# Influência dos agentes clareadores na dureza e cor de materiais restauradores diretos

Influence of bleaching agents on hardness and color of direct restorative materials

Álvaro Della Bona\*
Matheus Muller Basegio\*\*
Marina Lermenn Vidal\*\*\*
Oscar Emilio Pecho\*\*\*\*

# Resumo

Objetivo: avaliar, in vitro, a variação de cor e dureza de três materiais restauradores (3M ESPE): Ketac Molar Easymix (KME); Vitremer (VT) e resina composta Filtek Z250 (Z250) após o clareamento com peróxido de carbamida a 37% (PC37- Whiteness Super) e peróxido de hidrogênio a 35% (PH35- Whiteness HP Maxx). Materiais e método: foram confeccionados 108 corpos de prova (CP), sendo 36 para cada material, avaliados inicialmente (baseline) e após cada aplicação dos agentes clareadores realizadas em subseqüentes 7 períodos, ou seja, após 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias. As avaliações colorimétricas (coordenadas CIELAB) dos CP foram realizadas usando um espectrofotômetro (Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) sob fundo branco e em ambiente clínico. Para a avaliação da dureza (H), usou-se um durômetro (Pantec HVS 10, Panambra Ind. e Téc. SA, São Paulo, SP Brasil) com penetrador tipo Vickers. Os resultados das diferenças de cor  $(\Delta E^*_{ab})$ , diferenças de L\*  $(\Delta L^*)$  e H foram calculados e avaliados estatisticamente usando análise de variância (ANOVA) e as diferenças avaliadas pelo teste Tukey (α=0,05). Resultados: após o clareamento, houve alterações significativas no valor de ΔE\*<sub>ab</sub> para os dois materiais a base de ionômero de vidro (KME e VT), com ambos os clareadores (PC37 e PH35) mostrando efeito similar para cada material. Não houve diferença na H dos materiais. Conclusão: após 42 dias, agentes clareadores alteraram a cor dos materiais ionoméricos e não alteraram a dureza dos materiais testados.

Palavras-chave: cimentos de ionômero de vidro, resinas compostas, clareamento, dureza, cor.

# Introdução

Um dos procedimentos mais acessíveis para melhorar a estética do sorriso é o clareamento dental. Os dois tipos de clareamento mais comuns são o caseiro e o realizado em consultório odontológico¹. O clareamento caseiro utiliza geralmente o peróxido de carbamida ou de hidrogênio com concentrações entre 5% e 22%² e os resultados aparecerem de forma mais lenta³. No clareamento dental realizado em consultório são utilizados os mesmos agentes clareadores, mas com concentrações mais elevadas (próximo a 35%)² e o paciente pode alcançar o resultado esperado em apenas uma única sessão³.

O peróxido de hidrogênio age como um potente agente oxidante produzindo moléculas de oxigênio reativas e ânions de peróxido de hidrogênio. Já o peróxido de carbamida se quebra em peróxido de hidrogênio e uréia. Posteriormente, a uréia se quebra em água e amônia. Devido a essa reação do peróxido de carbamida, a ação oxidante e consequente clareadora desse material é três vezes menor que o peróxido de hidrogênio<sup>1-2</sup>.

Uma questão que ainda não está esclarecida totalmente é a influência dos agentes clareadores sobre materiais restauradores. Clinicamente, é frequente a existência de restaurações estéticas em dentes que serão submetidos ao tratamento clareador<sup>4</sup>. Diversos estudos nesta área tem relatado mudança das propriedades de alguns materiais odontológicos como: aumento da rugosidade superficial,

http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v22i1.7353

<sup>\*</sup> PhD em Ciências dos Materiais e Engenharia pela Universidade da Flórida, Estados Unidos. Diretor e professor titular na graduação e pós-graduação em Odontologia (PPGOdonto) da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS, Brasil.

<sup>&</sup>quot; Aluno de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Odontologia (PPGOdonto) da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS, Brasil.

<sup>\*\*\*</sup> Aluna de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Odontologia (PPGOdonto) da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS, Brasil.
\*\*\*\* Doutor em Odontologia pela Universidade de Granada, Espanha. Pós-Doutorando e Professor Colaborador do Programa de Pós-graduação em Odontologia (PPGOdonto) da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS, Brasil.

dissolução de superfície e alterações de cor<sup>5-10</sup>. A liteatura reporta resultados conflitantes sobre dureza<sup>5,11-12</sup>. Sua diminuição em materiais, resultante do clareamento, poderia ter implicações sobre a durabilidade clínica das restaurações, já que esta pode ser definida como a resistência de um material à deformação permanente<sup>13</sup>. Grandes alterações de cor, tanto da restauração como do dente, podem comprometer a estética, levando a necessidade de substituição das mesmas. Assim, é importante compreender o efeito dos agentes clareadores sobre a dureza e cor dos materiais restauradores.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do peróxido de carbamida a 37% (PC37) e peróxido de

hidrogênio a 35% (PH35) sobre a cor e a dureza de um ionômero de vidro convencional (KME- Ketac-Molar Easymix), um ionômero de vido modificado por resina (VT- Vitremer) e um compósito (Z250-Filtek Z250) durante 42 dias. A hipótese testada foi que o PC37 e o PH35 não alteram a dureza, mas alteram a cor dos materiais restauradores examinados.

## Materiais e método

Os materiais utilizados nesse estudo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Materiais restauradores e clareadores usados no experimento

Material	Descrição do Material	Fabricante
KME- Ketac®Molar Easymix	Cimento de ionômero de vidro convencional	3M ESPE (St. Paul, MN, EUA)
VT- Vitremer®	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	3M ESPE (St. Paul, MN, EUA)
Z250- Filtek® Z250	Resina composta microhíbrida	3M ESPE (St. Paul, MN, EUA)
PC37- Whiteness® Super	Peróxido de carbamida a 37%	FGM Dental Products (Joinville, SC, Brasil)
PH35- Whiteness® HP Maxx	Peróxido de hidrogênio a 35%	FGM Dental Products (Joinville, SC, Brasil)

Para a confecção dos corpos de prova (CP) foi utilizada uma matriz metálica (8 mm de diâmetro e 1 mm de espessura), que foi colocada sobre uma tira de poliéster sustentada por uma placa de vidro (1 mm de espessura). O orifício da matriz foi preenchido com um único incremento do material restaurador. Em seguida foi colocada outra tira de poliéster e outra placa de vidro (1 mm de espessura). As lâminas de poliéster e placas de vidro proporcionaram melhor confinamento do material, diminuindo a inclusão de bolhas e promovendo maior lisura superficial nas duas faces do CP. Sobre este conjunto colocou-se um peso de 1 kg contendo um orifício no centro para adaptação da ponta do aparelho fotopolimerizador tipo LED (LEC 1000, MM Optics Ltda., São Carlos, SP, Brasil) com intensidade de luz de 500 mW/cm<sup>2</sup>, ponta ativa com 8 mm de diâmetro e tempo de exposição de 20 segundos, para os materiais que necessitaram de fotoativação.

Os CP (N=108) foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e distribuídos aleatoriamente, por sorteio, em grupos correspondentes a cada tratamento em cada material (n=18), como segue: Z250 tratado com PH35, Z250 tratado com PC37, VT tratado com PH35, VT tratado com PC37, KME tratado com PH35 e KME tratado com PC37.

Todos os CP foram avaliados inicialmente (baseline) e após cada aplicação do agente clareador, que foi realizada nos dias 1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42. Dessa forma, os CP foram avaliados em 8 períodos. O tempo de clareamento das amostras com peróxido de hidrogênio a 35% foi de 15 minutos por semana e das amostras tratadas com peróxido de carbamida

37% foi de 20 minutos por semana, conforme as instruções do fabricante.

Os agentes clareadores na forma de gel foram aplicados em uma camada de, aproximadamente, 2 mm de espessura. No final de cada aplicação, os CP foram lavados em água corrente por 30 s, e armazenados em recipientes com água destilada, sem iluminação no interior de estufa mantendo 37°C, até a próxima aplicação.

Para os testes de dureza superficial, usou-se um durômetro (Pantec HVS 10, Panambra Ind. e Téc. SA, São Paulo, SP Brasil) com um penetrador tipo Vickers usando uma carga (P) de 0,3 Kg (2,94 N) e tempo de aplicação de 15 s. As mensurações seguiram a norma ASTM C1327-15<sup>14</sup>. Foram realizadas 8 penetrações em cada CP, sendo separadas entre si e das margens, em pelo menos, 1 mm. A dureza foi avaliada em todas as 8 semanas, logo após o clareamento das amostras. O cálculo de dureza Vickers (H, em GPa) seguiu a seguinte equação (ASTM C1327-15)<sup>14</sup>:

$$H = 0.0018544 (P/d^2)$$
 (Equação 1)

sendo "d" a média do comprimento das duas diagonais da penetração.

As coordenadas colorimétricas do sistema CIE-LAB (Comissão Internacional de Iluminação), L\* (eixo da luminosidade, 0 = preto e 100 = branco), a\* (eixo vermelho-verde) e b\* (eixo amarelo-azul)<sup>15,16</sup> dos CP foram obtidas usando um espectrofotômetro (Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha) e um fundo branco. Essas mensurações

foram realizadas antes dos procedimentos clareadores (baseline) e logo após cada procedimento clareador e nos períodos descritos anteriormente.

A diferença de cor foi calculada pela média  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  de valores obtidos de cada corpo-de-prova com a equação<sup>15</sup>:

$$\Delta E_{\ ab}^* = [(L_{\ (tx)}^* - L_{\ (t0)}^*)^2 + (a_{\ (tx)}^* - a_{\ (t0)}^*)^2 + (b_{\ (tx)}^* - b_{\ (t0)}^*)^2]^{1/2}$$

(Equação 2)

onde (L\*<sub>(tx)</sub> – L\*<sub>(t0)</sub>), (a\*<sub>(tx)</sub> – a\*<sub>(t0)</sub>) e (b\*<sub>(tx)</sub> – b\*<sub>(t0)</sub>) representam as diferenças de L\*, a\* e b\* entre os valores obtidos após a confecção dos corpos-de-prova (t<sub>0</sub> = baseline), e após os diferentes tratamentos clareadores nos diferentes períodos (t<sub>1</sub>= 1 dia, t<sub>2</sub>= 7 dias, t<sub>3</sub>= 14 dias, t<sub>4</sub>= 21 dias, t<sub>5</sub>= 28 dias, t<sub>6</sub>= 35 dias e t<sub>7</sub>= 42 dias).

As diferenças de cor foram finalmente avaliadas através das comparações com os limiares de perceptibilidade 50:50% (LP) e de aceitabilidade 50:50% (LA). Os valores de LP e LA considerados nesse estudo foram 1,22 e 2,66 unidades CIELAB, respectivamente<sup>17</sup>. Esses valores de LP e LA foram

aceitos pela ISO<sup>18</sup>. Paravina *et al.*<sup>17</sup> (2015) usaram a Aproximação Fuzzy TSK para obter os valores de LP e LA, já que um estudo prévio de Ghinea *et al.*<sup>19</sup> (2010) demonstrou ser uma alternativa mais confiável para calcular os limiares de diferença de cor (LP e LA).

A alteração de luminosidade  $(L^*)$  foi obtida pela equação<sup>15</sup>:

$$\Delta L^* = L^*(t_x) - L^*(t_0)$$
 (Equação 3)

na qual  $(t_x)$  representa qualquer um dos períodos/semanas de clareamento e  $(t_0)$  o *baseline*.

Após os cálculos de H,  $\Delta E^*_{ab}$  e  $\Delta L^*$ , os valores foram analisados estatisticamente usando análise de variância (ANOVA), teste Tukey e regressão linear, com nível de significância de 5% ( $\alpha$ =0,05).

#### Resultados

Os valores médios de  $\Delta E^*_{ab}$  para os diferentes materiais restauradores estão representados na tabela 2

Tabela 2 – Valores médios de ΔE\*ab considerados após cada um dos períodos de avaliação dos materiais restauradores (KME, VT e Z250) tratados com os dois agentes clareadores (PC37 e PH35)

Período	PC37			PH35		
	KME	VT	Z250	KME	VT	Z250
0-1	A 6,77 b	A 7,21 b	B 2,80 ns	A 3,60 b	A 6,45 b	A 3,60ns
0-2	A 8,01 ab	A 9,37 ab	B 4,45	B 4,08 ab	A 11,40 a	В 3,80
0-3	A 9,90 a	A 10,60 b	B 5,72	B 5,98 ab	A 10,21ab	В 3,75
0-4	A 9,95 a	A 10,20 b	B 4,62	B 5,66 ab	A 10,73 ab	В 3,07
0-5	A 8,60 ab	A 10,77 b	В 5,37	B 5,37 ab	A 11,71 a	В 3,70
0-6	AB 7,94 ab	A 10,77 b	B 5,41	A 7,93 a	A 10,97 a	В 3,53
0-7	AB 7,52 b	A 10,86 b	В 5,70	AB 7,64 a	A 11,61 a	B 4,70

Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas dos valores médios de ∆E\*<sub>ab</sub> dos 3 materiais sob efeito de um clareador no período de avaliação específico (linha). Diferentes letras minúsculas indicam diferenças estatísticas dos valores médios de ∆E\*<sub>ab</sub> nos diferentes períodos de avaliação para cada material e clareador (coluna). ANOVA com teste Tukey a 5% de significância (p≤0,05). Para avaliação no período (semana) foi usado analise de regressão simples. ns = não significativo

Todas as combinações (material restaurador e agente clareador) apresentaram valores de  $\Delta E^*_{ab}$  acima do LA ( $\Delta E^*_{ab} = 2,66$ ), sendo que a combinação Z250 e PC37 mostrou o menor valor de  $\Delta E^*_{ab}$  (2,80) para o período 0-1 (Tabela 2). O compósito Z250 não teve alterações significativas no  $\Delta E^*_{ab}$ , independente do tempo e agente clareador utilizado (p>0,05), comportamento diferente dos cimentos de ionômero de vidro (VT e KME), que tiveram variações no  $\Delta E^*_{ab}$  influenciados pelo tempo e tipo de agente clareador (p≤0,05). KME não teve diferença estatística entre os períodos inicial e final nos valores de  $\Delta E^*_{ab}$  quando utilizados com PC37, fato esse que se repetiu para VT, porém, quando utilizado com PH35 essa tendência não se repetiu.

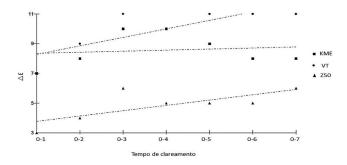


Figura 1 – Distribuição dos valores de ΔE\*ab dos materiais tratados com PC37 nos diferentes períodos de avaliação (valores de R²: 0,002 para KME; 0,659 para VT; e 0,581 para Z250)

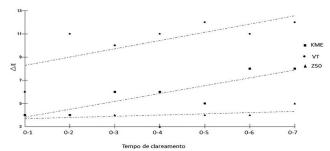


Figura 2 – Distribuição dos valores de ΔE\*ab dos materiais tratados com PH35 nos diferentes períodos de avaliação (valores de R²: 0,826 para KME; 0,458 para VT; e 0,018 para Z250).

Tabela 3 – Valores médios de ΔL\* considerados após cada um dos períodos de avaliação dos materiais restauradores (KME, VT e Z250), independentes do agente clareador

Período	KME	VT	Z250
0-1	A -2,70 cd	A -2,14 bc	A -1,26ns
0-2	А -1,70 с	A -1,68 abc	A -2,44
0-3	A -3,78 d	А -3,38 с	A -3,26
0-4	A -3,92 d	A -1,95 abc	A -1,89
0-5	A 0,91 b	AB -1,39 abc	В -3,46
0-6	A 5,92 a	B 2,02 ab	C -3,10
0-7	A 6,68 a	B 2,11 a	C -3,18

Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas dos valores médios de  $\Delta L^{\star}$  dos 3 materiais no período de avaliação específico (linha). Diferentes letras minúsculas indicam diferenças estatísticas dos valores médios de  $\Delta L^{\star}$  nos diferentes períodos de avaliação (coluna). ANOVA com teste Tukey a 5% de significância (p<0,05). Para avaliação no período (semana) foi usado analise de regressão simples. ns = não significativo.

Analisando  $\Delta L^*$ , que caracteriza a variação de luminosidade, o compósito Z250 não sofreu alterações estatisticamente significantes (p>0,05). Quando comparados os períodos de clareamento é possível observar que até a quarta semana não houve diferença entre os materiais. Percebe-se que os materiais restauradores a base de ionômero de vidro (KME e VT) sofreram alterações significativas de  $\Delta L^*$  (p $\leq$ 0,05), tornando-se esses valores de  $L^*$  maiores a partir da  $5^\circ$  semana de aplicação dos agentes clareadores, sendo o efeito mais significativo no KME.

Para dureza Vickers (H) não ocorreu qualquer alteração significativa nos valores médios para os três materiais tratados com os dois agentes clareadores (p>0,05). Esses valores de H para cada material, antes e após o tratamento clareador de 42 dias, respectivamente e independente do agente clareador, foram: 0,33 e 0,32 (VT); 0,63 e 0,60 (KME); e 0,66 e 0,68 (Z250).

# Discussão

Embora a cor de uma restauração possa ser estável ao longo do tempo, mudanças podem ocorrer por: pigmentação da superfície, pigmentação marginal, microinfiltração, desgaste da superfície e deterioração interna do material<sup>20</sup>. A hipótese deste estudo foi aceita, pois os agentes clareadores não

alteraram a dureza, mas alteraram a cor dos materiais restauradores testados. Os materiais ionoméricos (VT e ZME) tiveram alteração significativa de ΔE\*<sub>ab</sub> e ΔL\* enquanto que o compósito (Z250) não apresentou essas alterações. Quando se tornam positivos, os valores de  $\Delta L^*$  sugerem um efeito clareador no material, uma vez que indicam que o valor de L\* aumentou. O eixo L\*, no sistema CIEL\*a\*b\*, é a medida do valor ou grau de luminosidade da superfície analisada, podendo variar de 0 (preto) a 100 (branco). Porém, as outras coordenadas também deveriam ser avaliadas, assim, futuros trabalhos deveriam usar índices de clareamento baseados nas coordenadas CIELAB. Um estudo recente de Pérez et al. $^{21}$  (2016) desenvolveu o índice WI<sub>n</sub> (whitheness index for dentistry), o qual foi comparado com outros índices de clareamento e mostrou uma forte correlação com a percepção visual do clareamento nos dentes.

Os resultados dos ionômeros podem ser explicados pela maior degradação da superfície destes materiais quando expostos a agentes clareadores<sup>7,8</sup>, maior quantidade de matriz orgânica em sua composição<sup>22</sup> e menor densidade de ligações cruzadas, o que facilita a penetração dessas substâncias na estrutura do material. O compósito não teve alteração significativa, pois possuem ligações cruzadas mais densas e o agente clareador precisa de mais tempo para se difundir na matriz polimérica. Os resultados desse estudo concordam com achados anteriores<sup>5,8,11</sup>.

O VT foi o material que teve maior alteração de cor ( $\Delta E^*_{ab}$ ), devido provavelmente à maior hidrofilia desse material, originado pela inclusão de HEMA em sua composição. O HEMA é um monômero hidrófilo que torna a mistura de componentes hidrófobos e hidrófilos mais homogênea, possui baixo peso molecular e minimiza a separação de fases²³. Porém, a presença do HEMA aumenta a sorção de água²⁴ e em materiais poliméricos este fato provoca o amolecimento da matriz, tornando as ligações cruzadas mais suscetíveis à quebra e facilita a penetração de substâncias²⁵, como os agentes clareadores. Já que os materiais foram armazenados em água para simular a cavidade oral, esse fato pode ter influenciado o resultado de  $\Delta E^*_{ab}$  do VT.

De acordo com um recente estudo de Paravina et al.  $^{17}$  (2015) o olho humano pode perceber quando existe mudança de cor maior que 1,22 unidades de  $\Delta E^*_{ab}$ . Porém, essa diferença de cor pode ser aceitavel pelo olho humano até 2,66 unidades de  $\Delta E^*_{ab}$  (LA). Nos materiais restauradores testados, quando calculamos o  $\Delta E^*_{ab}$  inicial e final, essas diferenças de cor foram sempre acima do valor do LA, não sendo aceitas pelo olho humano. Isso implicaria a necessidade da substituição das restaurações após o clareamento, no caso dessa alteração de cor não ser acompanhada pela estrutura dentária ou não ser aceita pelo paciente.

Embora a dureza dos materiais restauradores expostos ao clareamento seja dependente da sua composição, resultados contraditórios têm sido encontrados<sup>5,9,12,25-27</sup>. Não houve diferença nos valores de dureza para o compósito Z250 e esse resultado era esperado, devido a sua maior quantidade de ligações cruzadas<sup>25</sup> e consequentemente menor suscetibilidade, concordando com estudos anteriores<sup>12,28</sup>. Assim como no compósito, os materiais ionoméricos (KME e VT) não tiveram diferença nos valores de dureza, concordando também com outro estudo<sup>27</sup>. Foi mostrado<sup>7,26</sup> através de microscopia eletrônica de varredura, que ionômero de vidro imerso em peróxido de carbamida teve uma alteração da matriz de superfície tão significativa que evidenciou os núcleos de sílica. A comparação da estrutura do ionômero antes e após o clareamento, através da análise do detector de energia dispersiva (EDS), mostrou uma maior porcentagem de conteúdo de sílica<sup>7,26</sup>. Dessa forma, apesar de provavelmente existir uma degradação da superfície dos cimentos de ionômero de vidro, originado pela alta capacidade oxidativa dos agentes clareadores, o teste de dureza não foi capaz de detectar as transformações ocorridas na matriz desse material<sup>27</sup>. Não obstante, os valores médios de H dos materiais restauradores avaliados são originalmente, e estatisticamente, diferentes e concordam com estudos anteriores<sup>29,30</sup>.

## Conclusão

Considerando as limitações desse estudo experimental e os resultados obtidos, pode-se dizer que os agentes clareadores utilizados alteraram a cor dos materiais restauradores a base de ionômero de vidro. Contudo, não foi observada qualquer alteração significativa na dureza dos materiais restauradores avaliados após qualquer dos tratamentos clareadores utilizados. Dessa forma, o profissional deve alertar o paciente, antes da execução do tratamento clareador, que após a realização do mesmo, pode haver a necessidade de substituição das restaurações devido ao comprometimento estético.

# **Abstract**

Objective: to evaluate, in vitro, the variation in color and hardness of three restorative materials (3M ESPE), Ketac Molar Easymix (KME), Vitremer (VT) and composite resin Filtek Z250 (Z250) after bleaching with 37% carbamide peroxide (PC37- Whiteness Super) and 35% hydrogen peroxide (PH35- Whiteness HP Maxx). Materials and method: specimens were fabricated, 36 for each material, which were initially evaluated (baseline) and after each application of the bleaching agents, which were conducted in seven subsequent periods, after 1, 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days. The colorimetric assessments (CIELAB coordinates) for each CP were performed using a spectrophotometer (Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), over a white

background and at a dental clinic environment. Hardness (H) was evaluated using a tester (HVS Pantec 10, Panambra Ind. and Tech. SA, São Paulo, SP Brazil) with a Vickers indenter. The results of color difference (ΔE\*ab), differences in L\* coordinate (ΔL\*) and H were calculated and statistically evaluated using analysis of variance (ANOVA) and differences were evaluated by Tukey test ( $\alpha = 0.05$ ). Results: after bleaching, significant changes in  $\Delta E^*$ ab values were observed for glass ionomer based materials (KME and VT) with both bleaching materials (PC37 and PH35) showing similar effect for each material. No significant difference in H was found for all materials after bleaching. Conclusion: there was significant changes in color for ionomeric materials but no statistical difference in H for the evaluated materials after 42 days of bleaching.

Keywords: glass ionomer cements, composite resins, tooth whitening, hardness, color.

## Referências

- Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. J Dent 2006; 34(7):412-9.
- Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. J Esthet Restor Dent 2015; 27(5):240-57.
- Anaraki SN, Shahabi S, Chiniforush N, Nokhbatolfoghahaei H, Assadian H, Yousefi B. Evaluation of the effects of conventional versus laser bleaching techniques on enamel microroughness. Laser Med Sci 2015; 30(3):1013-8.
- Pozzobon RT, Candido MSM, Rodrigues Jr AL. Análise da rugosidade superficial de materiais restauradores estéticos. Efeito de agentes clareadores e tempo. Rev Odonto Ciênc 2005; 20(49):204-9.
- Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M, Handel G. Discoloration of restorative materials after bleaching application. Quintessence Int 2005; 36(1):33-9.
- Torabi K, Rasaeipour S, Khaledi AA, Vojdani M, Ghodsi S. Evaluation of the Effect of a Home-bleaching Agent on the Surface Characteristics of Indirect Esthetic Restorative Materials: Part I - Roughness. J Contemp Dent Pract 2014; 15(3):326-30.
- Jefferson KL, Zena RB, Giammara B. Effects of carbamide peroxide on dental luting agents. J Endod 1992; 18(3):128-32.
- Kara HB, Aykent F, Ozturk B. The effect of bleaching agents on the color stability of ceromer and porcelain restorative materials in vitro. Oper Dent 2013;38(1):e1-8.
- Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. J Prosthet Dent 2016; 95(2):137-42.
- Li Q, Yu H, Wang Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. J Dent 2009; 37(5):348-56.
- Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. J Contemp Dent Pract 2005; 6(2):18-26.
- Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. Quintessence Int 2013; 44(4):295-302
- Della Bona, A. Adesão às cerâmicas: evidências científicas para o uso clínico. São Paulo: Artes Médicas; 2009.
- ASTM C1327-15. Standard Test Method for Vickers Indentation Hardness of Advanced Ceramics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.

- Commission Internationale de l'Eclairage. CIE Technical Report: Colorimetry. CIE Pub No. 15.3. Vienna, Austria: CIE Central Bureau; 2004.
- Paravina RD, Powers JH, editors. Esthetic color training in dentistry. Maryland: Elsevier Mosby; 2004.
- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Della Bona A, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez MM. Color difference thresholds in dentistry. J Esthet Restor Dent 2015; 27 Suppl 1:s1-9.
- ISO/TR 28642. International Organization for Standardization. Dentistry - Guidance on colour measurement. Geneva; 2016
- Ghinea R, Perez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. J Dent 2010; 38(Suppl2):e57–64.
- Poggio C, Beltrami R, Scribante A, Colombo M, Chiesa M. Surface discoloration of composite resins: Effects of staining and bleaching. Dent Res J 2012; 9(5):567-73.
- Pérez MM, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. Dent Mater 2016; 32(3):461-7.
- Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface microhardness of composite and a polyacid modified composite. Dent Mater 2007; 23(2)198-203.
- Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review. Dent Mater 2005; 21(10):895-910.
- Takahashi M, Nakajima M, Hosaka K, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Long-term evaluation of water sorption and ultimate tensile strength of HEMA-containing/-free one-step self-etch adhesives. J Dent 2011; 39(7):506-12.
- Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. Dent Mater 2006; 22(3):211-22.
- Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. J Oral Rehabil 2002; 29(7):657-61.
- 27. Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. J Dent 2008; 36(4):261-7.
- 28. AlQahtani MQ. The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the microhardness of four types of direct resin-based restorative materials. Oper Dent 2013; 38(3):316-23.
- Duschner H, Gotz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strip gels on dental restorative material in vitro: Surface microhardness and surface morphology. J Clin Dent 2004; 15(4):105-11.
- 30. Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. J Prosthet Dent 2006; 95(4):286-9.

#### Endereço para correspondência:

Alvaro Della Bona, Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, BR285, Campus I, Passo Fundo, RS, Brasil.

Fone: 054-3316-8403 E-mail: dbona@upf.br

 $Recebido: 03/01/2017. \ Aceito: 07/04/2017.$