

A rugosidade do esmalte dental e o tratamento clareador

ROBERTA MARQUES CARDOSO*, MARGARETH ODA**, ANTÔNIO CARLOS CANABARRO ANDRADE JUNIOR***,
LÍVIA MUSSI FREITAS****, HÉLIO RODRIGUES SAMPAIO FILHO*****, BEATRIZ THOLT DE VASCONCELLOS*****

*Mestre em Reabilitação Oral pela Universidade Veiga de Almeida (UVA) – Rio de Janeiro/RJ.

**Doutora em Dentística; Professora-associada da Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo/SP.

***Doutor em Periodontia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ); Coordenador do mestrado profissional em Odontologia da Universidade Veiga de Almeida (UVA) – Rio de Janeiro/RJ.

****Aluna da Graduação da Universidade Veiga de Almeida (UVA) – Rio de Janeiro/RJ.

*****Doutor em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) – Rio de Janeiro/RJ.

*****Doutora em Dentística pela Universidade de São Paulo (USP); Professora adjunta da Universidade Veiga de Almeida (UVA) – Rio de Janeiro/RJ.

RESUMO

O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar a morfologia do esmalte dental perante a ação de agentes clareadores, quantitativamente, por meio da mensuração de rugosidade superficial. As superfícies vestibulares de 20 terceiros molares foram seccionadas em duas partes, posicionadas sobre a resina acrílica incolor e armazenadas em água destilada. As amostras foram analisadas em microscópio óptico para a definição de 15 amostras homogêneas e distribuídas aleatoriamente em três grupos experimentais, cada um contendo cinco delas: Grupo 1 – imersão em água destilada, Grupo 2 – gel peróxido de hidrogênio a 35% e Grupo 3 – gel peróxido de hidrogênio a 35% e ativação por luz LED (light emitting diodes). As medições da rugosidade foram realizadas em rugosímetro, e a análise estatística utilizada para a comparação entre os grupos foi o teste t pareado. Não houve diferença estatisticamente significativa nos grupos 1 e 2, sendo o valor de $p > 0,05$. Entretanto, sob as condições experimentais deste trabalho, a técnica clareadora com ativação por luz resultou em alteração estatisticamente significativa da rugosidade média do esmalte dental, cujo valor foi de $p < 0,05$. O tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% e com fotoativação causou aumento significativo da rugosidade do esmalte dental humano.

DESCRITORES

Clareamento de dente. Peróxido de hidrogênio. Esmalte dental.

INTRODUÇÃO

A otimização da estética pode ser considerada como um meio de promoção da saúde bucal, além de melhorar os aspectos psicológicos e sociais²⁸. Atualmente, o clareamento dental é parte integrante do tratamento restaurador, apresentando como vantagem ser uma técnica simples, conservadora e com resultados comprovados, quando realizado e indicado corretamente, pois a preservação da estrutura dental sadia deve ser o objetivo principal.

A evolução tecnológica reflete-se na Odontologia pelo desenvolvimento de equipamentos que facilitam o trabalho do profissional. Pertinentemente ao clareamento dental, equipamentos ativadores foram projetados com a finalidade de diminuir o tempo de aplicação do tratamento, dessa maneira, oferecendo mais conforto e segurança aos pacientes³.

A capacidade de difusão do peróxido de hidrogênio no esmalte dental e na dentina foi comprovada pela literatura científica e, portanto, maior interesse tem sido dado ao estudo dos possíveis efeitos do clareamento na subsuperfície do esmalte e da dentina, todavia resultados conflitantes têm sido relatados^{11,4}.

OBJETIVO

O presente estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar a morfologia do esmalte dental frente à ação de agentes clareadores, quantitativamente, por meio da mensuração dos parâmetros de rugosidade Ra (rugosidade média) e Ry (definido como o maior valor das rugosidades parciais que se apresenta no percurso de medição).

Trabalho realizado na Universidade Veiga de Almeida (UVA) – Rio de Janeiro/RJ.

Endereço para correspondência:

Roberta Marques Cardoso

Avenida Nossa Senhora de Copacabana, 807, sala 903 – Copacabana

CEP: 22050-002 – Rio de Janeiro/RJ

E-mail: betamcardoso@yahoo.com.br, biatholt@hotmail.com

MATERIAIS E MÉTODOS

Confecção das amostras

Vinte terceiros molares, recém-extraídos e limpos com sabão neutro e escova de dentes, foram utilizados neste estudo, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Veiga de Almeida (UVA), sob a resolução 288/11. As superfícies vestibulares destes terceiros molares foram seccionadas em duas partes (Figura 1), em máquina Labcut 1010 Extec (Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo), como observado na Figura 2. Os fragmentos foram colocados sobre uma resina acrílica incolor, vertida em um anel de PVC de 0,5 polegadas, este anel estava posicionado sobre uma lâmina de cera 7 (Figura 3). Após a

completa polimerização da resina acrílica, executou-se desgaste em equipamento de corte (construções elétricas Ltda., Porto Alegre Indústria Brasileira – Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo), como notado na Figura 4. As amostras foram armazenadas em água destilada.

Análise em microscopia ótica

Os 40 espécimes foram avaliados em microscópio óptico motorizado *Axioplan 2 Imaging* (Carl Zeiss, Hallbergmoos, Germany), controlado pelo *software* AxioVision 4.7 (Carl Zeiss Vision, Laboratório de Engenharia de Materiais da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC/RJ, para a captura de imagens da superfície do esmalte com aumento de oito



Figura 1 - Dentes seccionados, armazenados em água destilada.



Figura 3 - Posicionamento dos fragmentos dentários sobre a resina acrílica.



Figura 2 - Labcut 1010 (Laboratório de Dentística da Universidade de São Paulo).

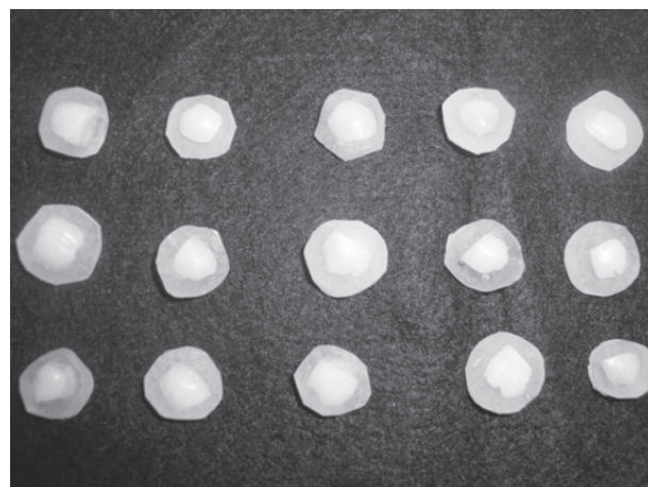


Figura 4 - Amostras prontas para análise.

vezes. Tais imagens possibilitaram a definição de um grupo de 15 amostras homogêneas.

Definição dos grupos experimentais

As amostras foram, então, distribuídas aleatoriamente em três grupos experimentais, cada um com cinco delas, como listado no Quadro 1.

Grupo 1

Os espécimes foram armazenados em água destilada e em temperatura ambiente, durante o tempo do experimento.

Grupo 2

Os espécimes receberam aplicação do gel clareador sobre a superfície, com uma espátula plástica de modo que a superfície fosse recoberta por cerca de 1 mm de espessura de gel. O gel permaneceu, por 15 minutos, em contato com a superfície, ao mesmo tempo em que um Microbrush foi utilizado para realizar movimentação do gel por quatro vezes, com o intuito de liberar eventuais bolhas de oxigênio. Após os 15 minutos, o gel foi aspirado com uma cânula e um novo foi aplicado por mais 15 minutos, da mesma forma que o anterior. Ao final, a terceira aplicação de gel foi realizada. Portanto, o gel totalizou 45 minutos em contato com a superfície, sendo trocado por três vezes. Após a terceira aplicação, a superfície foi finalmente lavada e seca com uso de seringa triplice.

Grupo 3

Os espécimes receberam aplicação do gel clareador sobre a superfície, com uma espátula plástica de modo que a superfície fosse recoberta por cerca de 1 mm de espessura de gel, sendo que o mesmo permaneceu, por 45 minutos, em contato com a superfície. A fotoativação foi conduzida utilizando três ciclos de ativação de três minutos, com intervalos de três minutos entre elas, sendo o tempo de permanência do gel sobre a superfície de 15 minutos para cada ciclo, e a ativação foi realizada com o equipamento por luz LED: *Twin Flex evolution da MM Optics*, registrado na ANVISA 80051420014 (Figura 5).

Após o término de cada ciclo de ativação, o gel foi removido com cânula aspiradora, e uma nova aplicação foi realizada. Ao final do terceiro ciclo, o gel foi aspirado e a superfície foi lavada com água, para tanto, utilizando-se a seringa triplice e posteriormente seca.

Para cada amostra foram realizadas três leituras no rugosímetro, antes e após os tratamentos, sendo os grupos divididos em subgrupo a (leitura antes do tratamento) e b (leitura após imersão em água destilada).

Análise em rugosímetro

As medições foram realizadas no equipamento Mitutoyo, pertencente ao Laboratório do Mestrado em Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). A ponta analisadora de superfície foi calibrada para aferir a leitura dos corpos de prova com comprimento de 4 mm e *cutoff* de 0,25 mm. Em cada amostra, foram realizadas três leituras no rugosímetro, em três regiões distintas, antes e após os tratamentos. Os parâmetros Ra e Ry foram avaliados.

Análise estatística

Executou-se a análise estatística com o auxílio do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 17.0. Foi empregado o teste estatístico *t* pareado, considerando significativos valores de $p < 0,05$.



Figura 5 - Equipamento Twinflex evolution, MM optics.

Quadro 1
Grupos experimentais

Grupo 1 (n = 5)	Imersão em água destilada
Grupo 2 (n = 5)	Gel peróxido de hidrogênio a 35% utilizando três aplicações de 15 minutos (pH = 6,0 a 7,0)
Grupo 3 (n = 5)	Três aplicações do gel peróxido de hidrogênio a 35% e ativação por luz LED, utilizando três ciclos de ativação de três minutos com intervalo de três minutos entre eles (pH = 6,0 a 7,0)

RESULTADOS

Os dados encontrados de Ra, rugosidade média, antes e após a aplicação dos agentes clareadores, foram analisados estatisticamente. O valor era de $p > 0,05$, o teste *t* pareado confirma a hipótese que a imersão em água destilada não foi capaz de aumentar o grau de rugosidade da superfície do esmalte humano. O tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% sem fotoativação não afeta a rugosidade do esmalte dental humano. Com o valor de $p < 0,05$, o resultado demonstra que houve alteração de rugosidade de superfície quando o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% com fotoativação foi utilizado. Os resultados encontram-se na Tabela 1.

DISCUSSÃO

O uso generalizado dos agentes clareadores para fins estéticos torna necessária a escolha adequada de materiais e técnicas que promovam resultados desejados com efeitos mínimos sobre o esmalte dental. A possibilidade de resultados rápidos, em uma única sessão, faz da técnica *in-office*, ou de consultório, a de escolha de muitos profissionais. Por isso, tal técnica foi escolhida para este estudo *in vitro*. Nesta técnica, o peróxido de hidrogênio é utilizado em elevadas concentrações (35%), e o efeito clareador é obtido quando o peróxido de hidrogênio, de baixo peso molecular, penetra no esmalte enquanto dissocia-se em oxigênio livre, que quebra as moléculas pigmentadas em cadeias menores. Normalmente, os grandes pigmentos absorvem e refletem vermelho e verde, o que fornece a aparência clínica amarelada. Com a quebra desses pigmentos, ocorre menor absorção do azul e, portanto, os dentes parecem mais brancos²². A velocidade desta reação, ou seja, da oxidação do peróxido de hidrogênio, pode ser acelerada pelo aumento da excitação do pigmento e/ou do peróxido e pelo mecanismo termocatalítico ou fotocatalítico¹².

A proposta do emprego de ativação por equipamentos de energia eletromagnética (luz) baseia-se na vantagem de que fontes de luz aceleram a decomposição e formam uma maior quantidade de radicais

livres¹⁷. Acredita-se que isso aconteça em consequência da elevação da temperatura do gel ou da molécula pigmentada. Os agentes clareadores encontrados no mercado para uso em consultório, com ativação por fontes de luz, possuem um ativador ou um corante na composição do gel de forma a favorecer a absorção da luz ou reduzir o aquecimento da estrutura dental¹⁷.

Os resultados em foco convergem com outros trabalhos, que observaram um elevado aumento da rugosidade e uma alteração significativa na morfologia superficial do esmalte quando em contato com peróxido de carbamida a 10%, a 35% e peróxido de hidrogênio a 35%^{2,5,9,11,14,20}. Todavia, os achados do presente estudo se diferem daqueles encontrados por Riehl²⁶, Cadenaro *et al.*⁶, Dostalova *et al.*⁸ e Pedreira de Freitas *et al.*²³, que não detectaram alteração morfológica do esmalte dental após a aplicação de agentes clareadores.

De acordo com Pinto *et al.*²⁴ e Lopes *et al.*¹⁶, a concentração de peróxido de hidrogênio é um fator relevante para a obtenção dos resultados de valores de rugosidade significativamente maiores. Também sugerem que tal aumento ocorre em razão da redução da quantidade de cálcio e fósforo no esmalte, após clareamento dental. Crateras, porosidades características de um processo erosivo do esmalte dental, são associadas ao uso de agentes clareadores, e tais efeitos, conforme afirmam Miranda *et al.*²¹, aparecem distribuídos na superfície de forma aleatória. É importante salientar ainda que, em estudos *in vitro*, espera-se encontrar maiores alterações da estrutura de esmalte, pois não há contato com saliva¹⁶. Há também outro fator relevante, o pH do agente clareador. Quanto mais ácido este agente apresentar, alterações mais graves se revelam, como crateras mais profundas descritas na literatura. De forma a eliminar essa possível variável, os agentes selecionados para este estudo apresentavam pH semelhantes na faixa do neutro.

Experimentos que avaliaram o efeito do peróxido de hidrogênio a 35% sobre a microdureza da superfície do esmalte dentário observaram que, após o clareamento, a microdureza diminuía, porém essa redução não foi significativa estatisticamente^{26,27,30}, dessa maneira

Tabela 1

Valores médios e desvio padrão dos parâmetros de rugosidade Ra e Ry, dos grupos Controle, Sem ativação e Com ativação

Controle				Sem ativação				Com ativação			
Ra1 (n = 5)	Ra2 (n = 5)	Ry1 (n = 5)	Ry2 (n = 5)	Ra1 (n = 5)	Ra2 (n = 5)	Ry1 (n = 5)	Ry2 (n = 5)	Ra1 (n = 5)	Ra2 (n = 5)	Ry1 (n = 5)	Ry2 (n = 5)
0,83	0,99	4,25	4,38	0,81	1,12	4,11	5,09	*0,91	1,47	*4,59	6,37
(0,28)	(0,21)	(1,38)	(0,81)	(0,37)	(0,09)	(1,58)	(0,80)	(0,17)	(0,18)	(0,89)	(1,04)

1: antes dos procedimentos; 2: depois dos procedimentos; *significativo ($p < 0,05$).

discordando de estudos que constataram diminuição significativa da microdureza do esmalte ao se utilizar peróxido de hidrogênio a 30% e peróxido de carbamida a 10%^{15,24,29}, porém tal efeito não foi verificado nesta pesquisa. Justifica-se ainda que resultados discrepantes dos valores de microdureza podem estar diretamente relacionados ao tempo de exposição do agente clareador, ao pH da solução e ao próprio dente, pois o esmalte é formado por um material heterogêneo, tanto do ponto de vista estrutural quanto químico. As variações ocorrem entre diferentes indivíduos e dentes, sendo que a idade também muda as características de superfície, permeabilidade e cor³¹.

Este estudo concorda com Pedreira de Freitas *et al.*²³, quando tais autores citam as limitações dos parâmetros de rugosidade Ra e Ry, visto que estes avaliam picos e vales, cuja leitura, por meio de linhas em rugosímetro, pode não caracterizar fielmente a real superfície. Os mesmos autores relataram ainda, em seu estudo, em microscópio de força atômica, superfícies distintas de esmalte dental quando analisaram densidade de espectro de potência (PSD) de esmalte dental antes e após técnica clareadora, diferenças estas não detectadas quando investigaram somente os parâmetros Ra e Ry. No entanto, deve-se lembrar que a rugosidade do esmalte dental implica em dificuldades para a leitura pelo microscópio de força atômica, devido à sua limitação do eixo vertical, muitas vezes, impossibilitando esse método e indicando o rugosímetro como ferramenta ideal para análise.

A região estudada também parece ser um fator relevante, Yeh *et al.*³³ concluíram que, após o clareamento dental, houve ligeiro aumento da porosidade e maior dissolução ácida do esmalte em áreas bem definidas. Ao considerar-se que o oxigênio nascente é capaz de penetrar com maior facilidade na região orgânica do esmalte, pois a parte inorgânica é mais compacta e a penetração pelos cristais de hidroxiapatita é provavelmente mínima¹¹ os autores apontam para uma maior preocupação em definir uma amostra inicial o mais homogênea possível, fato este que justifica o estudo inicial realizado em microscopia óptica no presente trabalho.

Sabe-se que a seleção pelo emprego de terceiros molares não erupcionados possibilita a eliminação de possíveis variáveis no que diz respeito à camada superficial do esmalte, a qual, quando na cavidade oral, poderia já ter sofrido alterações, como erosões, o que culminaria em estruturas inicialmente bem distintas, dificultando ainda mais a interpretação dos resultados. A análise da presença de camada aprismática na

superfície também indica um fator importante a ser avaliado, pois esta apresenta maior percentagem de material orgânico, o que deixaria tal estrutura mais suscetível à ação de agentes clareadores¹¹.

Da mesma maneira, nos estudos de Pinto *et al.*²⁴ e de Cavalli *et al.*⁷, o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% não causou alteração em algumas áreas, entretanto; em outras, houve aumento da rugosidade e alteração significativa na morfologia superficial do esmalte. Acredita-se que a análise por meio do rugosímetro, em três linhas predefinidas, seja realmente limitada quando são consideradas possíveis alterações em áreas aleatórias da superfície e, por conseguinte, pode ilustrar diferenças de valores de Ra, os quais, segundo uma análise com diferentes equipamentos, métodos e resoluções, talvez, fossem representados de forma diferente. A importância do estudo de mais de um parâmetro de rugosidade é, portanto, primordial, por isso, nesta pesquisa, foram analisados Ra e Ry, pois um parâmetro complementa o outro.

A importância do acúmulo de biofilme como fator etiológico da cárie é indiscutível^{1,19}. Na cavidade oral saudável, existe um equilíbrio dinâmico nas superfícies dentais entre as forças de retenção e remoção do biofilme. Entretanto, superfícies rugosas promovem a formação e a maturação da placa²⁵. Ademais, uma superfície rugosa afeta o desgaste dos dentes e de materiais restauradores, com isso, aumentando a suscetibilidade ao manchamento. Logo, o potencial de alguns procedimentos clínicos, capazes de causar erosão do tecido dental, como o clareamento dental, deve ser acompanhado com maior atenção pelos clínicos. Quanto ao tratamento clareador, a seleção da técnica deve ser cuidadosa e individualizada. Autores alertam que pacientes apresentando fatores de risco à doença cárie, como aqueles com dieta cariogênica e dificuldades de manutenção de uma boa higiene oral, devem ser muito bem controlados antes do tratamento clareador com uso de fontes de ativação, pois o aumento da rugosidade superficial pode resultar no maior acúmulo de biofilme. O procedimento clínico de polimento da estrutura, após o procedimento clareador também parece aconselhável, com o intuito de devolver a lisura ao dente, apesar de que tal fato não tenha sido, neste estudo, investigado.

Estudo de Hosoya *et al.*¹³ confirmou que o clareamento dental aumenta a rugosidade superficial, bem como sugeriu que, com a repetição desse procedimento, a adesão de *Streptococcus mutans* ao esmalte também poderia aumentar. Gursoy *et al.*¹⁰ também observaram,

em estudo *in vivo*, que o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% promoveu maior acúmulo de placa bacteriana do que nos dentes homólogos não clareados, após um período de cinco dias sem escovação.

Valores médios, encontrados por Machado¹⁸, da rugosidade de esmalte de 1,3 μm , são superiores àqueles indicados por Quirynen e Bollen²⁵ (0,2 μm), como ideais de rugosidade no sentido de propiciar baixa retenção de biofilme. Os próprios autores ressaltam que a maior parte dos trabalhos publicados apresenta valores de Ra superiores a este limiar. Os valores do presente estudo também se mostraram superiores a 0,2 μm , com desvio padrão esperado em função das variabilidades morfológica e regional do esmalte dental citado.

Sabe-se que não se devem comparar valores absolutos com os obtidos em outros trabalhos, a não ser que a metodologia empregada seja idêntica, mas, a título de curiosidade, os dados dos valores de rugosidade inicial deste estudo estão de acordo com os citados na literatura, que variam de 0,64 a 1,3 μm . Pôde-se verificar que, após a aplicação das diferentes técnicas de tratamento clareador, os valores encontrados revelaram-se superiores àqueles citados na literatura, conquanto a diferença estatística só tenha sido detectada no grupo com ativação³².

Entende-se, segundo a pesquisa em foco, que a propriedade da rugosidade é um fator importante a ser avaliado, mas que, visando a extrapolar resultados laboratoriais para o desempenho clínico, outros estudos fazem-se necessários. Apesar do aumento da porosidade do esmalte dental observado na técnica clareadora com ativação por luz LED, tal aumento da porosidade provavelmente causado pelo do oxigênio nascente nesta técnica clareadora, é difícil inferir se tais alterações são reversíveis ou não¹¹. Clinicamente, tal superfície será recoberta pela película adquirida após um pequeno período, além das alterações inerentes ao meio bucal, escovação da superfície e uso de soluções ou dentifrícios com flúor, que podem levar a distintas características morfológicas do esmalte. Infere-se que, em função da oxidação, seja ela em maior ou menor escala, de acordo com a ativação ou não da reação, o peróxido de hidrogênio afeta tanto a superfície do esmalte quanto estruturas mais profundas, sendo que a técnica de clareamento *in-office* deve ser utilizada com critérios.

CONCLUSÕES

Dentro dos limites deste estudo *in vitro*, é possível concluir que o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% e fotoativação aumenta a rugosidade superficial do esmalte humano.

ABSTRACT

Dental enamel roughness and bleaching treatment

The aim of this study was to evaluate the surface roughness of dental enamel before and after using two different bleaching techniques by measuring surface roughness. Buccal surfaces from 20 third molars were sectioned into two parts, which were placed on acrylic resin and stored in distilled water. The samples were analyzed under a light microscope to define 15 homogeneous samples, which were randomly divided into three experimental groups, each with five of them: Group 1 – immersion in distilled water, Group 2 – 35% hydrogen peroxide bleaching gel, and Group 3 – 35% hydrogen peroxide bleaching gel with LED (light emitting diodes) activation. The roughness measurements were carried out and paired t tests were used for comparison between groups. There was no statistically significant difference in groups 1 and 2, being $p > 0.05$. However, under the experimental conditions of this paper, light-activated bleaching technique resulted in a statistically significant change in the enamel average roughness, with $p < 0.05$. Treatment using 35% hydrogen peroxide bleaching and light activation caused a significant increase in human enamel roughness.

DESCRIPTORS

Tooth bleaching. Hydrogen peroxide. Dental enamel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Beighton D. The complex oral microflora of high-risk individuals and groups and its role in the caries process. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005;33(4):248-55.
2. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995;8(1):29-32.
3. Bispo LB. Clareamento de dentes com associação LED e Laser. *Odontologia. Clin Cientif* 2007;6(2):179-82.
4. Bistey T, Jenei A, Szondy Z, Nagy P, Hegedus C. In vitro study of the effects of 10-30% hydrogen peroxide solutions on the surface of human tooth enamel. *Fogorv Sz* 2005;98(6):245-50.
5. Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. *J Prosthet Dent* 1992;67(6):852-5.
6. Cadenaro M, Breschi L, Nucci C, Antonioli F, Visintini E, Prati C, et al. Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface in vivo: a morphological and non-contact profilometric study. *Oper Dent* 2008;33(2):127-34.
7. Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil* 2004;31(2):155-9.
8. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemec M, Miyagi M, et al. Diodo Laser-Activated Bleaching. *Braz Dent J* 2004;15:3-8.
9. Flaitz CM, Hicks MJ. Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: a SEM and polarized light microscopic in vitro study. *J Dent Child* 1996;63(4):249-56.
10. Gursay UK, Eren DI, Bektas OO, Hurmuzlu F, Bostanci V, Ozdemir H, et al. Effect of external tooth bleaching on dental plaque accumulation and tooth discoloration. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13(4):266-9.
11. 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.
12. 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(4A):340-52.
13. Hosoya N, Honda K, Iino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent* 2003;31(8):543-8.
14. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on a enamel surface morphology and the bonding of composit resin to enamel. *J Oral Rehabil* 1996;27:53-6.
15. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod* 1994;20(2):61-3.
16. Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro S Jr. Effect of Bleaching Agents on the Hardness and Morphology of Enamel. *J Esthetic Restor Dent* 2002;14(1):24-30.
17. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *JADA* 2004;135(2):194-201.
18. Machado N. Rugosidade superficial do esmalte dental humano, determinada sob vários parâmetros [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2002. 76f.
19. Marsh PD. Dental Plaque: biological significance of a biofilm and community lifestyle. *J Clin Periodontol* 2005;32(Suppl 6):7-15.
20. McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent* 1992;68(5):754-60.
21. Miranda CB, Pagani C, Benetti AR, Matuda FS. Evaluation of the bleached human enamel by scanning electron microscopy. *J Appl Oral Sci* 2005;13(2):204-11.
22. Monnerat AF, Castello RR. Avaliação das alterações estruturais em esmalte submetido ao clareamento com peróxido de hidrogênio 35%. *Rev Bras Odontol* 2004;61(3/4):160-4.
23. Pedreira de Freitas AC, Espejo LC, Botta SB, Teixeira FD, Luz MA, Garone-Netto N, et al. AFM analysis of bleaching effects on dental enamel microtopography. *Appl Surf Sci* 2010;256(9):2915-9.
24. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res* 2004;18(4):306-11.
25. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subsurface gingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995;22(1):1-14.
26. Riehl H. Estudo in vitro do efeito de três diferentes agentes clareadores sobre a dureza do esmalte dentário bovino [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de odontologia de Bauru; 2002. 102f.
27. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int* 1993;24(1):39-44.
28. Shethri SA, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Oper Dent* 2003;28(5):488-95.
29. Smidt A. Effect of bleaching agents on microhardness and surface morphology of tooth enamel. *Am J Dent* 1998;11(2):83-5.
30. Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent* 2004;32(4):581-90.
31. Ten Cate JM. Chemistry of demineralization and remineralization of enamel and dentine. *Tooth Wear and Sensitivity. Clinical Advances in Restorative Dentistry*. London: Taylor and Francis; 2000.
32. Tholt B. Estudo da rugosidade superficial de cerâmicas, submetidas a diferentes tratamentos superficiais, em rugosímetro e microscópio de força atômica [Tese de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2003. 131f.
33. Yeh ST, Su Y, Lu YC, Lee SY. Surface changes and acid dissolution of enamel after carbamide peroxide bleach treatment. *Oper Dent* 2005;30(4):507-15.

Recebido em: 26/9/11

Aceito em: 27/1/12