 2 com ponteira de fibra ótica. Metade de cada grupo (n=10) foi mantida em água destilada ou imersa em Coca-Cola<sup>®</sup> 2x/dia por 20 minutos, durante 14 dias. Os dados foram submetidos aos testes Mann-Whitney e Kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ). **Resultado:** A  $\Delta R$  não foi significativa entre os grupos: em água: QTH = 0,006; LED 1 = 0,019; LED 2 = 0,010 ( $p=0,33$ ); em refrigerante: QTH = 0,021; LED 1 = 0,011; LED 2 = 0,030 ( $p=0,86$ ). A  $\Delta E$  não foi significativa entre os fotopolimerizadores: em água: QTH = 1,40; LED 1 = 1,80; LED 2 = 1,60 ( $p=0,31$ ); em refrigerante: QTH = 2,51; LED 1 = 1,91; LED 2 = 2,61 ( $p=0,41$ ), mas foi significativa comparando os meios de imersão ( $p=0,01$ ), exceto para LED 1 ( $p=0,54$ ). **Conclusão:** As unidades fotopolimerizadoras não interferiram na rugosidade superficial e na cor da resina composta nanoparticulada. Os mergulhos diários em refrigerante não alteraram a lisura, mas alteraram a cor de modo visualmente perceptível, mas clinicamente aceitável, conforme os parâmetros da literatura científica.

**Descritores:** Resinas compostas; fotopolimerização; cor; propriedades de superfície.

### Abstract

**Introduction:** The excessive consumption of soft drinks seems to change the properties of composites and may be associated with the light curing unit. **Objective:** To evaluate changes in surface roughness ( $\Delta R$ ) and color ( $\Delta E$ ) of one composite polymerized with different light sources, immersed in distilled water or in Coca-Cola<sup>®</sup>. **Methodology:** Sixty samples of nanofilled resin (Filtek<sup>MR</sup> Z350 XT, 3M) were distributed into following light curing units: a) quartz-tungsten-halogen (QTH) light; b) light emitting diode (LED) with polymer tip (LED 1) and c) LED with optic fiber tip (LED 2). Half of each group (n=10) was kept in water or immersed in Coca-Cola<sup>®</sup> for 20 minutes 2x/day during 14 days. Data were submitted to the Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests ( $p \leq 0.05$ ). **Result:** The  $\Delta R$  was not significant among groups: in water: QTH = 0.006; LED 1 = 0.019; LED 2 = 0.010 ( $p=0.33$ ); in soft drink: QTH = 0.021; LED 1 = 0.011; LED 2 = 0.030 ( $p=0.86$ ). The  $\Delta E$  was not significant among light curing units: in water: QTH = 1.40; LED 1 = 1.80; LED 2 = 1.60 ( $p=0.31$ ); in soft drink: QTH = 2.51; LED 1 = 1.91; LED 2 = 2.61 ( $p=0.41$ ), but was significant compared the immersion media ( $p=0.01$ ), except for LED 1 ( $p=0.54$ ). **Conclusion:** The light curing lights did not interfere with the surface roughness and with color of nanofilled composite. Daily dives in soft drinks did not change smoothness, but the color changed to visually perceptible way, though clinically acceptable, according to the scientific literature parameters.

**Descriptors:** Composite resins; photopolymerization; color; surface properties.

## INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos e bebidas ácidas aumentou nos últimos anos como resultado de mudanças no estilo de vida e tem contribuído amplamente para o surgimento de erosões dentárias. Tal desgaste pode colaborar para a perda de estrutura dental e para a degradação dos materiais odontológicos. No entanto, é impossível evitar o contato com as substâncias potencialmente erosivas ao longo da vida<sup>1</sup>. Alguns medicamentos, devido ao baixo pH e à acidez titulável alta, podem atuar como agentes potencialmente erosivos para os materiais restauradores, especialmente se consumidos com frequência<sup>2</sup>. A exposição da resina composta a bebidas ácidas pode causar um aumento nos parâmetros de solubilidade e sorção de água, os quais podem acelerar o processo de degradação e, desse modo, reduzir a longevidade das restaurações<sup>2,3</sup>.

Várias investigações demonstraram que, sob condições ácidas, os materiais restauradores dentários sofrem degradação ao longo do tempo<sup>1</sup>. Briso et al.<sup>4</sup> demonstraram uma redução significativa nos valores de microdureza e rugosidade de superfície de uma resina composta após a imersão em água destilada, refrigerante e ácido clorídrico, por cinco semanas. A ação de ácidos sobre os compósitos parece ter impacto direto sobre a lisura, afetando diretamente o brilho e a susceptibilidade ao manchamento<sup>5,6</sup>.

Basicamente, as resinas compostas apresentam uma matriz inorgânica, pela incorporação de carga mineral, unida quimicamente a uma matriz orgânica, composta principalmente por monômeros, além de agentes inibidores, modificadores de cor e sistema iniciador/ativador de polimerização<sup>7,8</sup>. Durante a polimerização do compósito, ocorre a aproximação dos monômeros para a formação de uma cadeia maior chamada de polímero, que compõe a estrutura interna da resina composta. Esta, uma vez exposta ao meio bucal, pode sofrer alterações físicas e mecânicas<sup>8,9</sup>.

A etiologia da mudança de cor dos compósitos é multifatorial e pode estar relacionada com as características do material restaurador, o tipo de fonte de luz empregada na cura e sua densidade de potência<sup>7,10</sup>. A ativação por luz das cadeias poliméricas é realizada principalmente com unidades de quartzo-tungstênio-halógeno (QTH) e com unidades de luz emitida por diodo (LED)<sup>5,11</sup>.

As unidades QTH têm boa efetividade e baixo custo. No entanto, com o passar do tempo, ocorre a diminuição da sua potência após exposições repetidas, além da deterioração da lâmpada, do refletor ou do filtro, e da geração de calor, resultando numa redução da eficácia da polimerização<sup>10,11</sup>. Já as unidades LED emitem menos calor quando comparadas aos aparelhos QTH de mesma intensidade, são mais silenciosas e menores, permitem acoplar pequenas baterias, têm vida útil longa e não necessitam de filtros ou ventiladores. Tais vantagens fizeram com que as unidades LED se tornassem mais populares, sendo comercializadas com diferentes intensidades de potência e com ponteiros de fibra ótica e de polímero<sup>12,13</sup>.

Por muitos anos, as ponteiros de fibra ótica eram a única opção para fotopolimerizadores. As ponteiros poliméricas possuem menor custo e surgiram, inicialmente, com uma proposta de serem descartadas após a utilização, eliminando o tempo e as despesas de esterilização e manutenção<sup>14</sup>. Entretanto, ainda existem dúvidas

quanto à eficiência das ponteiros poliméricas na transmissão da luz, o que poderia ocasionar uma polimerização deficiente<sup>14,15</sup>.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a alteração da rugosidade superficial ( $\Delta R$ ) e da cor ( $\Delta E$ ) de um compósito nanoparticulado, fotopolimerizado por diferentes unidades de fotopolimerização e submetido à imersão em água destilada ou Coca-Cola<sup>®</sup>. A hipótese nula testada foi de que a polimerização por fonte QTH ou LED, seja com ponteira de polímero ou de fibra ótica, não interfere na rugosidade superficial e na cor de uma resina quando exposta a diferentes meios de imersão.

## METODOLOGIA

Neste estudo, foi utilizada a resina composta nanoparticulada Filtek<sup>MR</sup> Z350 XT (3M ESPE Produtos Odontológicos, St. Paul, MN, EUA), cor A2E esmalte, para preparação de 60 amostras medindo 6 mm × 6 mm × 2 mm, com o auxílio de uma matriz de teflon. Sobre o compósito, foi posicionada uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro, a fim de nivelar o material na borda superior da matriz, eliminar os excessos e evitar bolhas. Três diferentes unidades de fontes de luz com comprimento de onda dentro do intervalo de absorção da canforoquinona (459-490 nm) foram posicionadas perpendicularmente à resina composta para polimerização. Inicialmente, com auxílio de um radiômetro (RD-7, Ecel Indústria e Comércio Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil), foi registrada a intensidade luminosa ou irradiância ( $mW/cm^2$ ) da unidade de quartzo-tungstênio-halógeno QTH (OPTILUX 400, Demetron/Kerr Corp., Orange, CA, EUA) igual a 600  $mW/cm^2$  e duas unidades de Emissão de Luz de Diodo: LED 1 (Emitter C, Schuster, Guilin, Guangxi, China) igual a 713  $mW/cm^2$ , com ponteira de polímero, e LED 2 (Bluephase 100-240 v, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) igual a 1040  $mW/cm^2$ . A densidade de energia total (dose) foi calculada pela seguinte fórmula<sup>12</sup>, sendo ajustada para 12  $J/cm^2$ , variando o tempo de exposição para QTH = 20s; LED 1 = 17s e LED 2 = 12s.

$$ED = mW/cm^2 \times \text{segundos}/1000 \quad (1)$$

Essa dose respeitou as recomendações do fabricante<sup>16</sup>, que orienta a intensidade mínima de 400  $mW/cm^2$  por 20 segundos, na faixa espectral de 400-500 nm para incrementos de 2 mm. Após 24 h, as amostras foram colocadas em um suporte de acrílico para desgaste e polimento da superfície superior de cada bloco. O desgaste foi realizado manualmente em politriz horizontal (APL-04D, Arotec Indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil), com lixas de papel impregnadas com Carbetto de Silício, com as diferentes granulações: 600; 800; 1200, sequencialmente, por um minuto para cada lixa. Em seguida, as amostras foram polidas com disco de feltro e pasta diamantada pelo mesmo tempo. As amostras foram limpas em cuba ultrassônica 2210 (Bransson Ultrasonic Corp., EUA) contendo água deionizada, durante cinco minutos, após utilizar cada lixa de diferente granulação e, ao final de todo o processo, de modo a evitar resíduos de grânulos da lixa antecessora. Ao término do polimento, as amostras foram marcadas com uma broca esférica diamantada na superfície inferior, não polida, para que as medições fossem realizadas sempre na superfície superior e na mesma posição. Sessenta amostras foram distribuídas aleatoriamente

em três grupos, de acordo com a unidade de fotopolimerização empregada. Metade das amostras de cada grupo (n=10) foi mantida na água destilada (meio neutro) em estufa a 37°C, durante todo o experimento, e a outra parte, submetida a banhos de imersão em refrigerante Coca-Cola® (meio ácido). Essa imersão consistia em dois banhos diários de 20 minutos, com intervalo mínimo de cinco horas entre eles, por um período de 14 dias. O recipiente com o refrigerante foi mantido sobre um vibrador de gesso para agitar a bebida, que foi trocada a cada ensaio de imersão. Em seguida, as amostras foram lavadas em água corrente por 40 s e armazenadas em microtubo (Eppendorf) com 5 mL de água destilada até o momento de imersão seguinte (Figura 1).

A leitura da rugosidade superficial (Ra) foi registrada pelo Rugosímetro (HMV-2000, Kyoto, Japão). O valor de Ra representa a média aritmética entre picos e vales registrados, e foi obtido a partir de três leituras realizadas em cada amostra, em diferentes posições. A alteração da rugosidade superficial ( $\Delta R$ ) foi calculada a partir da diferença entre as médias da rugosidade das amostras obtidas nos momentos final e inicial ( $\Delta R = \text{valor final} - \text{valor inicial}$ ).

Para tomada da cor de cada amostra, foi utilizado o espectrofotômetro VITA Easyshade® Advance 4.0 (VITA Zahnfabrik, Germany), previamente calibrado e seguindo as instruções do fabricante. A alteração da cor ( $\Delta E$ ) foi mensurada de acordo com o sistema *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE)  $L^* a^* b^*$ , em que  $L^*$  indica a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco);

$a^*$  indica a cor (matiz) e a saturação (croma) no eixo vermelho-verde ( $-a^* = \text{verde}$ ;  $+a^* = \text{vermelho}$ );  $b^*$  indica a cor e a saturação no eixo azul-amarelo ( $-b^* = \text{azul}$ ;  $+b^* = \text{amarelo}$ ). O sistema informa a variação de cor, final menos inicial, calculada pela equação:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (2)$$

Um e Ruyter<sup>17</sup> classificaram os valores de  $\Delta E$  iguais ou superiores a 1,0 como alteração visualmente perceptível e, acima de 3,3, como valores clinicamente inaceitáveis.

Os dados obtidos para  $\Delta R$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  foram submetidos à estatística descritiva, médias e desvios padrão. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi empregado para comparar as médias entre as unidades fotopolimerizadoras, enquanto o teste de Mann-Whitney foi aplicado na comparação entre os meios de imersão. O nível de significância utilizado foi de 5% e o intervalo de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ). O *software* estatístico utilizado nas análises foi o IBM SPSS *Statistics version 21*.

## RESULTADO

A Tabela 1 mostra a alteração da rugosidade superficial (média  $\pm$  desvio padrão) da resina composta fotopolimerizada por diferentes unidades de polimerização e imersas em água destilada ou Coca-Cola®. Observa-se que não houve diferença estatística na

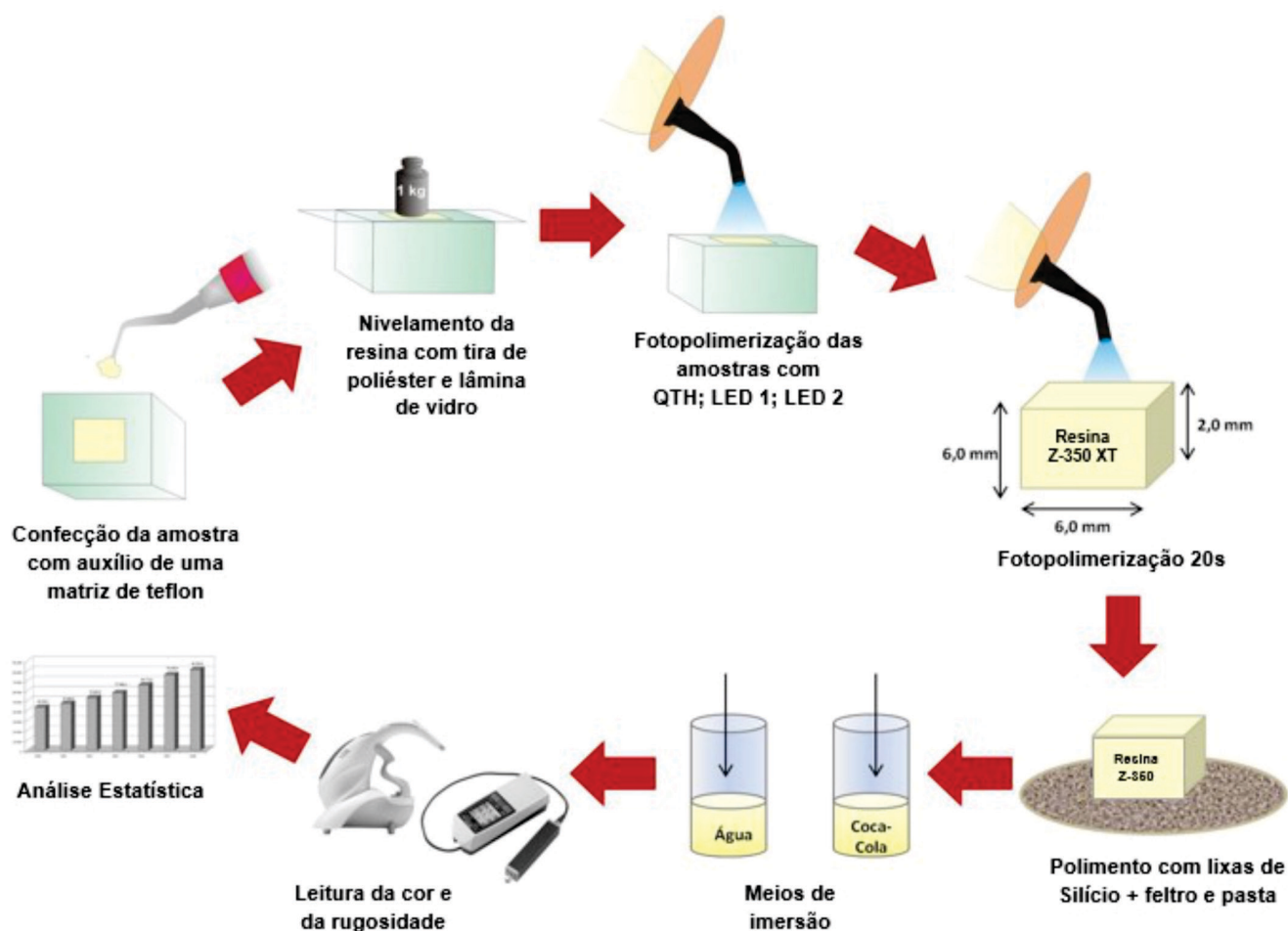


Figura 1. Organograma do delineamento experimental da pesquisa.

rugosidade de superfície ao se compararem as médias das amostras, tanto entre as diferentes unidades de polimerização, como também entre os meios de imersão ( $p > 0,05$ ).

A Tabela 2 compara  $\Delta E$  de acordo com o sistema CIE L\*a\*b\* entre os grupos. Não houve diferença significativa na cor da resina em função da fonte polimerizadora. Na comparação entre os meios de imersão, verifica-se que as amostras imersas em Coca-Cola® obtiveram as maiores médias em todos os grupos, sendo que a  $\Delta E$  foi estatisticamente significativa nos grupos QTH e LED 2. Para o

grupo LED 1, a  $\Delta E$  não foi significativa, com médias muito próximas entre a água destilada ( $1,80 \pm 0,60$ ) e a Coca-Cola® ( $1,91 \pm 0,60$ ).

Na Tabela 3, ao se comparar a alteração de cor no eixo a\* ( $\Delta a$ ) das amostras imersas em água destilada ou Coca-Cola® distintamente, verifica-se um aumento significativo das médias para os grupos QTH e LED 2 ( $p < 0,01$ ), acentuando o pigmento vermelho nas amostras submetidas à Coca-Cola®. Entretanto, para o grupo LED 1, a alteração do parâmetro a\* não foi estatisticamente significativa. A  $\Delta a$  das amostras entre as diferentes unidades de fotopolimerização,

**Tabela 1.** Comparação de  $\Delta R$  de uma resina nanoparticulada polimerizada com diferentes fotopolimerizadores e imersa em água destilada ou Coca-Cola®

Meios de imersão	Fotopolimerizadores			p-valor**
	QTH Média ( $\pm DP$ )	LED1 Média ( $\pm DP$ )	LED2 Média ( $\pm DP$ )	
Água destilada	0,006 ( $\pm 0,03$ )	0,019 ( $\pm 0,02$ )	0,010 ( $\pm 0,01$ )	0,33
Refrigerante Coca-Cola®	0,021 ( $\pm 0,03$ )	0,011 ( $\pm 0,02$ )	0,030 ( $\pm 0,04$ )	0,86
<b>p-valor*</b>	0,12	0,47	0,49	-

QTH = Quartzo-Tungstênio-Halógeno Optilux 400; LED1 = Emissão de Luz Diodo Schuster; LED2 = Emissão de Luz Diodo Bluephase; DP = desvio padrão; p-valor = diferença significativa para  $p < 0,05$ ; \*Teste de Mann-Whitney; \*\*Teste de Kruskal-Wallis.

**Tabela 2.** Comparação de  $\Delta E$  de uma resina nanoparticulada polimerizada com diferentes fotopolimerizadores e imersa em água destilada ou Coca-Cola®

Meios de imersão	Fotopolimerizadores			p-valor**
	QTH Média ( $\pm DP$ )	LED1 Média ( $\pm DP$ )	LED2 Média ( $\pm DP$ )	
Água destilada	1,40 ( $\pm 0,90$ ) <sup>A</sup>	1,80 ( $\pm 0,60$ ) <sup>A</sup>	1,60 ( $\pm 0,49$ ) <sup>A</sup>	0,31
Refrigerante Coca-Cola®	2,51 ( $\pm 0,98$ ) <sup>A</sup>	1,91 ( $\pm 0,60$ ) <sup>A</sup>	2,61 ( $\pm 0,85$ ) <sup>A</sup>	0,41
<b>p-valor*</b>	<b>0,01*</b>	0,54	<b>0,01*</b>	-

QTH = Quartzo-Tungstênio-Halógeno Optilux 400; LED1 = Emissão de Luz Diodo Schuster; LED2 = Emissão de Luz Diodo Bluephase; DP = desvio padrão; p-valor = diferença significativa para  $p < 0,05$ ; \*Teste de Mann-Whitney; \*\*Teste de Kruskal-Wallis. Letras diferentes apresentam diferença significativa entre si.

**Tabela 3.** Comparação de  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  e  $\Delta L$  de uma resina nanoparticulada polimerizada com diferentes fotopolimerizadores e imersa em água destilada ou Coca-Cola®

Sistema CIE L* a*b*	Meios de imersão	Fotopolimerizadores			p-valor**
		QTH Média ( $\pm DP$ )	LED1 Média ( $\pm DP$ )	LED2 Média ( $\pm DP$ )	
$\Delta a$	Água destilada	0,53 ( $\pm 0,22$ ) <sup>B</sup>	0,78 ( $\pm 0,20$ ) <sup>C</sup>	0,24 ( $\pm 0,33$ ) <sup>A</sup>	<0,01**
	Coca-Cola®	0,83 ( $\pm 0,18$ ) <sup>A</sup>	0,59 ( $\pm 0,45$ ) <sup>A</sup>	0,90 ( $\pm 0,18$ ) <sup>A</sup>	0,15
	<b>p-valor*</b>	<0,01**	0,15	<0,01**	-
$\Delta b$	Água destilada	0,35 (0,98) <sup>B</sup>	1,22 (0,56) <sup>C</sup>	-0,87 (0,55) <sup>A</sup>	<0,01**
	Coca-Cola®	-1,19 (0,65) <sup>A</sup>	-0,53 (0,89) <sup>A</sup>	-1,34 (1,06) <sup>A</sup>	0,19
	<b>p-valor*</b>	<0,01*	<0,01*	0,11	-
$\Delta L$	Água destilada	-0,46 (1,14) <sup>A</sup>	-0,80 (0,76) <sup>A</sup>	0,96 (0,85) <sup>B</sup>	<0,01**
	Coca-Cola®	-1,58 (1,55) <sup>A</sup>	-1,14 (1,13) <sup>A</sup>	-0,37 (2,03) <sup>A</sup>	0,59
	<b>p-valor*</b>	<0,01*	0,15	<0,01*	-

QTH = Quartzo-Tungstênio-Halógeno Optilux 400; LED1 = Emissão de Luz Diodo Schuster; LED2 = Emissão de Luz Diodo Bluephase; DP = desvio padrão; p-valor = diferença significativa para  $p < 0,05$ ;  $\Delta a$  = alteração de cor no eixo verde-vermelho;  $\Delta b$  = alteração de cor no eixo azul-amarelo;  $\Delta L$  = alteração de luminosidade; \*Teste de Mann-Whitney; \*\*Teste de Kruskal-Wallis. Letras diferentes apresentam diferença significativa entre si.



quando imersas em água destilada, foram estatisticamente diferentes, e tiveram médias crescentes nesta ordem: LED 2 = 0,24; QTH = 0,53 e LED 1 = 0,78. Na análise do parâmetro  $b^*$ , verifica-se diferença significativa entre os grupos QTH e LED 1 ( $p < 0,01$ ) na comparação entre os meios de imersão, ou seja, houve uma maior saturação da cor para o azul. A  $\Delta b$  entre as unidades de fotopolimerização foi estatisticamente significativa para o meio de imersão água destilada ( $p < 0,01$ ). Ao se avaliar  $\Delta L$ , observa-se diferença significativa entre os grupos em água destilada. O grupo LED 2 apresentou maior valor de luminosidade. Entretanto, os valores diminuíram quando as amostras foram imersas em Coca-Cola®, com diferença estatística entre os aparelhos QTH e LED 2.

## DISCUSSÃO

A polimerização da resina composta deve ser efetiva, com a formação de cadeias poliméricas, de modo a não interferir nas propriedades físicas do material<sup>9,13</sup>. No entanto, consequências indesejáveis podem ocorrer, tais como sensibilidade pós-operatória, aumento da infiltração marginal, maior desgaste e modificação da cor, comprometendo a longevidade da restauração<sup>6,18</sup>.

No presente estudo, a hipótese nula foi parcialmente aceita, pois as diferentes unidades de polimerização não interferiram significativamente na rugosidade de superfície da resina composta (Tabela 1). A imersão em Coca-Cola® (meio ácido), quando comparada à imersão em água destilada (meio neutro), também não mostrou diferença estatística. A explicação pode ser pelo fato de a resina Filtek Z350 XT apresentar boa lisura superficial devido à característica nanométrica das partículas de carga<sup>7,8</sup>. Braga et al.<sup>19</sup> observaram alteração na rugosidade de superfície ao submeterem uma resina microhíbrida em meio ácido por dez dias. Valinoti et al.<sup>2</sup> notaram alteração na rugosidade superficial tanto nas resinas microhíbridas testadas como em uma nanoparticulada, imersas em medicamentos ácidos por 12 dias. Santos et al.<sup>20</sup> verificaram alterações na superfície de uma resina nanoparticulada após submeterem as amostras a banhos de cinco minutos, três vezes ao dia, por 60 dias. Mesmo com diferenças metodológicas em relação às substâncias ácidas utilizadas e aos períodos de imersão, a literatura sinaliza para uma alteração da rugosidade, e de forma variada, após imersão em meio ácido, sendo ainda mais evidente quando combinada à escovação<sup>6,19</sup>. Em relação à alteração de cor da resina testada, a hipótese nula formulada foi aceita para os diferentes fotopolimerizadores, mas recusada para imersão em refrigerante.

Todos os grupos avaliados tiveram  $\Delta E$  maior que 1,0 e menor que 3,0, significando alterações perceptíveis, mas clinicamente aceitáveis<sup>5,6,10,18,21,22</sup>. Os valores de  $\Delta E$  foram maiores para as amostras imersas em Coca-Cola® e estatisticamente significantes para as resinas fotopolimerizadas por QTH e LED 2 ( $p = 0,01$ ). As  $\Delta E$  não foram significantes para as diferentes unidades de polimerização, quando as amostras foram submetidas ao mesmo meio de imersão (Tabela 2). Esses resultados corroboram com estudos que mantiveram uma resina nanoparticulada em saliva artificial após serem polimerizadas com QTH e LED<sup>20</sup>. Yazici et al.<sup>13</sup> também não encontraram diferença significativa no comportamento clínico de

restaurações cervicais não cariosas fotopolimerizadas com QTH e LED, após um período de três anos.

A fotopolimerização das resinas compostas é grandemente influenciada pela densidade de potência, intensidade de luz ou irradiância de uma unidade de polimerização<sup>12,18</sup>. As unidades de fotopolimerização apresentam diferentes energia de potência ( $mW/cm^2$ ), o que pode afetar a estrutura interna das cadeias poliméricas e o grau de conversão do material<sup>23,24</sup>; e, desse modo, alterar o grau de absorção do compósito, levando à alteração da cor da restauração<sup>5,25</sup>. No presente estudo, a densidade de energia (dose) foi calculada para  $12 J/cm^2$ , para que todas as unidades testadas recebessem a mesma quantidade de energia na polimerização<sup>12</sup>. Por outro lado, Halvorson et al.<sup>24</sup> observaram maior eficiência da unidade de fotopolimerização LED, ao ser comparada à unidade QTH, utilizando densidades de energia semelhantes. As unidades LED têm faixa espectral estreita com pico variando por volta de 470 nm, o que corresponde ao comprimento de onda de absorção ótima para a ativação da canforquinona, com consequente aumento do grau de conversão da resina composta<sup>5,13</sup>.

No presente estudo, observou-se diferença significativa para  $\Delta a$  e  $\Delta b$  (Tabela 3) entre os diferentes fotopolimerizadores em água destilada. O LED com ponteira de polímero alcançou a maior média em ambos os parâmetros, mas não o suficiente para que a  $\Delta E$  fosse estatisticamente significativa (Tabela 2). De modo geral, a composição do material, o tipo de sistema fotoiniciador e a taxa de conversão desempenham um papel importante para a estabilidade da cor das resinas<sup>18,21</sup>. Oliveira et al.<sup>10</sup> testaram a estabilidade de cor da resina nanoparticulada Filtek Z350 XT em solução ácida e notaram efeito deletério do material devido ao amolecimento da matriz resinosa, que pode promover a sua degradação, aumentando a suscetibilidade ao manchamento. A taxa de calor emitida por uma unidade de polimerização também pode interferir nas propriedades da resina. Egilmez et al.<sup>25</sup> observaram que compósitos nanoparticulados são mais sensíveis a aparelhos que emitem calor e podem produzir uma maior mudança da cor comparada à polimerização por unidade de luz LED. Para Vandewalle et al.<sup>11</sup>, não houve diferença na emissão de calor nas unidades QTH e LED quando utilizaram a mesma densidade de energia.

Os materiais restauradores, uma vez na cavidade oral, são expostos a uma variedade de condições adversas, incluindo a presença de alimentos e bebidas ácidas<sup>1,9</sup>. Um grande número de pesquisas relata que as resinas compostas são suscetíveis à alteração da cor após imersão em soluções, como café, chá e outras bebidas<sup>6,22</sup>. A Coca-Cola® é um refrigerante comercializado mundialmente e apresenta alta acidez,  $pH = 3,1^3$ . Esta bebida pode agir como um agente plastificante que acelera a taxa de absorção de água na resina composta, com redução das interações poliméricas intercadeias<sup>3,5</sup>. Esta absorção de água pode causar a degradação da matriz orgânica e até perda de partículas de carga<sup>5,20</sup>. Karaman et al.<sup>22</sup> observaram alteração de cor, rugosidade e microdureza estatisticamente significativa em diferentes compósitos submetidos à imersão em Coca-Cola® por 15 dias, comparadas à imersão em água destilada.

No presente estudo, a alteração de cor das amostras imersas em meio ácido se confirmou quando polimerizadas pelas unidades QTH e LED com ponteira de fibra ótica. Para a unidade LED com

ponteira de polímero, a  $\Delta E$  não foi estatisticamente significativa, como mostra a Tabela 2. Para Ccahuana-Vásquez et al.<sup>15</sup>, a procedência e as características inerentes às ponteiros de polímero influenciam a eficiência de transmissão de luz. A média de  $\Delta E$  em água destilada foi a mais elevada e ficou muito próxima da média das amostras submetidas a banhos de imersão em Coca-Cola®. O comportamento dessas amostras talvez possa ser explicado não pela influência do meio de imersão, mas devido à influência do grau de conversão da resina ao ser polimerizada pela unidade com ponteira de polímero<sup>5,7,23</sup>. Beun et al.<sup>8</sup>, ao utilizarem uma unidade de polimerização LED por 10 s, observaram menor grau de conversão em diferentes compósitos, dentre os quais duas

resinas nanoparticuladas, devendo ser utilizado por maior tempo de exposição.

## CONCLUSÃO

As três unidades fotopolimerizadoras testadas não interferiram na rugosidade superficial e na cor da resina composta nanoparticulada. Os mergulhos diários de 20 minutos por 14 dias em refrigerante não interferiram na lisura superficial da resina; a cor sofreu alteração, de modo visualmente perceptível, mas clinicamente aceitável, conforme os parâmetros da literatura científica.

## REFERÊNCIAS

1. Wang X, Lussi A. Assessment and management of dental erosion. *Dent Clin North Am.* 2010 Jul;54(3):565-78. PMID:20630197. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cden.2010.03.003>.
2. Valinoti AC, Neves BG, Silva EM, Maia LC. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and ph-cycling. *J Appl Oral Sci.* 2008 Jul-Aug;16(4):257-65. PMID:19089257. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572008000400006>.
3. Rahim TN, Mohamad D, Md Akil H, Ab Rahman I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater.* 2012 Jun;28(6):e63-70. PMID:22480722. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2012.03.011>.
4. Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP, Catelan A, Santos PH. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent.* 2011 Jul-Aug;36(4):397-402. PMID:21827225. <http://dx.doi.org/10.2341/10-356-L>.
5. Aguiar FH, Georgetto MH, Soares GP, Catelan A, 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. *J Esthet Restor Dent.* 2011 Apr;23(2):106-14. PMID:21477037. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00406.x>.
6. Lepri CP, Palma-Dibb RG. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. *Dent Mater J.* 2012;31(4):689-96. PMID:22864226. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.2012-063>.
7. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J.* 2011 Jun;56(Suppl 1):59-66. PMID:21564116. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>.
8. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater.* 2007 Jan;23(1):51-9. PMID:16423384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.12.003>.
9. Fatima N, Abidi SY, Qazi FU, Jat SA. Effect of different tetra pack juices on microhardness of direct tooth colored-restorative materials. *Saudi Dent J.* 2013 Jan;25(1):29-32. PMID:23960552. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2012.09.002>.
10. Oliveira AL, Botta AC, Campos JA, Garcia PP. Influence of light curing units and fluoride mouthrinse on morphological surface and color stability of a nanofilled composite resin. *Microsc Res Tech.* 2014 Nov;77(11):941-6. PMID:25125375. <http://dx.doi.org/10.1002/jemt.22421>.
11. Vandewalle KS, Roberts HW, Tiba A, Charlton DG. Thermal Emission and Curing Efficiency of LED and halogen curing lights. *Oper Dent.* 2005 Mar-Apr;30(2):257-64. PMID:15853113.
12. Voltarelli FR, Santos-Daroz CB, Alves MC, Peris AR, Marchi GM. Effect of different light-curing devices and aging procedures on composite knoop microhardness. *Braz Oral Res.* 2009 Oct-Dec;23(4):473-9. PMID:20027457. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242009000400019>.
13. Yazici AR, Celik C, Ozgünlaltay G, Dayangaç B. The effects of different light-curing units on the clinical performance of nanofilled composite resin restorations in non-cariou cervical lesions: 3-year follow-up. *J Adhes Dent.* 2010 Jun;12(3):231-6. <http://dx.doi.org/10.3290/j.jad.a17536>. PMID:20157672.
14. Rueggeberg FA, Caughman WF. Factors affecting light transmission of single-use, plastic light-curing tips. *Oper Dent.* 1998 Jul-Aug;23(4):179-84. PMID:9760920.
15. Ccahuana-Vásquez RA, Torres CRG, Araújo MAM, Anido AA. Influência do tipo de ponteira condutora de luz de aparelhos LED na microdureza das resinas compostas. *Rev Odontol UNESP.* 2004 Abr-Jun;33(2):69-73.
16. 3M. FiltekTM Z350 XT. 3M ESPE Dental Supplies [Internet]. [citado em 2016 Abr 15]. Disponível em: [http://solutions.3mae.ae/wps/portal/3M/en\\_AE/3M\\_ESPE/Dental-Manufacturers/Products/Dental-Restorative-Materials](http://solutions.3mae.ae/wps/portal/3M/en_AE/3M_ESPE/Dental-Manufacturers/Products/Dental-Restorative-Materials)
17. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991 May;22(5):377-86. PMID:1924691.
18. Janda R, Roulet JF, Latta M, Kaminsky M, Rüttermann S. Effect of exponential polymerization on color stability of resin-based filling materials. *Dent Mater.* 2007 Jun;23(6):696-704. PMID:16899289. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.009>.
19. Braga SRM, Garone N No, Soler JMP, Sobral MAP. Degradação dos materiais restauradores utilizados em lesões cervicais não cariosas. *Rev Gaucha Odontol.* 2010 Out-Dez;58(4):431-6.
20. Santos PA, Garcia PP, Oliveira AL, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin: influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res Tech.* 2010 Mar;73(3):176-81. <http://dx.doi.org/10.1002/jemt.20769>. PMID:19839036.

21. Sirin Karaarslan E, Bulbul M, Yildiz E, Secilmis A, Sari F, Usumez A. Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater J*. 2013;32(1):58-67. PMID:23370871. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.2012-045>.
22. Karaman E, Tuncer D, Firat E, Ozdemir OS, Karahan S. Influence of different staining beverages on color stability, surface roughness and microhardness of silorane and methacrylate-based composite resins. *J Contemp Dent Pract*. 2014 May;15(3):319-25. PMID:25307814. <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1536>.
23. Asmussen E, Peutzfeld TA. Influence of selected components on crosslink density in polymer structures. *Eur J Oral Sci*. 2001 Aug;109(4):282-5. PMID:11531075. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0722.2001.00057.x>.
24. Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Polymerization efficiency of curing lamps: a universal energy conversion relationship predictive of conversion of resin-based composite. *Oper Dent*. 2004 Jan-Feb;29(1):105-11. PMID:14753341.
25. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV. Short and long term effects of additional post curing and polishing systems on the color change of dental nano-composites. *Dent Mater J*. 2013;32(1):107-14. PMID:23370878. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.2012-251>.

## CONFLITOS DE INTERESSE

---

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## \*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

---

Martha Chiabai Cupertino de Castro, Av. Marechal Campos 1468, Prédio do IOUFES, Maruípe, 29043-900 Vitória - ES, Brasil, e-mail: marthachiabai@gmail.com

Recebido: Abril 27, 2016  
Aprovado: Agosto 11, 2016