



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Trabalho de Conclusão de Curso

Aluno(a): Tássia Barroso Falsete

Orientador(a): Prof. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima

Ano de Conclusão do Curso: 2011



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**



“Avaliação das propriedades físicas do esmalte após utilização de agentes clareadores com cálcio”

Tássia Barroso Falsete

Piracicaba

2011

Tássia Barroso Falsete

**“Avaliação das propriedades físicas do esmalte após
utilização de agentes clareadores com cálcio”**

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, para a obtenção do Diploma de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Prof^a. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima

Piracicaba

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
GARDÊNIA BENOSSI – CRB8/8644 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

F19a Falsete, Tássia Barroso, 1988-
Avaliação das propriedades físicas do esmalte após utilização
de agentes clareadores com cálcio / Tássia Barroso Falsete. --
Piracicaba, SP : [s.n.], 2011.
29f. : il.

Orientador: Debora Alves Nunes Leite Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística. 2. Dentes - Clareamento. 3. Peróxido de
Hidrogênio . I. Lima, Debora Alves Nunes Leite. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba.
III. Título.

Dedico este trabalho à minha família: Márcio, meu pai,
Solange, minha mãe e Ísis, minha irmã.

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por estar sempre presente em minha vida,
por iluminar meu caminho, ser refúgio, abrigo
e por todas as bênçãos que tem me dado.

A aqueles que, com orgulho, chamo de pais, Márcio e Solange,
meu tudo, meus exemplos, meus maiores incentivadores,
pela dedicação, apoio e amor incondicionais.

À minha família, em especial meus avós e minha irmã,
pela torcida, pelo carinho.

Ao meu namorado Diego, pelo apoio, pela compreensão
e por ser minha companhia de todas as horas.

Aos meus amigos e a todos aqueles que têm dividido comigo
os diversos momentos dessa caminhada.

À todos os professores da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Pela dedicação, pela disponibilidade em transmitir seus conhecimentos.

Ao doutorando Carlos Eduardo dos Santos Bertoldo, sempre pronto para
me auxiliar e orientar no que fosse preciso.

À minha orientadora Professora Doutora Débora Alves Nunes Leite Lima,
que reunindo extrema competência e sensibilidade me ajudou,
na realização desse trabalho e durante boa parte de minha graduação.

Agradeço pelo incentivo, pela atenção, pela paciência,
pela sabedoria e pelos ensinamentos
dados a mim com tanta disponibilidade.

RESUMO

Este estudo “in vitro” avaliou as propriedades físicas do esmalte dental após utilização de peróxido de hidrogênio com e sem cálcio e seqüente aplicação do flúor neutro ou imersão em saliva artificial. Foram utilizados 40 blocos de esmalte bovino, divididos em 4 grupos (n=10): G1- peróxido de hidrogênio (PH) a 35% com cálcio (Whiteness HP Blue/FGM) seguido da aplicação de flúor neutro a 2% por 2 minutos, G2 - PH a 35% com cálcio e armazenamento em saliva artificial por 7 dias, G3 - PH a 35% (Whiteness HP Maxx/FGM) seguido da aplicação de flúor neutro a 2% por 2 minutos, e G4 - PH a 35% e armazenamento em saliva artificial por 7 dias. Leituras de microdureza e de rugosidade foram realizadas nos tempos: L1- inicial, L2 - após a realização do clareamento e L3 - após aplicação de flúor ou imersão em saliva artificial. Os dados foram analisados utilizando-se ANOVA “dois fatores” e teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Observou-se que os clareadores testados diminuíram a microdureza e aumentaram a rugosidade do esmalte de maneira significativa. Em L2, os grupos G1 e G2 apresentaram maiores valores de microdureza em relação a G3 e G4, respectivamente. L3 apresentou maior dureza em relação a L2 para todos os grupos testados. Os grupos com e sem flúor não diferiram estatisticamente entre si para dureza ($p=0,6892$) e rugosidade ($p=0,3169$). Pode-se concluir que, para ambos os clareadores, a rugosidade superficial do esmalte aumentou e não se alterou após imersão em saliva ou flúor. Quanto à microdureza, sua redução foi menor para o clareador com cálcio, e a aplicação de flúor neutro ou imersão em saliva artificial, após o clareamento, foi eficaz na recuperação dos valores de dureza iniciais.

Palavras-chave: Clareamento Dental, Dentística Operatória, Peróxido de Hidrogênio.

ABSTRACT

This “in vitro” study evaluated the physical properties of dental enamel after the use of hydrogen peroxide with and without calcium and neutral fluoride application or storing in artificial saliva. A total of 40 bovine enamel blocks were used, divided into four groups (n = 10): G1-hydrogen peroxide (HP) to 35% with calcium (Whiteness HP Blue/FGM) followed by the application of neutral fluoride to 2% for 2 minutes G2 - PH to 35% with calcium and storage in artificial saliva for 7 days, G3 – HP to 35% (Whiteness HP Maxx/FGM) followed by the application of neutral fluoride to 2% for 2 minutes, and G4 - PH to 35 % and storage in artificial saliva for 7 days. Readings of microhardness and roughness were carried out in stages: L1 - initial, L2 - after completion of bleaching and L3 after application of fluoride or immersion in artificial saliva. Data were analyzed using ANOVA "two factors" and Tukey's test ($\alpha = 5\%$). It was observed that the tested bleaching decreased the microhardness and increased the roughness of the enamel in a significant way. In L2 the groups G1 and G2 showed higher micro hardness values compared to G3 and G4, respectively. L3 had a higher hardness compared to L2 for all groups tested. The groups with and without fluoride did not differ statistically for hardness ($p = 0.6892$) and roughness ($p = 0.3169$). It can be concluded that for both bleaching, the enamel surface roughness increased and it did not change after immersion in saliva or fluoride. As for microhardness, its reduction was lower for the bleach with calcium, and the neutral fluoride application or immersion in artificial saliva, after bleaching, was effective in recovering the initial microhardness.

Keywords: Tooth bleaching, Operative Dentistry, Hydrogen Peroxide.

SUMÁRIO

1.Introdução.....	pág. 09
2.Proposição.....	pág. 12
3.Materiais e Métodos.....	pág. 13
3.1 Delineamento Experimental.....	pág. 13
3.2 Métodos.....	pág. 13
3.2.1 Obtenção dos corpos de prova.....	pág. 13
3.2.2 Análise de Microdureza superficial Knoop.....	pág. 15
3.2.3 Análise da Rugosidade superficial.....	pág. 16
3.2.4 Análise dos resultados.....	pág. 19
4.Resultados.	pág. 20
5.Discussão ..	pág. 21
6.Conclusão ..	pág. 24
Referências.....	pág. 25

1. INTRODUÇÃO

Alterações de cor dos elementos dentais são consideradas um dos principais problemas estéticos, frequentemente relatado por pacientes. Embora existam tratamentos restauradores, como facetas ou coroas de porcelana, que são alternativas para estes casos, o tratamento clareador vem sendo utilizado com resultados satisfatórios quando bem indicado, por se tratar de uma técnica conservadora.

Os agentes clareadores apresentam peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida que, quando em contato com água ou saliva, por exemplo, se decompõe em peróxido de hidrogênio e uréia (Haywood e Heymann, 1989). Segundo, Goldstein e Garber, 1996, o peróxido de hidrogênio, agente ativo do clareamento, libera água e radicais livres de oxigênio e, simultaneamente, hidrogênio e peridroxil (radical livre HO₂ – eletrofílico e instável) em proporções dependentes do pH do meio. Quando o pH do meio é básico, maior quantidade de peridroxil e hidrogênio é formada, levando a oxidação das macromoléculas carbonatadas e coradas, tornando-as menores e descoradas.

O clareamento dental caseiro vem sendo muito utilizado nos dias atuais para o tratamento estético de dentes com alteração de cor, pois é uma alternativa conservadora, eficiente, de baixo custo e de fácil execução. Inicialmente essa técnica foi proposta por Haywood e Heymann, em 1989. A técnica é considerada segura, por não envolver aplicação de calor, ácidos ou desgaste da estrutura dental, e ainda permite um menor tempo de consulta clínica. Para realização desta técnica, agentes clareadores em baixas concentrações são aplicados em moldeiras individuais, utilizadas pelo paciente diariamente. Este método muitas vezes é considerado demorado pelos cirurgiões dentistas e pacientes.

Com o objetivo de diminuir o tempo de tratamento para chegar aos resultados desejados, agentes clareadores de alta concentração tem sido utilizados. Os agentes clareadores para uso em consultório contêm maiores concentrações do peróxido de carbamida (35-37%) e do peróxido de hidrogênio (20-35%), enquanto a técnica caseira contém peróxido de carbamida em concentrações que variam de 10 a 22% ou peróxido de hidrogênio até 10% (Sulieman, 2006).

Problemas relacionados à estrutura dentária provenientes da técnica como redução da microdureza e aumento da rugosidade são apresentados por alguns autores, porém há discordância em relação a esses efeitos. Estudos revelam aumento da porosidade do esmalte clareado, erosão e até mesmo desmineralização superficial (Shannon *et al.*, 1993; Flaitz & Hicks, 1996; Perdigão *et al.*, 1998; Hegedüs *et al.*, 1999; Akal *et al.*, 2001, Cavalli *et al.*, 2004a). Ainda, as evidências em relação à composição química, propriedades físicas e mecânicas do esmalte humano clareado também mostram resultados contraditórios (Murchinson *et al.*, 1992; Rotstein *et al.*, 1996; Attin *et al.*, 1997; Potocnik *et al.*, 2000; Akal *et al.*, 2001; Cimilli & Pameijer, 2001; Cavalli *et al.*, 2004).

Estudos demonstraram que o tratamento clareador com peróxido de carbamida pode resultar em diminuição na concentração de cálcio, fosfato e flúor presentes no esmalte (Perdigão *et al.*, 1998; Potocnik *et al.*, 2000; Burgmaier *et al.*, 2002), aumentando a susceptibilidade do substrato à desmineralização (Flaitz & Hicks, 1996; Al-Qunaian, 2005). Tais constatações tornam-se pertinentes e preocupantes uma vez que, devido à notoriedade das técnicas clareadoras, observa-se em alguns casos a utilização desses agentes em pacientes que apresentam lesões iniciais de cárie, embora pouca informação exista a respeito dos efeitos dos agentes clareadores em superfícies de esmalte previamente desmineralizadas (Basting *et al.*, 2001).

Em 1993, Shannon *et al.* comprovaram o aumento da porosidade causada pelos agentes clareadores com peróxido de carbamida em altas e baixas concentrações, entretanto, mínima alteração na microdureza do esmalte foi relatada. Todavia, a diminuição da dureza do esmalte tratado com peróxido a 10% e 16% foi demonstrada, e análises ultramorfológicas apontam perda de cálcio e fosfato da superfície clareada (Pinheiro Jr. *et al.*, 1996; Lopes *et al.*, 2000; McCracken & Haywood, 1996; Ruse *et al.*, 1990).

Com o objetivo de minimizar estes efeitos, agentes clareadores com aditivos químicos, como flúor ou cálcio, foram introduzidos no mercado. Pelo fato destes agentes estarem em solução supersaturada de íons, impediriam a dissolução do esmalte em meio ao agente clareador (Attin *et al.*, 1997; Giannini *et al.*, 2006).

Sabe-se que o principal produto responsável pela ação anticariogênica de agentes tópicos de F é o fluoreto de cálcio (“CaF₂”) (Ogaard, 2001) e que a sua formação depende da disponibilidade de cálcio e fosfato presentes no meio bucal. Logo, o flúor não é o único elemento químico favorável para promover a remineralização, sendo este efeito dependente da disponibilidade de cálcio e fosfato no local da lesão (Kardos *et al.*, 1999) ou na saliva (Schemehorn, 1999a).

Estudos mostram que o tratamento clareador pode causar danos a superfície do esmalte, mesmo que em menores proporções (Park *et al.*, 2004). Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a dureza e rugosidade do esmalte antes e após a realização de clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%, com e sem cálcio, para que, dessa forma, possa se verificar a real necessidade de utilização deste elemento químico em associação ao tratamento clareador.

2. PROPOSIÇÃO

Este estudo “in vitro” avaliou as propriedades físicas do esmalte dental após utilização de peróxido de hidrogênio com e sem cálcio e aplicação do flúor neutro ou imersão em saliva artificial, através das análises de microdureza e rugosidade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

Unidades experimentais:

40 blocos de esmalte de dentes incisivos bovinos (n=10).

Fator em estudo:

Agentes clareadores em 2 níveis (Peróxido de Hidrogênio a 35% e Peróxido de Hidrogênio a 35% com cálcio).

Agente remineralizante em 2 níveis (Flúor neutro 2% e saliva artificial).

Tempo em 3 níveis

Variável de resposta:

Microdureza Knoop (KHN).

Rugosidade Superficial (Ra).

Forma de Designar o tratamento às unidades experimentais:

Por processo aleatório, através de sorteio.

3.2 Métodos

3.2.1 – Obtenção dos corpos de prova

Para a realização dessa pesquisa foram utilizados 40 dentes incisivos bovinos. Os elementos foram armazenados em solução aquosa de timol a 0,1% (Dinâmica, Piracicaba, São Paulo, Brasil) tamponado durante um mês e, manualmente, os debrís foram removidos com lâminas de bisturi e polidos com taças de borracha e pasta de pedra pomes (SS White LTDA; Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água. Os dentes foram examinados sob lupa com aumento de 4X, quanto à presença de linhas de fratura e trincas, que eventualmente poderiam ter influência nos testes a serem realizados.

Após remoção manual dos debrís e polimento, os dentes foram armazenados em água destilada até o momento de sua utilização.

Após a seleção, obteve-se 40 fragmentos de dentes, com área de superfície de 25 mm² (fragmentos de 5x5mm aproximadamente), extraídos da superfície vestibular da

coroa dos incisivos bovinos (Fig.1). Para tanto, foi realizada a separação da coroa da porção radicular, com um disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Ind. Com. Ltda, Barueri, SP, Brasil) sob constante irrigação de jato de água em peça-de-mão, em baixa rotação. Em seguida realizou-se outros cortes na porção coronária, nos sentidos méso-distal e inciso-cervical em uma cortadeira metalográfica (Isomet 1000, Buehler , Illinois , EUA) (Fig. 2A) com disco diamantado de alta concentração (Extec 4" x 012 x 1/2, Buehler, Illinois , EUA) (Fig. 2B) para a obtenção dos fragmentos.



Fig. 1. Obtenção do bloco de esmalte.



Fig. 2.A- Cortadeira metalográfica de precisão (Isomet 1000, Buehler, Illinois , EUA); B - Disco diamantado de alta concentração (4 "x 012 x 1/2, Buehler, Illinois, EUA).

A superfície de esmalte foi planificada com lixas de carbeto de silício (SiC), de granulação #600 e #1200 (Fig. 3) sob irrigação constante, utilizando-se uma Politriz giratória (Maxigrind, Solotest, São Paulo, SP, Brasil) e polida com discos de feltro associados a pasta diamantada (Arotec, Cotia, SP, Brasil), em politriz giratória.



Fig. 3. Planificação da superfície de esmalte com lixas de carbeto de silício de granulação crescente (#600 e #1200).

Após a confecção dos corpos de prova, foi realizada a leitura inicial da rugosidade e de microdureza Knoop. As amostras foram divididas em 4 grupos (n=10 por grupo), identificadas e fixadas em discos de acrílico com cera pegajosa, de modo que a superfície do esmalte (superfície teste) permanecesse paralela à base do acrílico, viabilizando a realização do ensaio de microdureza e rugosidade superficial.

3.2.2 – Análise de Microdureza superficial Knoop

A microdureza da superfície foi obtida através da média aritmética de 5 indentações na região central do bloco, com uso de um microdurômetro (HMV-2000 Shimadzu, Tokyo, Japão) (Fig. 4A), com carga estática de 25 gramas por 5 segundos e com 100 μm de distância entre elas (Fig 4B) (Paes Leme *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2005).



4A



4B

Fig. 4. A- Microdurômetro (HMV-2000 Shimadzu, Tokyo, Japão); B - Edentações na região central da superfície da amostra com distância de 100 μm .

3.2.3 – Análise da Rugosidade superficial (μm - padrão Ra)

A rugosidade foi avaliada utilizando-se um rugosímetro (Mitutoyo, Surftest 211; São Paulo, Brasil) (Fig. 5). Foram realizadas três leituras eqüidistantes em cada corpo de prova, sendo o resultado a média das três leituras (Fragoso, 2011).

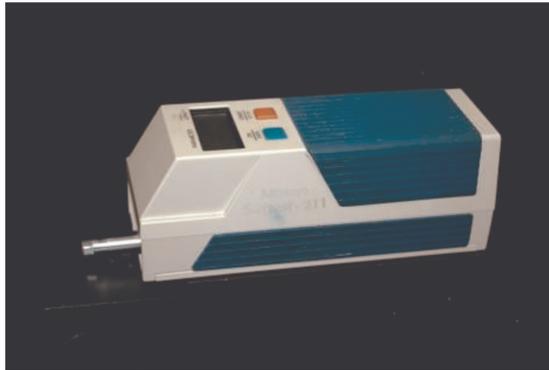


Fig. 5. Rugosímetro perfilômetro (Mitutoyo, Surftest 211; São Paulo, Brasil)

Depois de realizada a leitura inicial, as amostras receberam o tratamento clareador, da seguinte forma:

- Grupos 1 e 2 (n=10 por grupo) - Aplicação de peróxido de hidrogênio a 35% com cálcio (Whiteness HP Blue/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil) em camada de 1mm de espessura por 40 minutos, segundo instruções do fabricante, lavagem, armazenagem em solução de água destilada deionizada a 37°C (Fig. 6).



Fig. 6. Aplicação do peróxido de hidrogênio a 35% com cálcio (Whiteness HP Blue/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil).

- Grupo 3 e 4 (n=10 por grupo) - Aplicação de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP MAXX/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil) : 3 aplicações com 1mm de espessura por 15 minutos, segundo instruções do fabricante, intercalados por lavagem com água destilada deionizada, lavagem final e armazenagem em solução de água destilada deionizada a 37°C (Fig. 7).



Fig. 7. Aplicação de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP MAXX/FGM Produtos odontológicos Ltda.; Joinville, SC, Brasil)

Logo após o clareamento realizou-se nova leitura de rugosidade e microdureza. Em seguida, os grupos foram novamente separados, recebendo os seguintes tratamentos:

- Grupo 1 (n=10) – Aplicação tópica de gel de fluoreto de sódio neutro a 2% (Maquira Indústria de Produtos Odontológicos Ltda.; Maringá, PR, Brasil) (Fig. 8) pelo período de 2 minutos, em seguida lavagem abundante com água corrente.
- Grupo 2 (n=10) – Imersão em saliva artificial (Proderma, Piracicaba, São Paulo, Brasil) por 7 dias (Fig. 9).
- Grupo 3 (n=10) – Aplicação tópica de gel de fluoreto de sódio neutro a 2% (Maquira Indústria de Produtos Odontológicos Ltda.; Maringá, PR, Brasil) (Fig. 8) pelo período de 2 minutos, em seguida lavagem abundante com água corrente .
- Grupo 4 (n=10) – Imersão em saliva artificial por 7 dias (Fig. 9).



Fig.8. Aplicação tópica de gel de fluoreto de sódio neutro a 2% (Maquira Indústria de Produtos Odontológicos Ltda.; Maringá, PR, Brasil).



Fig.10. Amostra armazenada em saliva artificial.

Realizou-se então a terceira leitura de rugosidade e microdureza logo após a aplicação de flúor, para os grupos 1 e 3 e após 7 dias de imersão em saliva artificial para os grupos 2 e 4.

3.2.4 - Análise dos resultados

Os resultados dos valores obtidos das variáveis foram anotados, tabelados e submetidos à interpretação estatística. Inicialmente, fez-se uma análise exploratória dos dados usando Proc lab do programa SAS. A seguir os grupos foram comparados por meio de ANOVA e teste de Tukey. O nível de significância utilizado para todos os testes foi de 5%.

4. RESULTADOS

Os resultados de dureza e rugosidade estão apresentados nas tabelas 1 e 2. Não houve diferença estatística entre o flúor e a saliva para dureza ($p=0,6892$) e rugosidade ($p=0,3169$).

Ambos clareadores diminuíram a microdureza do esmalte de maneira significativa. Após o clareamento, o clareador com cálcio apresentou maior dureza diferindo estatisticamente do clareador sem cálcio. O flúor e a saliva aumentaram a dureza do esmalte para ambos clareadores.

A rugosidade do esmalte aumentou após o clareamento e a aplicação de flúor ou saliva não interferiu estatisticamente neste resultado.

Tabela 1: Média (desvio padrão) da dureza (KHN).

Tratamento	Tempo	Agentes clareadores	
		HP Blue	HP Max
Flúor	Inicial	444,4 (35,3)Ab	442,0 (27,4)Ab
	Clareamento	371,9 (21,1)Ac	346,4 (31,1)Bc
	Flúor	475,3 (27,3)Aa	473,0 (34,4)Aa
Saliva	Inicial	448,9 (22,2)Ab	448,2 (34,5)Ab
	Clareamento	366,8 (15,1)Ac	347,0 (39,5)Bc
	Saliva	478,2 (34,6)Aa	480,2 (48,5)Aa

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando tempo dentro dos grupos com e sem flúor) diferem entre si ($p\leq 0,05$). Difere do tempo inicial ($p\leq 0,05$). Não houve diferença significativa entre os grupos com e sem flúor ($p=0,6892$).

Tabela 2: Média (desvio padrão) da rugosidade (Ra).

Tratamento	Tempo	Agentes clareadores	
		HP Blue	HP Max
Flúor	Inicial	0,33 (0,04) Ab	0,34 (0,03) Ab
	Clareamento	0,39 (0,06) Aa	0,45 (0,07) Aa
	Flúor	0,39 (0,02) Aa	0,44 (0,04) Aa
Saliva	Inicial	0,33 (0,07) Ab	0,34 (0,08) Ab
	Clareamento	0,39 (0,06) Aa	0,41 (0,04) Aa
	Saliva	0,40 (0,02) Aa	0,41 (0,06) Aa

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando tempo dentro dos grupos com e sem flúor) diferem entre si ($p\leq 0,05$). Difere do tempo inicial ($p\leq 0,05$). Não houve diferença significativa entre os grupos com e sem flúor ($p=0,3169$).

5. DISCUSSÃO

No presente estudo, constatou-se que ambos os agentes clareadores testados provocaram redução na microdureza e aumento da rugosidade superficial do esmalte dental no tempo logo após o clareamento. Estudos anteriores já haviam obtido resultados semelhantes com o uso de peróxido de hidrogênio (Pinto *et al.*, 2004; Attin *et al.*, 2004; Borges *et al.*, 2009; White *et al.*, 2004) e reportaram que substâncias clareadoras promoveram alterações nas propriedades físicas e morfológicas do esmalte dental (Pinto *et al.*, 2004; Ushigome *et al.*, 2009, Gianinni *et al.*, 2006; Lopes *et al.*, 2002; Berger, 2007).

A redução dos valores de microdureza do esmalte indica que os agentes clareadores proporcionaram perda de conteúdo mineral. Estudos mostram que há uma redução da concentração de cálcio e da relação cálcio-fosfato, principais constituintes inorgânicos dos tecidos dentais, no esmalte clareado (Lee *et al.*, 2006; Scannavino, 2008; Tezel *et al.*, 2007; Al-Salehi *et al.*, 2007).

O mecanismo exato pelo qual o peróxido de hidrogênio afeta os tecidos dentais não é completamente elucidado, mas seus efeitos deletérios podem estar relacionados ao seu mecanismo de ação. O peróxido é um forte agente oxidante (McEvoy, 1989) que possui a capacidade de se difundir livremente através do esmalte e da dentina em função de sua permeabilidade e baixo peso molecular, além de ter potencial para desnaturar proteínas, propiciando, assim, um grande movimento iônico através dos tecidos dentários. A ação do peróxido de hidrogênio se dá por processo de oxiredução, em que as macromoléculas pigmentadas do esmalte são oxidadas, convertendo-se em moléculas menores e mais claras (Haywood, 1992; White *et al.*, 2004; Baratieri, 1993). Entretanto a reação dos peróxidos é inespecífica, podendo agir também na matriz dental, afetando o esmalte e levando a perda mineral (Akal *et al.*, 2001; Crews *et al.*, 1997; Flaitz & Hicks, 1996; Heguids *et al.*, 1999; Lewinstein *et al.*, 1994).

O pH do agente clareador também tem sido relacionado às alterações minerais da superfície do esmalte clareado. Rodrigues *et al.*, em 2001, ao testar clareadores de diferentes pH obteve resultados que sugeriram que essa propriedade pode influenciar na perda mineral. Géis ácidos promoveriam um meio favorável à desmineralização. A

redução dos valores de microdureza observada no presente estudo não deve, no entanto, estar associada a essa causa, uma vez que os géis clareadores utilizados apresentam, segundo o fabricante, pH neutro.

Nesse contexto de análise e compreensão dos efeitos causados pelos agentes clareadores aos tecidos dentais, a adição de cálcio na composição dos géis tem sido apontada como alternativa para reduzir as consequências adversas. O propósito dessas fórmulas seria aumentar a saturação do gel com íons, reduzindo a perda mineral e aumentando a resistência do esmalte à desmineralização causada pelos peróxidos (Giannini *et al.*, 2006).

No presente estudo, as amostras submetidas à aplicação de ambos os géis apresentaram diminuição dos seus valores de microdureza superficial. Estes achados concordam com os resultados de Oliveira *et al.* (2004), que realizaram um estudo comparativo e observaram que, a despeito da adição de cálcio, todos os agentes clareadores afetaram a microdureza do esmalte. No entanto, no presente trabalho, notou-se ainda que para o grupo que recebeu o agente clareador com cálcio, essa redução foi estatisticamente menor quando comparada à do grupo que recebeu o agente clareador sem cálcio. Tal resultado vai de encontro a outros estudos e sugere o potencial benéfico da presença de cálcio para o esmalte dental quando utilizado em associação aos agentes clareadores de alta concentração (Giannini *et al.*, 2006; Schemehorn & Novak, 2007; Cavalli *et al.*, 2010; Borges *et al.*, 2009).

Além da adição de cálcio, este estudo avaliou, de forma indireta, os efeitos da aplicação de flúor após o clareamento e da imersão em saliva artificial na dinâmica de perda ou ganho mineral do esmalte submetido à ação dos peróxidos. É aceito que o flúor tópico promove remineralização e inibe a desmineralização dos tecidos duros do dente (Ten Cate, 1990). Attin *et al.* (1997) destacaram que a perda da microdureza do esmalte clareado poderia ser retomada por um período de remineralização seguinte ao clareamento. No presente estudo, a aplicação dessa substância após o tratamento clareador resultou, tanto para o grupo submetido a clareador com cálcio como no submetido ao clareador sem cálcio, em aumento nos valores de microdureza, assim como relatado por outros autores (Leandro *et al.*, 2008; Borges *et al.*, 2009; Bizhang *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2010). O fluoreto de sódio presente na formulação do flúor tópico

gel é capaz de se combinar com o cálcio, formando sais, e dessa interação resulta em uma camada de fluoreto de cálcio (Bruun & Guvskov, 1991; LeGeros, 1990), depósito que é então dissolvido, permitindo aos íons F sua difusão no esmalte e no meio e, assim, a inibição da desmineralização e o favorecimento da remineralização (Attin *et al.*, 1997; LeGeros, 1990).

Quanto à saliva, os resultados obtidos foram semelhantes aos dos grupos expostos à ação do flúor. Borges *et al.*, em 2010, submeteram amostras que tiveram sua microdureza reduzida após tratamento clareador à imersão em saliva artificial e não relataram alteração nos valores por essa substância. O presente estudo, assim como outros já realizados (Basting *et al.*, 2003; Araújo *et al.*, 2003), ao contrário, destaca a ação remineralizadora da saliva ao restabelecer valores de microdureza. De fato, considera-se que a saliva tem um importante papel no processo de remineralização do tecido dental pela reação dos íons de cálcio, fosfato e flúor com os cátions disponíveis no esmalte (Amaechi & Higham, 2001).

Ainda em relação ao efeito dos géis clareadores na estrutura do esmalte e as implicações da presença de cálcio no gel, da aplicação de flúor e da imersão em saliva nessa dinâmica, outro aspecto abordado por esse estudo foi a rugosidade superficial. Notou-se aumento dos valores após a aplicação dos géis, tanto no grupo que recebeu o clareador com cálcio como o que recebeu o clareador sem esse elemento. Conseqüências semelhantes após tratamento clareador foram relatadas por Martin *et al.* (2010), Pinto *et al.* (2004) e Ushigome *et al.* (2009).

Verificou-se ainda que para a rugosidade, diferentemente do que ocorreu com a microdureza, os agentes remineralizantes flúor e saliva artificial não foram capazes de retomar os valores iniciais de rugosidade, de modo a concordar com Pires (2008) e Pinto *et al.* (2004), mas discordar com Martin *et al.* (2010) quanto à efetividade do flúor. Pôde-se inferir, assim, que a retomada mineral indicada pelo aumento da microdureza pode não ter acontecido de modo a resultar em uma disposição e morfologia regular dos novos cristais formados, como a hidroxiapatita, fluorapatita e fluoreto de cálcio, e que favorecesse a obtenção de uma superfície menos rugosa do esmalte ou semelhante a que existia antes do tratamento clareador. Desse modo, embora se possa reduzir a perda mineral e favorecer a remineralização do esmalte dental após efeitos

deletérios provocados pelos radicais oxigênicos presentes nos géis clareadores, a retomada do padrão de normalidade dos tecidos não é ainda claramente evidenciada.

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que:

- Ambos os agentes clareadores em estudo provocaram redução da microdureza do esmalte logo após o clareamento, mas a redução foi menor para o clareador com cálcio;

- Ambos os agentes clareadores aumentaram de modo semelhante a rugosidade superficial do esmalte;

- A aplicação de flúor neutro ou a imersão em saliva artificial, após o clareamento, foi eficaz na recuperação dos valores de microdureza iniciais, mas para a rugosidade não se obteve esse resultado.

REFERÊNCIAS*

Akal N, Over H, Olmez A, Bodur H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2001; 25(4):293-296.

Al-Qunaian TA. The effect of whitening agents on caries susceptibility of human enamel. *Oper Dent.* 2005; 30(2): 265-70.

Al- Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24 hour non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *Journal of Dentistry.* 2007; 35(11): 845-850.

Amaechi BT, Higham SM. In vitro remineralization of eroded lesions by saliva. *J Dent.* 2001; 29:371-376.

Araújo EM, Baratieri LN, Vieira LC, Ritter AV. In situ effect of 10% carbamide peroxide on microhardness of human enamel: Function of time. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(3):166-174.

Attin T, Kielbassa AM, Schawanenber M, Helling E. The effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehab.* 1997; 24(4):282-86.

Attin T, Müller T, Patyk A, Lennon AM. Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. *Oper Dent.* 2004; 29(2): 188-195.

Baratieri LN, Monteiro Jr S, Andrada MAC, Vieira LCC. *Clareamento Dental.* São Paulo: Quintessence Books; 1993.

Basting RT, Rodrigues Jr AL, Serra MC. Effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness at different time intervals. *J Am Dent Assoc.* Chicago, 2003, no prelo.

Berger SB. Efeitos de agentes clareadores de alta concentração para o tratamento em consultório na microdureza, morfologia e composição química do esmalte humano [dissertação de mestrado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas; 2007.

Borges AB, Samezima LY, Fonseca LP, Yui KCK, Borges ALS, Torres CRG. Influence of Potentially Remineralizing Agents on Bleached Enamel Microhardness. *Operative Dentistry.* 2009; 34(5): 593-597.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periodicos em conformidade com o Medline.

Borges AB, Yui KCK, D'avila TC, Takahashi CL, Torres CRG, Borges. Influence of Remineralizing Gels on Bleached Enamel Microhardness In Different Time Intervals. Operative Dentistry. 2010; 35, (2):180-186.

Bruun C, Giskov K. Formation of CaF₂ on sound enamel and in caries-like enamel lesions after different forms of fluoride applications in vitro. Caries Res.1991; 25: 96-100.

Burgmaier GM, Schulze IM, Attin T. Fluoride uptake and development of artificial erosions in bleached and fluoridated enamel in vitro. J Oral Rehabil. 2002; 29(9): 799-804.

Cavalli V, Giannini M, Carvalho RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. Dent Mater.2004; 20(8): 733-739.

Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MA, Berger SB, Giannini M. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. Quintessence Int. Sept 2010; 41(8): e157-65.

Cimilli H, Pameijer CH. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on the physical properties and chemical composition of enamel. Am J Dent. 2001; 14(2):63-66.

Crews KM, Duncan D, Lentz D, Gordy FM, Tolbert B. Effect of bleaching agents on chemical composition of enamel. Miss Dent Assoc J. 1997; 53: 20-21.

Flaitz C, 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):249-256.

Fragoso, LSM. Avaliação da rugosidade do esmalte dental após microabrasão e polimento e da microdureza superficial após microabrasão, polimento e armazenamento em saliva artificial [tese de doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas; 2010.

Gianinni M, Cavalli V, Paes Leme AF. Effect of carbamide peroxide-based bleaching agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. Journal of Applied Oral Science. 2006; 11: 82-87.

Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. Chicago: Quintessence Books; 1996.

Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. Quintessence Int. March,1989; 20(3): 173-176.

Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. Quintessence Int. 1992; 23(7):471-488.

- Hegedüs C, Bistley T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1991; 27(7):509-515.
- Kardos, S, Shi B, Sipos T. The in vitro demineralization potential of a sodium fluoride, calcium and phosphate ion-containing dentifrice under various experimental conditions. *J Clin Dent.* 1999; 10: 22-25.
- 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): 229-233.
- Legeros RZ. Chemical and crystallographic events in the caries process. *J Dent Res.* 1990; 69 Spec No: 567-74; discussion 634-636.
- Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rostein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod.* 1994; 20(2): 61-63 .
- Lopes GC, et al. Efeito dos agentes clareadores caseiros na dureza do esmalte. *Pesq Odont Bras* 2000; 14: 119 (B093).
- Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro S. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent* . 2002; 14(1): 24-30.
- Martin JM, de Almeida JB, Rosa EA, Soares P, Torno V, Rached RN, Mazur RF. Effect of fluoride therapies on the surface roughness human enamel exposed to bleaching agents. *Quintessence Int* Jan 2010; 41(1): 71-78.
- McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10% carbamide peroxide. *J Dent.* 1996; 24: 395-398.
- McEvoy SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth II. Current Techniques and their clinical application. *Quintessence Int.* 1989; 20(6): 379-384.
- Murchinson DF, Charlton DG, Moore BK. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent.* 1992; 17(5):181-185.
- Oliveira R, Paes Leme AF, Giannini M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. *Braz Dent J.* 2005; 16(2): 103-106.
- Oogard B. CaF₂ formation: cariostatic properties and factors of enhancing the effect. *Caries Res.* 2001; 35: 40-44.

Paes Leme AF, Tabchoury CP, Zero DT, Cury JA. Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on early artificial carious lesions. *Am J Dent*. 2003; 16(2): 91-95.

Park HJ, et al. Changes in bovine enamel after treatment with a 30% hydrogen peroxide bleaching agent. *Dent Mater J*. 2004; 23(4): 517-521..

Perdigão J, Franci C, Swift EJ Jr, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent*. 1998; 11(6): 291-301.

Pinheiro Jr EC, et al. In vitro action of various carbamide peroxide bleaching agents on the microhardness of human enamel. *Braz Dent J*. 1996; 7: 75-9.

Pinto CF, de Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Brazilian Oral Research*. 2004; 18:306-311.

Pires EM. Avaliação da microdureza e rugosidade superficial do esmalte dental bovino submetido ao clareamento com peróxido de hidrogênio e tratamento remineralizador. [Trabalho de conclusão de Curso de Graduação em Odontologia]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos da Universidade Estadual de São Paulo; 2008.

Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod*. 2006; 26(4):203-206.

Rodrigues JA, Basting RT, Serra MC, Rodrigues AL. Effects of 10% carbamide peroxide bleaching materials on enamel microhardness. *Am J Dent*. 2001; 14(2): 67-71.

Rodrigues JA, Marchi GM, Ambrosano GMB, Heyman HO, Pimenta LA. Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design. *Dental Materials*. 2005; 21(11): 1059-1067.

Roststein I, Dankner E, Golman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod*. 1996;22(1):23-5.

Ruse ND, et al. Preliminary surface analyses of etched, bleached and normal bovine enamel. *J Dent Res*. 1990; 69: 1610-1613.

Scannavino FLF. Efeito do tratamento com gel clareador na relação cálcio-fósforo do esmalte dentário [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual de São Paulo; 2008.

Schemehorn BR, Novak ED. Use of a calcium peroxide whitening agent for remineralization and recalcification of incipient lesions. *J Clin Dent.* 2007; 18:126–130.

Schemehorn BR, Orban BS, Wood GD, Fischer GM. Remineralization by fluoride enhanced with calcium and phosphate ingredients. *J Clin Dent.* 1999a; 10: 13-16.

Shanon H, Spenser P, Gross K, Tira. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993; 24: 39-44.

Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and nonvital bleaching. *SADJ.* 2006; 61(8):352, 354.

Ten Cate JM. In vitro studies on the effects of fluoride de- and remineralization. *J Dent Res.* 1990; 69(spec iss): 614-619.

Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgar H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss of the enamel surface. *Quintessence Int Apr* 2007; 38(4): 339-347.

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: 315-323.

White DJ, Kozak KM, Zoladz JR, Duschner HJ, Gotz H. Effects of crest whitestrips bleaching on subsurface microhardness and ultrastructure of tooth enamel and coronal dentin. *Am J Dent.* 2004; 17(1); 5-11.