

Efeitos de Diferentes Sistemas de Clareamento Dental Sobre a Rugosidade e Morfologia Superficial do Esmalte e de uma Resina Composta Restauradora

Effects of Different Tooth Bleaching Systems on the Roughness and Superficial Morphology of Enamel and a Restorative Composite Resin

Carolina P. DANIEL¹, Diana G. S. SOARES², Marcello R. B. ANDREETA³, Antonio C. HERNANDES⁴, Josimeri HEBLING⁵, Carlos A. S. COSTA⁶

1-Pós-graduanda (Mestrado) do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

2-Pós-graduanda (Doutorado) do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

3-Especialista em Laboratório do Grupo Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos do Instituto de Física de São Carlos - USP.

4-Professor Titular do Grupo Crescimento de Cristais e Materiais Cerâmicos do Instituto de Física de São Carlos - USP.

5-Professora Adjunta do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

6-Professor Adjunto do Departamento de Fisiologia e Patologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.

RESUMO

Objetivo: Avaliar as alterações de rugosidade e morfologia superficial do esmalte e da resina composta após diferentes técnicas de clareamento dental. **Material e método:** incisivos bovinos íntegros foram selecionados, sendo que cavidades padronizadas foram confeccionadas na face vestibular, as quais foram restauradas com resina composta. Os dentes foram distribuídos em grupos, de acordo com o tratamento proposto: G1- clareamento com peróxido de carbamida (PC) 10%; G2 - clareamento com peróxido de hidrogênio (PH) a 38%; G3- clareamento com PH a 38% associado à foto-ativação com LED. Para G1, o agente clareador foi aplicado por 8 horas diárias durante 21 dias. Para G2 e G3, foram realizadas 3 sessões de clareamento, caracterizadas por 3 aplicações do gel clareador por 15 minutos, com intervalos de 7 dias entre as sessões, sendo que em G3 o gel cla-

reador foi ativado com LED (470nm) por 6 minutos. As superfícies do esmalte e da resina composta foram avaliadas antes e após o procedimento clareador através de um rugosímetro e de um microscópio de força atômica. **Resultados:** Os resultados demonstraram diferença significativa da rugosidade do esmalte antes e após o clareamento apenas para G1, em relação ao controle (Wilcoxon, $p < 0,05$). Para a resina composta, nenhum dos grupos apresentou diferença estatística em relação ao controle (Mann-Whitney, $p > 0,05$). **Conclusão:** O aumento da rugosidade do esmalte aconteceu apenas quando o clareamento foi realizado através da aplicação de um gel com 10% de PC. Nenhum dos procedimentos clareadores avaliados nesta pesquisa interferiram na rugosidade e morfologia da resina composta.

PALAVRAS-CHAVE: Clareamento de dente, esmalte dentário, resinas compostas, microscopia de força atômica.

INTRODUÇÃO

Na busca pelo sorriso perfeito, a cor dos dentes passa a ser um fator com bastante relevância, o que torna o clareamento dental um procedimento bastante requisitado na atualidade¹. Existem duas principais técnicas de clareamento dentário, a técnica caseira e a técnica de consultório. A técnica caseira utiliza géis contendo concentrações de 10-22% de peróxido de carbamida (PC) ou baixas concentrações (2-7%) de peróxido de hidrogênio (PH)^{2,3}. Nesta técnica, o gel clareador é aplicado em molduras de acetato pelo próprio paciente, no entanto o procedimento é realizado sob supervisão do cirurgião-dentista. A técnica de consultório utiliza PH em altas concentrações (20-38%), associado ou não à ativação do gel com luz⁴. O uso da luz tem como objetivo acelerar os efeitos do PH. Diversos tipos de luz podem ser utilizados, tais como luz halógena, arco de xenônio, diodo emissor de luz (LED) e laser².

Apesar do clareamento dental ser um procedimento clínico

amplamente utilizado na odontologia estética moderna, o mecanismo pelo qual os agentes químicos presentes na composição dos géis clareadores agem sobre as estruturas dentárias ainda não foi completamente elucidado⁵. O PH é um agente químico termoinstável com alto poder oxidativo, o qual dissocia-se em radicais livres e espécies reativas de oxigênio (EROs), como o ânion superóxido (O_2^-), radicais hidroxila (OH) e perihidroxil (OH_2^-)⁶. Por serem altamente reativas, essas moléculas atravessam rapidamente a junção amelodentinária atingindo a dentina subjacente, onde atua nas moléculas orgânicas responsáveis pela coloração do dente, denominadas cromóforos, as quais apresentam longas cadeias com duplas ligações e anéis aromáticos⁷. A quebra dessas duplas ligações, transformando estas cadeias longas em moléculas menores, resulta na diminuição do índice de absorção de luz pela estrutura dental, e consequentemente no clareamento do dente⁷⁻⁹.

Tem sido descrita a ocorrência de diversos efeitos colaterais

relacionados ao clareamento sobre a estrutura dentária e diferentes materiais restauradores, como aumento da rugosidade, diminuição da dureza e alterações na morfologia superficial¹⁰⁻¹². Muitos autores indicam a substituição da restauração adesiva somente quando houver discrepância de cor entre o dente clareado e a restauração de resina^{13,14}. Entretanto, nem toda restauração se torna antiestética após a realização do clareamento. Dentes que possuem coloração mais escura do que as restaurações pré-existentes podem alcançar a estética desejada após o clareamento, não havendo necessidade de realizar a substituição da restauração. No entanto, a ausência de discrepância de cor pode não ser o único fator considerado na substituição dessas restaurações. Sabe-se que as EROs e os radicais livres podem reagir não apenas com os cromóforos, mas também com qualquer molécula orgânica que esteja disponível⁶, o que levanta a hipótese de que os agentes clareadores possam reagir com moléculas presentes na superfície da restauração de resina, aumentando sua rugosidade de superfície, tornando-a mais susceptível à adesão de microorganismos e ao manchamento¹⁵⁻¹⁸. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi investigar as possíveis alterações de rugosidade e morfologia superficial do esmalte e de restaurações de resina composta submetidas a diferentes técnicas de clareamento dental.

MATERIAL E MÉTODO

Obtenção dos fragmentos dentais

Dezoito incisivos centrais permanentes bovinos foram obtidos, sendo que restos de tecido periodontal e outros resíduos foram removidos mecanicamente de sua superfície. Depois de limpos, foram obtidos fragmentos de 8 x 8 mm do terço médio da face vestibular dos dentes, com auxílio de um motor de alta rotação (modelo MRS 400 Torque- Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) acoplado a discos flexíveis diamantados dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) sob refrigeração constante com água.

Preparo cavitário

Após a obtenção dos fragmentos, preparos cavitários com 2 mm no sentido cérvico-incisal, 4 mm no sentido méso-distal e 2,0 mm de profundidade, foram realizados na região central dos fragmentos, com auxílio de ponta diamantada cilíndrica nº2094 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil). O preparo cavitário foi confeccionado com auxílio de motor de alta rotação modelo MRS 400 Torque (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), sob refrigeração constante, por meio de jatos de água/ar, para evitar o intenso aquecimento da estrutura dental. Visando a padronização da profundidade do preparo cavitário em 2,0 mm, um batente de resina composta Filtek Z350® (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) foi confeccionado na extremidade ativa das pontas diamantadas, as quais foram substituídas a cada 4 cavidades¹⁹.

Confeção das restaurações de resina composta

As restaurações de resina composta foram realizadas nas cavidades previamente confeccionadas. Os materiais dentários utilizados para restaurar as cavidades foram manipulados e aplicados de acordo com as recomendações dos fabricantes. O

sistema adesivo autocondicionante (Adper Promp L-Pop®, 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA), foi aplicado por 15 segundos com auxílio de um pincel microbrush. Após aplicação de leve jato de ar (10 segundos), o adesivo dentinário foi submetido à polimerização através da aplicação de luz halógena (Curing Light XL 300, 3M Dental Products, St. Paul, MN, EUA) com intensidade de luz de 450 mW/cm², a qual foi avaliada imediatamente antes da restauração das cavidades através do uso de um radiômetro digital (Modelo 100 P/N 10503, Demetron Research Corporation, Danbury, CT, EUA). Após aplicação do sistema adesivo, a resina composta micro-híbrida fotopolimerizável Filtek Z350®, na cor A3, foi inserida na cavidade em incrementos de 1 mm, com auxílio de espátula Thompson. A polimerização foi realizada por luz halógena, pelo período de 40 segundos em cada incremento de resina composta até completar o procedimento restaurador.

Obtenção dos corpos de prova

Os fragmentos de dentes com cavidades submetidas à restauração adesiva foram fixados em cera nº7 (Lysanda Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e posicionados no centro de matrizes, provenientes de cortes transversais de tubo PVC, com a superfície de esmalte voltada para baixo. As matrizes foram preenchidas com resina acrílica autopolimerizável (Vipi Flash, Vipi Ltda, Pirassununga, SP, Brasil). Após a reação de presa da resina foram obtidos discos de resina acrílica com os espécimes incluídos (corpos de prova). Então, estes corpos de prova foram lixados (para exposição da superfície do esmalte) com lixas d'água de granulação 320 em politriz (Panambra DP-10 Industrial e Técnica SA, São Paulo, SP, Brasil). Após exposição da superfície vestibular do esmalte e da restauração de resina composta, estes foram planificados utilizando-se lixas d'água com granulações 600, 1200 e 1500 acopladas em politriz por um tempo de 30 segundos para cada granulação. Em seguida, foi realizado o polimento do esmalte exposto com uma sequência de pastas diamantadas com granulações de 6, 3 e 1 µm (Arotec, Arotec S.A., Cotia, SP, Brasil) através de movimentos giratórios sobre uma folha de papel sulfite. Entre cada aplicação das pastas diamantadas, os corpos de prova passaram por um banho de ultrassom para remoção de resíduos. Após o último polimento realizado com a pasta de granulação 1 µm, os corpos de prova foram lavados abundantemente em água e distribuídos em grupos para receber o tratamento clareador.

Distribuição dos corpos de prova

Os corpos de prova utilizados neste experimento foram distribuídos aleatoriamente, de acordo com o tratamento proposto conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos corpos de prova entre os grupos experimentais de acordo com o protocolo de clareamento empregado.

Grupo	Agente Clareador	Uso da luz	n
G1	Peróxido de carbamida 10%	ausente	6
G2	Peróxido de hidrogênio 38%	ausente	6
G3	Peróxido de hidrogênio 38%	presente	6

Tabela 2. Rugosidade (μm) do esmalte e da resina restauradora, submetidos ou não a diferentes tratamentos clareadores.

Tratamento clareador	Substrato [†]			
	Esmalte (n=12)		Resina (n=6)	
	Não realizado	Realizado	Não realizado	Realizado
PC 10%	0,04 (0,04-0,05) [†] a A	0,06 (0,05-0,07) b A	0,07 (0,05-0,07) a A	0,08 (0,07-0,10) a A
PH 38%	0,05 (0,05-0,05) a A	0,06 (0,05-0,06) a A	0,07 (0,07-0,08) a A	0,07 (0,06-0,07) a A
PH 38% + luz	0,06 (0,06-0,07) a A	0,06 (0,05-0,6) a A	0,07 (0,05-0,07) a A	0,08 (0,07-0,10) a A

[†] Valores são mediana (percentil 25-percentil 75), n=6 para ambos os substratos.

[‡] Para cada substrato, valores indicados por letras minúsculas iguais nas linhas (Wilcoxon, $p>0,05$) e maiúsculas iguais nas colunas (Kruskal-Wallis complementado por Mann-Whitney quando necessário, $p>0,05$) não diferem estatisticamente.

Cada corpo de prova serviu como seu próprio grupo controle, visto que uma delimitação com barreira gengival (Top Dam, Dentscare Ltda, Joinville, SC, Brasil) associada a uma tira de poliéster (k Dent, Quimidrol Com. Ind. Imp. Ltda, Joinville, SC, Brasil) foi preparada, de tal maneira a manter exposto para tratamento clareador apenas metade do esmalte e resina composta restauradora.

Procedimento clareador

O agente clareador selecionado para o grupo G1 foi o peróxido de carbamida 10% (Opalescence PF 10%[®], Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA). Para os grupos G2 e G3, o agente clareador selecionado foi o peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence Xtra Boost[®], Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA). Os produtos foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante, conforme descrito abaixo:

PC a 10% (G1): foi aplicado uma camada de 1 mm de espessura do gel de PC sobre a superfície do esmalte dental e da restauração de resina composta pelo período de 8 horas. Decorrido este período, o gel foi aspirado e os fragmentos dentais lavados abundantemente com água e armazenados em saliva artificial com pH neutro. Este procedimento foi repetido diariamente durante 21 dias;

PH 38% (G2): foi aplicado uma camada de 1 mm de espessura do gel de PH sobre o esmalte dental e sobre a restauração de resina composta por um período de 45 minutos, subdivididos em 3 aplicações de 15 minutos. Entre as aplicações, o gel foi sugado e reaplicado, sendo que somente ao final da terceira aplicação, os fragmentos dentais foram submetidos à lavagem com água. Este procedimento, caracterizado como uma sessão de clareamento, foi repetido por 3 vezes, com intervalos de uma semana entre cada sessão. No intervalo das aplicações, os corpos de prova ficaram armazenados em saliva artificial com pH neutro.

PH 38% + Luz (G3): o procedimento clareador foi realizado tal como descrito para o grupo G2, porém, para este grupo, o gel clareador foi submetido à irradiação com aparelho LED no comprimento de onda de 470 nm (Whitening LASE II, DMC, São Carlos, SP, Brasil). A irradiação foi realizada por 3 minutos com a fonte de luz posicionada a 3 cm de distância do gel clareador, sendo que após intervalo de dois minutos, a luz foi reaplicada por mais três minutos, totalizando 6 minutos de irradiação.

Análise em Microscopia de Força Atômica

Após o tratamento clareador, os corpos de prova foram levados ao Microscópio de Força Atômica (Witec, modelo Alpha 300AR, Ulm, Baden-württemberg, Alemanha), para avaliação da morfologia superficial. A topografia das amostras foi obtida a partir da movimentação de um sistema XYZ, baseado em medidas realizadas com uma sonda (tip) que permanece estática. A operação ocorre através das medidas das deflexões que ocorrem geradas por forças entre o tip e o corpo de prova. Para realização das medidas e para efeito comparativo entre o lado tratado e controle dos corpos de prova, a área foi fixada em $50 \times 50 \mu\text{m}^2$. O software utilizado para captura e leitura das imagens foi o Witec Project (Witec 2.0, Ulm, Baden-württemberg, Alemanha), o qual transforma as informações em imagens 3D, através das quais foram realizadas as análises.

Análise da Rugosidade

A rugosidade superficial do esmalte e da resina composta foi avaliada nos seis corpos de prova de cada grupo experimental do lado tratado e do lado controle. Foram realizadas três leituras da rugosidade superficial em dois pontos diferentes do esmalte e três leituras em um ponto da restauração da resina composta em cada lado do corpo de prova, com a agulha passando pelo centro das três leituras.

As medições da rugosidade superficial foram realizadas utilizando um Rugosímetro (SJ 400, Mitutoyo Corporatio, Tokyo, Japão), com precisão de leitura de $0,01 \mu\text{m}$, cut-off (λc) de 0,25 mm para maximizar a filtragem de ondulação superficial, comprimento de leitura (L) de 0,5 mm, a velocidade da ponta ativa de 1 mm/s na ida e de 0,5 mm/s na volta e o raio da ponta ativa de 5 μm .

RESULTADOS

Os valores de rugosidade dos substratos esmalte e resina em função da realização ou não dos diferentes tratamentos clareadores estão demonstrados na Tabela 2. Como esperado, na ausência de tratamento clareador, não houve diferença estatística para ambos os substratos, esmalte e resina, os quais mantiveram seus valores de rugosidade. Nas imagens da AFM, a superfície de esmalte e resina não clareada apresentou-se uniforme (Figuras 1A e 2A). Quando os lados clareados e não clareados do mesmo

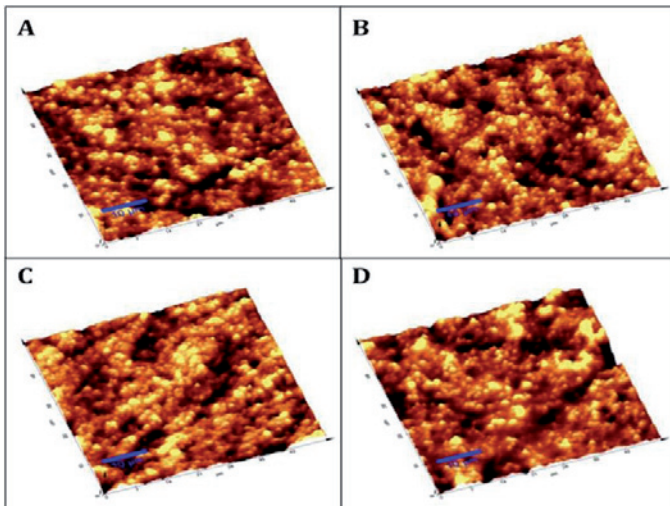


Figura 1. Imagens obtidas em AFM demonstraram as características morfológicas superficiais do esmalte antes e após os procedimentos clareadores. A: esmalte não clareado (controle) – observa-se uma superfície lisa e polida; B: esmalte clareado com PC a 10% – o esmalte apresenta-se com uma superfície irregular e com grande quantidade de poros; C/D: esmalte clareado apenas com PH a 38% (C) ou associado à ativação com LED (D) – observa-se que as características do esmalte apresentam-se semelhantes ao controle. Note a presença de sulcos provenientes do procedimento de polimento das amostras durante seu processamento laboratorial.

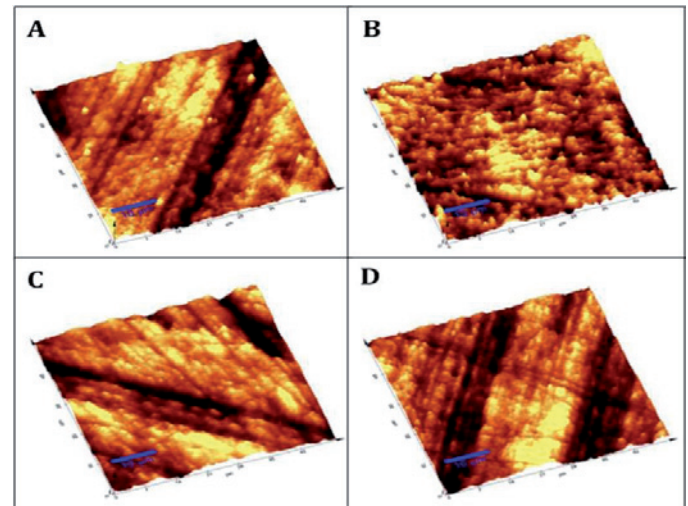


Figura 2. Imagens obtidas em AFM demonstraram as características morfológicas superficiais da resina composta restauradora antes e após os procedimentos clareadores. A: resina composta não clareada (controle) – a superfície apresenta-se com característica uniforme. B/C/D: resina composta após clareamento com PC a 10% (B), PH a 38% (C), ou PH a 38% associado à irradiação com LED (D). Nestes corpos de prova, assim como em todos aqueles pertencentes aos grupos experimentais, a morfologia superficial da resina composta apresenta-se semelhante ao controle.

corpo de prova foram comparados, a única diferença estatística observada foi para o esmalte dentário tratado com PC a 10%, com aumento significativo da rugosidade quando esse agente clareador foi aplicado (Wilcoxon, $p < 0,05$). A superfície do esmalte submetida a este procedimento clareador apresentou-se irregular e com uma grande quantidade de poros, como observado pela análise por AFM (Figura 1B). Nenhum efeito sobre a rugosidade do esmalte foi observado para os tratamentos com PH 38%, independente da aplicação ou não da luz. A ausência de alterações na morfologia superficial do esmalte submetido a esses protocolos de clareamento também foram observadas por AFM (Figuras 1C e 1D). Da mesma forma, ausência de efeito significativo foi observada sobre a rugosidade e morfologia superficial da resina restauradora para todos os tratamentos clareadores avaliados nesta pesquisa (Tabela 2, linhas; Figura 2B, 2C, e 2D).

Ao se comparar os grupos experimentais entre si, foi observado que o tipo de tratamento clareador influenciou apenas a rugosidade do esmalte, a qual foi aumentada quando da aplicação de PC 10%. Esta alteração do esmalte foi estatisticamente diferente da rugosidade registrada para os demais tratamentos, PH 38% com ou sem luz, os quais não diferiram entre si (Mann-Whitney, $p > 0,05$). Ausência de diferença estatística também foi observada para a resina restauradora quando submetida aos diferentes tratamentos clareadores, PC 10%, PH 38% e PH 38%+luz (Tabela 2, colunas).

DISCUSSÃO

A constante procura por procedimentos estéticos tem levado muitos pacientes e dentistas a utilizarem indiscriminadamente a terapia de clareamento dental, por este ser considerado um procedimento supostamente não invasivo^{1,20,21}. Porém tem sido relatado que a aplicação do gel clareador sobre o esmalte pode resultar em alterações estruturais devido à dissolução da matriz

deste tecido altamente mineralizado¹⁷. Além disso, o procedimento clareador pode afetar negativamente as propriedades de diferentes materiais dentários usados para restauração de cavidades¹⁵⁻¹⁸. Desta forma, no presente estudo foram avaliados os efeitos de diferentes protocolos de clareamento dental sobre a superfície do esmalte e de restaurações de resina composta. Foi observado aumento significativo da rugosidade superficial do esmalte após clareamento por 21 dias consecutivos com o peróxido de carbamida a 10%. Diversos estudos demonstraram aumento na porosidade do esmalte após o clareamento com PC a 10%, sendo que estas alterações ocorreram após longos tempos de contato do produto com a superfície dental (6 a 8 horas) por períodos superiores a 7 dias²²⁻²⁶. No estudo realizado por Dúdea *et al.*²² (2009), uma única aplicação do PC a 10% por 3 ou 8 horas não resultou em alterações significantes na micromorfologia superficial do esmalte. No entanto, quando o produto foi aplicado por 14 dias consecutivos, foram observadas áreas de erosão superficiais significativas. Já Sasaki *et al.*²⁷ (2009) observaram que a aplicação do PC a 10% na superfície do esmalte por apenas 1 hora diariamente, não resultou em diminuição da microdureza do esmalte, mesmo após 21 dias de tratamento. Segundo Matis *et al.*²⁸ (1999), o clareamento caseiro continua ativo por períodos superiores a 10 horas e quanto maior o tempo de contato com a superfície do dente, maiores são as possibilidades de alterações estruturais.

De acordo com Efeoglu *et al.*²⁹ (2005), as alterações no esmalte submetido ao clareamento parecem ser limitadas à sua porção superficial. Os autores observaram por microtomografia computadorizada, que após o clareamento por 8 horas diárias com o PC a 10% durante 15 dias consecutivos, intercalado com aplicações de saliva artificial, a profundidade de desmineralização do esmalte limitou-se a 50 μm , não sendo observadas alterações em profundidade neste tecido dentário, e tampouco na região da junção amelodentinária. Em estudo *in situ* realizado por Rodrigues *et al.*³⁰ (2005), foi avaliada a microdureza do esmalte clare-

ado durante 21 dias por 6 horas diárias com um gel com 10% de PC, sendo observada diferença significativa após o tratamento instituído. Porém, a perda mineral foi de apenas 3,4 a 6,8%, o que foi considerado pelos autores como clinicamente insignificante devido à possibilidade de remineralização pela saliva e fluoretos.

Kwon *et al.*⁷ (2002), relataram que os poros formados na superfície do esmalte após o clareamento ocorrem devido ao rompimento da matriz protéica do esmalte e subsequente perda do material cristalino envolvido por esta matriz. Esta hipótese é decorrente da observação em diversos estudos de que a dissolução do esmalte ocorre de forma heterogênea, com áreas de erosão intercaladas com áreas de esmalte íntegro^{7,23,31,32}. Segundo os autores, como a distribuição de proteínas e outros materiais orgânicos não é uniforme pela superfície de esmalte, os defeitos observados após o clareamento ocorrem de forma heterogênea⁷. Outros estudos demonstraram que a dissolução ocorre principalmente nas regiões interprismáticas e em áreas de hipomineralização do esmalte, as quais são as regiões que apresentam a maior quantidade de material orgânico^{31,32}. Ruse *et al.*³³ (1990), observaram ainda um aumento na quantidade de moléculas de nitrogênio e oxigênio na superfície do esmalte após o clareamento, o que pode ter sido devido a interação do peróxido com as proteínas do tecido. Essas alterações heterogêneas também foram observadas no presente estudo *in vitro*, particularmente para G1 (clareamento com o PC a 10%), quando imagens dos corpos de prova obtidas em microscópio de força atômica foram detalhadamente analisadas. Tem sido descrito, também, que a uréia liberada dos géis clareadores com PC pode causar alterações estruturais do esmalte, devido à propriedade que esta molécula apresenta de desnaturar proteínas pela ruptura das pontes de hidrogênio, podendo modificar a ligação entre a matriz protéica e os componentes minerais do esmalte. Assim, a uréia poderia atuar nas proteínas presentes nas porções orgânicas da estrutura dental, contribuindo com as alterações morfológicas, bem como aumentando a permeabilidade deste tecido ao PH e radicais livres³⁴⁻³⁶.

Outros estudos têm sugerido que o agente espessante utilizado nos géis clareadores caseiros pode ser mais um fator a ser considerado nas alterações estruturais do esmalte^{26,30,37}. O espessante mais comumente encontrado nesses géis é o carbopol, que é um polímero de ácido acrílico sintético de pH ácido^{28,38}, o qual ajuda na estabilização do peróxido presente no gel clareador, impedindo sua degradação³⁹. Estudos *in vitro* e *in situ* demonstraram que géis placebo contendo carbopol, porém sem o PC na sua composição, geraram alterações na microdureza do esmalte^{26,30,37}. Desta forma, especula-se que o carbopol poderia agir de forma sinérgica com o PH e potencializar as efeitos da perda de mineral devido ao seu pH ácido²⁶.

No presente estudo não foram observadas alterações significativas da rugosidade superficial do esmalte após clareamento com PH a 38% associado ou não à irradiação com luz LED. Diversos estudos na literatura demonstram alterações significativas na superfície do esmalte quando altas concentrações de PH foram utilizadas. No entanto, a maioria destes estudos utilizou soluções de PH, na qual os espécimes ficaram submersos por longos períodos. No estudo de Hegeduz *et al.*²³ (1999), foram observadas a presença de sulcos profundos no esmalte após 24

horas de imersão em uma solução com 30% de PH. Kwon *et al.*⁷ (2002) observaram aumento da rugosidade e da porosidade do esmalte após 4 dias de imersão em uma solução com 30% de PH. Outros estudos demonstram, ainda, dissolução do esmalte, com perda significativa do conteúdo de cálcio (Ca) e fósforo (P), após imersão dos espécimes em uma solução com 30% de PH durante períodos de até 120 horas^{40,41}. Em estudo recente, Ushigome *et al.*⁴² (2009) observaram aumento significativo da rugosidade do esmalte após imersão na solução com 30% de PH por 180 minutos, bem como redução do conteúdo de Ca e áreas de erosão generalizadas. Desta forma, os resultados destes estudos apresentam-se super estimados, visto que o tempo de contato das soluções clareadoras em estudo e o tecido dentário era longo e os espécimes não entraram em contato com a saliva, a qual tem reconhecida capacidade de remineralizar o esmalte⁴³. No presente estudo, o agente clareador utilizado foi na forma de gel, o qual permaneceu em contato com a superfície de esmalte por 45 minutos, sendo o produto renovado a cada 15 minutos. Estes fatos podem explicar, pelo menos em parte, a diferença dos resultados obtidos na presente pesquisa quando comparada aos estudos já publicados na literatura pertinente. Como as alterações no esmalte são diretamente proporcionais ao tempo de contato do produto com a superfície dental^{7,23,31,40,42,44}, o menor tempo de clareamento empregado no presente estudo pode ter limitado os efeitos do gel clareador na superfície de esmalte dos corpos de prova. O protocolo de clareamento empregado nesta pesquisa foi baseado nas recomendações do fabricante, sendo amplamente empregada clinicamente. Além disso, no atual estudo, saliva artificial foi aplicada no intervalo das sessões de clareamento (uma semana). A utilização da saliva teve o objetivo de aproximar o experimento laboratorial da situação clínica. No estudo de Spalding *et al.*³² (2003), quando o clareamento com PH a 35% foi realizado por 20 minutos e a morfologia superficial foi avaliada imediatamente após o procedimento, foi observado aumento na porosidade do esmalte caracterizado por uma grande quantidade de fendas junto aos processos de Tomes. No entanto, quando os espécimes foram armazenados em saliva humana por uma semana após o clareamento, pôde-se observar um manto granular formado por partículas e glóbulos arredondados que não foram observados no controle, sendo considerada uma possível área de remineralização.

Outro fator importante a ser avaliado durante o clareamento dental é a presença de restaurações na superfície a ser clareada. Como o PH é um potente agente oxidante inespecífico, existe a hipótese de que o mesmo pode reagir não apenas com os cromóforos presentes na estrutura dental, mas também com qualquer molécula orgânica que esteja disponível⁶, o que poderia resultar em alterações na estrutura dos materiais restauradores resinosos¹⁵⁻¹⁸. A alteração da textura superficial pode levar a uma maior aderência de bactérias orais sob a superfície das restaurações⁴⁵, podendo elevar os riscos de recidiva de cárie. No entanto, no presente estudo não foram observadas diferenças na rugosidade e morfologia superficial da resina composta antes e após o clareamento com PH a 38%, associado ou não à luz, ou com o PC a 10%, mesmo após 21 aplicações diárias.

A literatura apresenta controvérsias quanto aos efeitos do clareamento dental nas restaurações de resina composta. Segundo Swift Jr.¹⁸ (1997), estas restaurações podem apresentar

alterações após o clareamento, como o aumento da rugosidade superficial, alteração de cor e de microdureza. Alguns estudos demonstram que a utilização do PH (30-35%) ou do PC a 10% por até 21 dias resulta em alterações na rugosidade superficial deste material restaurador⁴⁶⁻⁴⁸. No entanto, outros estudos não demonstraram alterações significativas na superfície de restaurações de resina composta quando o clareamento foi realizado com o PH a 35%, após três⁴⁹ ou sete⁵⁰ sessões de 30 minutos. Resultados semelhantes ao do presente estudo também foram observadas para o PC a 10% por Campos *et al.*⁵¹ (2003), os quais demonstraram que aplicações diárias deste produto por 6 horas durante 21 dias, não resultou em alterações na superfície das restaurações.

Com relação à associação do clareamento com PH a 38% com a luz LED, no presente estudo não foram observadas diferenças significantes na rugosidade e morfologia superficial do esmalte e da resina antes e após o procedimento. De acordo com a literatura, a luz tem um efeito catalisador sobre os agentes clareadores, pois acelera a liberação de radicais hidroxilas (OH⁻) a partir do H₂O₂. Quando a luz é aplicada sobre o gel clareador, uma parte dela é absorvida e sua energia é convertida em calor, o qual é utilizado para quebrar o PH e liberar os radicais OH⁻ para interagir com moléculas mais complexas e degradá-las no interior do tecido dentário². No entanto, os efeitos da luz no clareamento dental são controversos. Pesquisas recentes forneceram evidências de que a catalisação dos géis clareadores por meio da utilização de fontes de luz não é necessário para se obter melhores resultados estéticos, ou seja, a aplicação da luz não traz contribuição comprovada no resultado final do clareamento dentário⁵²⁻⁵⁴. Desta forma, a associação do clareamento com a luz não potencializa os efeitos do agente clareador sobre a estrutura dental ou restaurações, como observado no presente estudo, visto que este procedimento apenas acelera a degradação do PH, bem como sua penetração pelos tecidos duros do dente⁵⁵. Portanto, no presente estudo, o clareamento com elevadas concentrações de PH não resultou em alterações no esmalte, o que pode ser devido ao baixo tempo de contato do produto com a superfície dental e à ação remineralizadora da saliva nos intervalos das sessões de clareamento. Apenas o clareamento com PC a 10% por 21 dias resultou em alterações significativas na superfície do esmalte dental. Porém, essas alterações parecem ser sutis, existindo o potencial de remineralização do esmalte pela saliva *in vivo*³². Com relação à restauração de resina composta, não foram observadas alterações significativas após os procedimentos clareadores empregados. No entanto, no presente estudo foi realizada apenas uma avaliação superficial, não sendo avaliada a interface adesiva, a qual pode sofrer degradação após o clareamento, resultando, em algumas situações específicas, na necessidade da troca da restauração após o procedimento clareador. Desta forma, são necessários estudos *in situ* para avaliar os efeitos do clareamento na estrutura dental dentro do ambiente oral, bem como estudos que avaliem a interface adesiva das restaurações de resina composta.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada no presente estudo, 21 aplicações do PC a 10% sobre a superfície do esmalte

promovem alterações da morfologia e aumento da rugosidade superficial. Porém, a aplicação do PH a 38% não promoveu alterações significativas neste tecido, mesmo após associação com irradiação do produto com luz LED. Além disso, nenhum procedimento clareador resultou em alterações significantes na resina composta.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq (Processos nº135181/2010-0 e nº 30129/2010-1).

REFERÊNCIAS

01. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent Mater.* 2007;23(2):243-50.
02. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser - a systematic review. *Dent Mater.* 2007;23(5):586-96.
03. Wetter NU, Branco EP, Deana AM, Pelino JE. Color differences of canines and incisors in comparative long term clinical trial of three bleaching systems. *Lasers Med Sci.* 2009;24(6):941-7.
04. Al-Salehi SK, Hattona PV, Millera CA, McLeod BC, Joiner A. The effect of carbamide peroxide treatment on metal ion release from dental amalgam. *Dent Mater.* 2006;22(0):948-53.
05. Gerlach RW, Zhou X. Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *J Contemp Dent Pract.* 2001;2(3):1-16.
06. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effect of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod.* 2004;30(1):45-50.
07. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil.* 2002;29(5):473-7.
08. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412-9.
09. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects a review. *Quintessence Int.* 2008;39(8):645-59.
10. Attin T, Kocabiyik M, Buchalla W, Hannig C, Becker K. Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Res.* 2003;37(2):93-9.
11. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2004;92:337-42.
12. Tong LS, Pang MK, Mok NY, King NM, Wei SH. The effects of etching, micro-abrasion, and bleaching on surface enamel. *J Dent Res.* 1993;72(1):67-71.
13. Cullen DR, Nelson JA, Sandrik JL. Peroxide bleaches, effect on tensile-strength of composite resins. *J Prosthet Dent.* 1993;69(3):247-9.
14. Yap AU, Wattanapayungkul P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. *Oper Dent.* 2002;27(2):137-41.
15. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations a systematic review. *Dent Mat.* 2004;20:852-61.
16. Bailey SJ, Swift Jr EJ. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int.* 1992;23(7):489-94.
17. Shinoara MS, Rodrigues JA, Pimenta LA. In vitro microleakage of

- composite restorations after nonvital bleaching. *Quintessence Int.* 2001;32(5):413-7.
18. Swift EJ. Restorative consideration with vital tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997;128(9):60-4.
19. Hebling J, Giro EMA, Costa CAS. Human pulp response after an adhesive system application in deep cavities. *J Dent.* 1999;27(8):557-64.
20. Dalh JE, Pallesen U. Tooth bleaching – A critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14:292-30.
21. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004;32(1):3-12.
22. Dudea D, Florea A, Miha C, Câmpănu R, Nicola C, Benga G. The use of scanning electron microscopy in evaluating the effect of a bleaching agent on the enamel surface. *Rom J Morphol Embryol.* 2009;50(3):435-40.
23. Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1999;27(7):509-15.
24. Markovic L, Jordan RA, Lakota N, Gaengler P. Micromorphology of enamel surface after vital tooth bleaching. *J Endod.* 2007;33(5):607-10.
25. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod.* 2000;26(4):203-6.
26. Soldani P, Amaral CM, Rodrigues JA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching and thickening agents on human dental enamel. *Int J Periodontics Rest Dent.* 2010;30(2):203-11.
27. Sasaki RT, Arcanjo AJ, Flório FM, Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(6):611-6.
28. Matis BA, Gaião U, Blackman D, Schultz FA, Eckert GJ. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. *J Am Dent Assoc.* 1999;130(2):227-35.
29. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent.* 2005;33(7):561-7.
30. Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GM, Heymann HO, Pimenta LA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. *Dent Mater.* 2005;21(11):1059-67.
31. Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil.* 2004;31(0):155-9.
32. Spalding M, Taveira LAA, Assis GF. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15:154-65.
33. Ruse ND, Smith DC, Torneck CD, Titley KC. Preliminary surface analysis of etched, bleached, and normal bovine enamel. *J Dent Res.* 1990;69(9):1610-3.
34. Arends J, Jongebloed WL, Goldberg M. Interaction of urea and human enamel. *Caries Res.* 1984;18(1):17-24.
35. Arends J, Jongebloed WL, Goldberg M, Schuthof J. Interaction of urea and human enamel. *Caries Res.* 1997;26(1):531-9.
36. Goldberg M, Arends J, Jongebloed WL, Schuthof J, Septier D. Action of urea solutions on human enamel surfaces. *Caries Res.* 1983;17(2):106-12.
37. Basting RT, Rodrigues Jr AL, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(10):1335-42.
38. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent.* 1996;24(6):395-8.
39. Marshall MV, Cancro LP, Fischman SL. Hydrogen peroxide: a review of its use in dentistry. *J Periodontol.* 1995;66(9):786-96.
40. Bistey T, Nagy IP, Simó A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent.* 2007;35(4):325-30.
41. Lee DH, Lim BS, Lee YK, Yang HC. Effects of hydrogen peroxide (H₂O₂) on alkaline phosphatase activity and matrix mineralization of odontoblast and osteoblast cell lines. *Cell Biol Toxicol.* 2006;22(1):39-46.
42. Ushigome T, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Kawada E, Oda Y. Influence of peroxide treatment on bovine enamel surface cross-sectional analysis. *Dent Mater J.* 2009;28(3):315-23.
43. Delvin H, Bassiouny MA, Boston D. Hardness of enamel exposed to Coca-Cola and artificial saliva. *J Oral Rehabil.* 2006;33(1):26-30.
44. Lee KH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil.* 2006;33(3):229-33.
45. Steinberg D, Mor C, Dogan H, Zacks B, Rotstein I. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. *Dent Mater.* 1999;15(1):14-20.
46. Bowles WH, Lancaster LS, Wagner MJ. Reflectance and texture changes in bleached composite resin surfaces. *J Esthet Dent.* 1996;8(5):229-33.
47. Moraes RR, Marimon JI, Schneider IF, Corrêa Sobrinho I, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Investig.* 2006;10(0):23-8.
48. Turker SB, Biskin T. Effect of Three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2003;89(5):466-73.
49. Wattanapayungkul P, Yap AU. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Operative Dentistry.* 2003;1(28):15-9.
50. Dutra RA, Branco JRT, Alvim HH, Poletto LTA, Albuquerque RC. Effect of hydrogen peroxide topical application on the enamel and composite resin surfaces and interface. *Indian J Dent Res.* 2009;20(1):65-70.
51. Campos IC, Briso AL, Pimenta LA, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restoration materials. *J Esthet Rest Dent.* 2003;15(3):175-82.
52. Bruzell EM, Johnsen B, Aalerud TN, Dahl JE, Christensen T. In vitro efficacy and risk for adverse effects of light-assisted tooth bleaching. *Photochem Photobiol Sci.* 2009;8(3):377-85.
53. Hein DK, Ploeger BJ, Hartup JK, Wagstaff RS, Palmer TM, Hansen LD. In-office vital tooth bleaching - what do lights add? *Compend Contin Educ Dent.* 2003;24(4):340-52.
54. Lima DA, Aguiar FH, Liporoni PC, Munin E, Ambrosano GM, Lovadino JR. In vitro evaluation of the effectiveness of bleaching agents activated by different light sources. *J Prosthodont.* 2009;18(3):249-54.
55. Camargo SE, Cardoso PE, Valera MC, de Araújo MA, Kojima AN. Penetration of 35% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine teeth after LED or Nd:YAG laser activation. *Eur J Esthet Dent.* 2009;4(1):82-8.

ABSTRACT

Objective: the aim of this study was to evaluate and compare the roughness and superficial morphology of enamel and a composite restorative resin after different bleaching techniques application. **Material and Methods:** Bovine incisors were selected and standardized cavities were prepared on the buccal surface, which were restored with composite resin. The teeth were distributed according to the following treatments: G1- bleaching with 10% carbamide peroxide (CP); G2 - bleaching with 38% hydrogen peroxide (HP); and G3 - bleaching with 38% of HP associated to light irradiation. For G1, the bleaching gel was applied for 8 hours daily during 21 days. For G2 and G3, 3 sessions were performed, consisting of 3 applications of 15 minutes each, with 7 days of intervals between the sessions. For G3, the LED (470nm) light was used to activate the bleaching agent for 6

minutes. The surface of enamel and composite resin were evaluated before and after the bleaching procedures using a roughness tester and an atomic force microscope. **Results:** The results showed significant differences in surface roughness of enamel after bleaching only for G1 (Wilcoxon, $p < 0.05$). For composite resin, neither group showed a statistical difference compared to control (Mann-Whitney, $p > 0.05$). **Conclusion:** It was concluded that the increase in the roughness of enamel occurred only after bleaching therapy using a gel with 10% of CP. The bleaching procedures evaluated in this investigation did not increase the roughness or cause changes in the superficial morphology of the composite resin.

KEYWORDS: Tooth bleaching, dental enamel, composite resins, microscopy atomic Force.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Prof. Dr. Carlos Alberto de SOUZA COSTA
Departamento de Fisiologia e Patologia
Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP
Rua Humaitá, 1680 – Centro. CEP: 14801-903, Araraquara, SP
Tel: (16) 3301-6477. Fax: (16) 3301-6488
E-mail: casouzac@foar.unesp.br