

Efeito da escovação com dentifrícios clareadores na rugosidade superficial do esmalte e da dentina

**Barbara ANTONINI^a, Cláudia Batitucci dos SANTOS^b, Katia Pestana Mendes VELOSO^c,
Giselle Maria MARCHI^d, José Augusto RODRIGUES^e, Cristiane Mariote AMARAL^e**

^aGraduanda do Curso de Odontologia, Universidade Guarulhos,
07023-070 Guarulhos - SP, Brasil

^bMestre em Clínica Odontológica, Área de Concentração Dentística,
Faculdade de Odontologia, UNICAMP, 13414-903 Piracicaba - SP, Brasil

^cMestre em Odontologia, Área de Concentração Dentística, Universidade Guarulhos,
07023-070 Guarulhos - SP, Brasil

^dDepartamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UNICAMP,
13414-903 Piracicaba - SP, Brasil

^eProfessor Adjunto do Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, CEPPE,
Área de Dentística, Universidade Guarulhos, 07023-070 Guarulhos - SP, Brasil

Antonini B, Santos CB, Veloso KPM, Marchi GM, Rodrigues JA, Amaral CM. Effect of toothbrush with whitening dentifrices on surface roughness of enamel and dentin. Rev Odontol UNESP. 2007; 36(2): 121-26.

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da escovação com dentifrícios clareadores compostos de diferentes abrasivos ou peróxidos na rugosidade superficial do esmalte e da dentina. Foram obtidos, de dentes bovinos, 65 fragmentos de esmalte e 65 de dentina com 4 x 4 mm, que foram incluídos em resina de poliestireno e polidos até a obtenção de superfície lisa e plana. A rugosidade inicial foi calculada através da média de três leituras realizadas em perfilômetro (Ra), com "cut off" de 0,25 mm e velocidade de 0,1 mm/s. Os corpos de prova foram escovados por 7500 ciclos com um dos dentifrícios (n = 13): Crest regular – controle, com sílica como abrasivo (C); Crest extra clareador com bicarbonato + pirofosfato de cálcio (CE); Dental Care com bicarbonato (DC); Rembrandt plus clareador com peróxido de carbamida + alumina e sílica (RP); Experimental com peróxido de hidrogênio + carbonato de cálcio (EX). Após a mensuração da rugosidade final, com os mesmos parâmetros, os dados foram submetidos à Análise de Variância e teste Tukey ($\alpha = 0,05$). A escovação aumentou significativamente a rugosidade do esmalte e da dentina para todos os grupos, com exceção do dentifrício DC em dentina, que apresentou a menor rugosidade após escovação. Em esmalte, menores rugosidades foram observadas após escovação com os dentifrícios C, CE e EX.

Palavras-chave: Escovação; dentifrícios clareadores; rugosidade superficial; esmalte bovino; dentina bovina.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effect of toothbrush with whitening dentifrices with different abrasives and peroxides on the surface roughness of enamel and dentin. 65 fragments of enamel and dentin with 4 x 4 mm, were obtained from bovine incisors, they were included in polystyrene resin and polished. Initial surface roughness was calculated by mean of three measurements carried out by profilometer, with cut off of 0.25 mm and tracing speed of 0.1 mm/s. The samples were subjected to toothbrush using 7,500 strokes of brushing with one of dentifrices (n = 13): Crest Regular (C) – control, with silica; Crest Extra Whitening (CE) with sodium bicarbonate + calcium pyrophosphate; Dental Care (DC) with sodium bicarbonate; Rembrandt Plus (RP) with carbamida peroxide + alumina + silica; and Experimental dentifrice (EX) with hydrogen peroxide + calcium carbonate. Final surface roughness was measured with the same parameters. Data were submitted to ANOVA and Tukey's test (p < 0.05). Toothbrush

significantly increased the surface roughness of enamel and dentin in all groups, except for DC dentifrice that presented the lowest roughness after toothbrush. For enamel, the lowest means of roughness after toothbrush were observed with C, CE and EX dentifrices.

Keywords: *Toothbrush; whitening dentifrices; surface roughness; bovine enamel; bovine dentin.*

Introdução

A preocupação com a estética do sorriso tem aumentado a cada dia, e dentes claros tornaram-se sinônimo de saúde e beleza¹. Essa ênfase que tem sido dada à estética tornou o clareamento dental uma função importante dos dentifrícios^{1,2}.

Assim, nos últimos 10 anos os dentifrícios tornaram-se mais especializados, com funções terapêuticas ou cosméticas³. As principais funções terapêuticas dos dentifrícios são: reduzir a incidência de cáries, remover placa, prevenir a formação de cálculo e reduzir a sensibilidade dental⁴⁻⁶. Cosmeticamente, a principal função de um dentifrício é prevenir ou remover manchas, promovendo o branqueamento dental^{2,7}.

Um grande número de dentifrícios foram lançados contendo ingredientes adicionais, com o objetivo de aumentar a eficácia de limpeza e promover o branqueamento dental⁸. Estes dentifrícios podem conter peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida, bicarbonato de sódio, sílica hidratada ou óxido de alumínio^{2,8}.

Além de substâncias clareadoras como o peróxido de hidrogênio e o peróxido de carbamida, os agentes abrasivos presentes nos dentifrícios também podem promover um branqueamento. Esta abrasividade de um dentifrício depende de vários fatores como a dureza inerente do agente abrasivo, o tamanho e a forma das partículas e o pH do dentifrício⁹. Sabe-se ainda, que existe correlação direta entre a abrasividade do dentifrício e a diminuição do manchamento¹⁰, embora os dados que comparam diferentes abrasivos ainda sejam inconclusivos¹⁰.

Assim, quando o esmalte dental é escovado com dentifrícios ocorre suave abrasão com microdesgastes, e esta rugosidade pode contribuir para a formação de placa dental¹¹. A abrasão dentinária também é um importante efeito colateral da escovação com dentifrícios¹².

Os dentifrícios que contêm alta concentração de bicarbonato de sódio parecem clarear mais os dentes do que dentifrícios regulares e aqueles que contêm sílica ou fosfato de cálcio². Além disso, esta substância é considerada de baixa abrasividade devido à baixa dureza intrínseca e alta solubilidade², podendo ser uma boa opção para o branqueamento dental.

Por outro lado, pouco se sabe sobre os efeitos dos dentifrícios que contêm agentes clareadores na superfície

dental. Entretanto, quando o esmalte dental é submetido a agentes clareadores à base de peróxido de carbamida a 10% ocorrem alterações superficiais significativas^{7,13-15}, sugerindo um efeito erosivo do agente clareador sobre a superfície do esmalte⁷.

Dessa forma, como a presença de componentes clareadores e de diferentes abrasivos pode causar alterações na superfície dental, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito da escovação com dentifrícios clareadores, compostos de diferentes abrasivos e/ou peróxidos sobre a rugosidade superficial do esmalte e da dentina radicular bovinos.

Material e método

Aspectos éticos

Esta pesquisa foi realizada em dentes bovinos, e por não envolver experimentação em seres humanos não houve a necessidade de ser submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa.

Delineamento experimental

As unidades experimentais deste estudo foram compostas por 65 fragmentos de esmalte dental bovino e 65 fragmentos de dentina radicular bovina. Os fatores em estudo foram: o tempo em 2 níveis (antes e depois) e a escovação em 4 níveis (n = 13): Crest Regular, Crest Extra Clareador, Dental Care, Rembrandt Plus Clareador e Experimental.

Obtenção dos fragmentos

Para a realização deste experimento, foram utilizados 65 incisivos bovinos recém extraídos, que foram limpos com curetas periodontais e armazenados em solução de timol a 1%.

Em todos os dentes foram realizados cortes longitudinais e transversais com disco diamantado dupla-face (KG Sorensen), obtendo-se 65 fragmentos de esmalte do terço médio da coroa e 65 fragmentos de dentina radicular, com dimensões de 4 x 4 mm.

Os fragmentos foram posicionados no centro dos moldes circulares de PVC, com diâmetro de ¾ de polegada, sobre placas de cera 7, para a inclusão em resina de poliestireno. Os corpos de prova (fragmentos incluídos em resina de poliestireno) foram planificados em politriz elétrica ro-

tativa (PL 02- Teclago) com lixas d'água de granulações 600 e 1200. O polimento foi realizado com discos de feltro (Arotec Ltda) Top com a pasta abrasiva de 6 µm, Ram com pasta de 3 µm e Supra com a pasta de 1 µm, usados nesta ordem respectivamente.

Avaliação da rugosidade inicial

A rugosidade inicial de cada corpo de prova foi avaliada utilizando perfilômetro, com "cut off" de 0,25 mm e velocidade de 0,1 mm/s. Foram realizadas 3 leituras em diferentes sentidos no mesmo plano (vertical, horizontal e diagonal) e a média de cada amostra foi calculada.

A leitura que foi considerada é a média aritmética entre picos e vales (Ra) registrada pelo perfilômetro, num trecho de medição calibrado para 1,5 mm.

Escovação

Após a leitura da rugosidade inicial, os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em 5 grupos (n = 13) para escovação do esmalte e 5 grupos (n = 13) para a escovação da dentina, de acordo com os grupos:

- G1 (Controle): Escovação dos fragmentos com o dentifrício Crest Regular;
- G2: Escovação dos fragmentos com o dentifrício Crest Extra Clareador;
- G3: Escovação dos fragmentos com o dentifrício Dental Care;
- G4: Escovação dos fragmentos com o dentifrício Rembrandt Plus Clareador;
- G5: Escovação dos fragmentos com um dentifrício Experimental Clareador.

A composição e descrição dos dentifrícios são apresentadas na Tabela 1.

Para a escovação, os corpos de prova foram fixados com cera utilidade dentro de cubas da máquina de escovação (Equilabor). Escovas com cerdas macias (Ultra Escovas Dentais) tiveram suas hastes cortadas e foram posicionadas na máquina de modo a ficarem com o longo eixo das cerdas perpendicular ao corpo de prova. Sobre cada escova foi aplicada uma carga axial estática de 200 g para simular a força empregada durante procedimentos de higiene bucal^{16,17}.

A aplicação dos dentifrícios foi feita na forma de suspensão de dentifrício em água na proporção de 1:3 em peso^{8,18,19}. A escovação dos corpos de prova foi realizada com velocidade constante de 250 ciclos por minuto, totalizando 7.500 ciclos de escovação¹⁹, que correspondem a 2 escovações diárias de 1 minuto por aproximadamente 2 semanas².

Após a escovação, os corpos de prova foram removidos das cubas, lavados em água corrente e a leitura de rugosidade superficial final dos fragmentos foi realizada.

Avaliação da rugosidade final

A rugosidade final dos corpos de prova foi avaliada seguindo os mesmos parâmetros da avaliação da rugosidade inicial, através da média das 3 leituras de rugosidade.

Análise estatística

Os dados de rugosidade do esmalte e da dentina foram submetidos, separadamente, à Análise de Variância em esquema de parcela subdividida e Teste Tukey ao nível de significância de 5%.

Resultado

Os resultados da avaliação da rugosidade superficial do esmalte são apresentados na Tabela 2, e na Tabela 3 estão apresentados os resultados da dentina.

No esmalte, a escovação com qualquer um dos dentifrícios causou aumento significativo da rugosidade, sendo que a escovação com os dentifrícios Dental Care ou Rembrandt Plus Clareador foi significativamente mais danosa ao esmalte do que a escovação com os demais dentifrícios.

A rugosidade superficial da dentina também foi aumentada significativamente pela escovação com os dentifrícios, exceto para o grupo escovado com dentifrício Dental Care, que exibiu significativo menor rugosidade que os demais grupos após a escovação.

Discussão

A habilidade dos dentifrícios em remover manchas extrínsecas da superfície dental pode ser relacionada com a sua abrasividade²⁰. Funcionalmente, o ingrediente mais

Tabela 1. Descrição dos dentifrícios utilizados no estudo

Dentifrício	Abrasivo	Fabricante	Lote
Crest Regular (C)	Sílica	Procter & Gamble	3001 GA
Crest Extra Clareador (CE)	Bicarbonato de Sódio, Pirofosfato de Cálcio	Procter & Gamble	3040 GE
Dental Care (DC)	Bicarbonato de Sódio	Arm & Hammer	E 0001
Rembrandt Plus Clareador (RP)	Alumina, Sílica e Peróxido de Carbamida 3%	Oral B	0764050203
Experimental Clareador (EX)	Carbonato de Cálcio e Peróxido de Hidrogênio 1%	Proderma Ltda	Exp 001

Tabela 2. Resultados de rugosidade superficial do esmalte, antes e após escovação com cada dentífrico

Dentífrico	Rugosidade (em μm)	
	Antes da escovação	Após a escovação
Crest Regular (C)	0,046Aa	0,162Ab
Crest Extra Clareador (CE)	0,047Aa	0,105Ab
Dental Care (DC)	0,047Aa	0,252Bb
Rembrandt Plus Clareador (RP)	0,043Aa	0,247Bb
Experimental Clareador (EX)	0,045Aa	0,152Ab

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) pelo Teste Tukey, ao nível de significância de 5%

Tabela 3. Resultados de rugosidade superficial da dentina, antes e após escovação com cada dentífrico

Dentífrico	Rugosidade (em μm)	
	Antes da escovação	Após a escovação
Crest Regular (C)	0,054Aa	1,717Ab
Crest Extra Clareador (CE)	0,055 Aa	2,639Ab
Dental Care (DC)	0,058Aa	0,234Ba
Rembrandt Plus Clareador (RP)	0,058Aa	3,092Ab
Experimental Clareador (EX)	0,054Aa	1,666Ab

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal) pelo Teste Tukey, ao nível de significância de 5%

importante dos dentífricos é o agente de polimento ou abrasivo, e isso deveria propiciar a remoção de manchas sem a remoção imprópria da estrutura dental⁸.

Com a escovação ocorre maior perda de estrutura dentinária do que de esmalte, e esta abrasão aumenta proporcionalmente ao tempo de escovação²¹. Assim, a abrasividade de um dentífrico pode ser um fator crítico para pacientes com exposição de dentina radicular que buscam o branqueamento através de dentífricos.

Além disso, sabe-se que a superfície do esmalte pode ser afetada pela escovação com ou sem dentífricos^{11,22}, e que a rugosidade superficial do esmalte pode afetar a adesão de bactérias. Neste contexto, foi observada maior aderência de estreptococos mutans às superfícies escovadas do que às não escovadas²².

Neste estudo, a escovação com qualquer um dos dentífricos causou aumento significativo da rugosidade do esmalte. Entretanto, a rugosidade observada para os dentífricos Dental Care e Rembrandt Extra Clareador foi significativamente maior.

Da mesma forma, Steinberg et al.²² observaram maior afinidade bacteriana à superfície de esmalte escovado com o Rembrandt Extra Clareador do que com um dentífrico regular.

Já Rice et al.²³ observaram que o dentífrico Crest Extra Clareador causou abrasividade do esmalte e da dentina similar ao dentífrico Crest Regular. Estes resultados também

podem ser comparados ao presente estudo, em que a rugosidade superficial observada para o Crest Extra Clareador foi semelhante à observada para o Crest Regular.

Entretanto, estes resultados diferem daqueles observados por Meyers et al.⁸, que avaliaram o efeito de três dentífricos na superfície do esmalte em microscopia eletrônica de varredura. Os autores relataram que as alterações superficiais foram inconsistentes e nenhum dentífrico foi associado à mudança da superfície. Arranhões, vincos e defeitos do esmalte foram visíveis e a morfologia superficial não foi alterada após o período de escovação⁸.

Dessa forma, não foram observadas diferenças na rugosidade do esmalte após escovação com os dentífricos que apresentam em sua composição: sílica (Crest Regular), pirofosfato de cálcio e bicarbonato de sódio (Crest Extra Clareador), ou carbonato de cálcio e peróxido de hidrogênio (Experimental Clareador). Já os dentífricos que apresentam alta concentração de bicarbonato de sódio (Dental Care) e a combinação de peróxido de carbamida, alumina e sílica (Rembrandt Plus Clareador) causaram maior rugosidade após a escovação do esmalte.

O bicarbonato de sódio é um sal que é adicionado aos dentífricos com a função de abrasivo para a remoção de manchas extrínsecas. Este abrasivo vem sendo bastante utilizado e é considerado de baixa abrasividade¹⁷. Sua dureza Mohs é de 2,5, enquanto o carbonato de cálcio apresenta

dureza de 3,0, a alumina de 9,25 e a sílica pode variar de 2,5 a 5,0⁹.

Entretanto, neste estudo, os dois dentifrícios que apresentam bicarbonato de sódio (Crest Extra Clareador e Dental Care) também causaram aumento significativo da rugosidade do esmalte. Além disso, ao final da escovação o dentifrício Dental Care, que apresenta bicarbonato de sódio em alta concentração (55%), apresentou as maiores alterações em esmalte, juntamente com o dentifrício Rembrandt Plus Clareador, tornando a superfície do esmalte significativamente mais rugosa do que os outros dentifrícios.

A diferença de rugosidade observada entre os dentifrícios Dental Care e Crest Extra Clareador (ambos contêm bicarbonato de sódio) pode estar associada a outros fatores que não somente o agente abrasivo. A abrasividade de um dentifrício é determinada pela sua completa composição, pois ela depende de outros fatores, como o tamanho e forma da partícula e o pH do dentifrício²⁰. Provavelmente algum destes fatores causou a maior rugosidade do esmalte escovado com o dentifrício Dental Care.

Outro fator importante a ser observado é a presença de peróxidos na composição dos dentifrícios. Os dentifrícios Rembrandt Plus Clareador e Experimental Clareador apresentam em sua composição peróxido de carbamida a 3% e peróxido de hidrogênio a 1%, respectivamente.

Em esmalte, a rugosidade causada pela escovação com o dentifrício Experimental Clareador (peróxido de hidrogênio) foi similar ao grupo controle. Já a rugosidade causada pela escovação com o dentifrício Rembrandt Plus Clareador (peróxido de carbamida) foi maior que a do grupo controle.

O peróxido de carbamida a 3% presente no dentifrício Rembrandt Plus Clareador, quando em contato com os tecidos dentais irá se decompor em peróxido de hidrogênio a aproximadamente 1%, ou seja, a mesma concentração de peróxido de hidrogênio presente no dentifrício Experimental Clareador. Dessa forma, é possível que a maior rugosidade causada pelo dentifrício Rembrandt Plus Clareador possa estar relacionada ao abrasivo deste dentifrício (alumina), que foi descrito como o abrasivo de maior dureza⁹.

Em dentina, a escovação também causou aumento significativo da rugosidade, exceto no grupo escovado com o dentifrício Dental Care. Ou seja, a presença de diferentes abrasivos e/ou peróxidos não afetou a rugosidade superficial após a escovação, apenas o dentifrício com alta concentração de bicarbonato de sódio (Dental Care) causou menor rugosidade.

A dureza Mohs da dentina é de 2,0 a 2,5, e os abrasivos de maior dureza poderiam desgastar mais a dentina⁹. O dentifrício Dental Care, que contém 55% de bicarbonato de sódio, apresenta menor abrasividade que o dentifrício Crest Regular⁹. Quando comparamos estes dados de dureza e abrasividade com a rugosidade obtida neste estudo observamos uma relação entre os resultados. Entretanto, o mesmo

dentifrício (Dental Care) que causou a maior rugosidade em esmalte foi o que causou a menor rugosidade em dentina.

É provável que este dentifrício tenha causado grande rugosidade no esmalte dental que apresenta maior dureza, e que na dentina, que apresenta menor dureza, tenha promovido desgaste. Alguns agentes abrasivos são capazes de produzir uma superfície altamente polida, mas ao fazer isso causam o desgaste da superfície dentária⁸.

A escovação com os dentifrícios que contêm peróxido de carbamida (Rembrandt Plus Clareador) ou peróxido de hidrogênio (Experimental Clareador) não afetou a rugosidade final da dentina. A rugosidade superficial provocada por estes dentifrícios foi similar a dos demais dentifrícios, incluindo o grupo controle. Isto sugere que a presença de peróxidos nos dentifrícios não causa danos à superfície da estrutura dental.

A segurança de cada um dos dentifrícios clareadores está relacionada com a sua composição. Assim, comparando os dados deste estudo, tanto para esmalte quanto para a dentina, é possível observar que os dentifrícios Crest Regular, Crest Extra Clareador e Experimental Clareador têm comportamento semelhante em ambos os substratos, causando menor rugosidade superficial.

Conclusão

Os resultados deste estudo permitem concluir que:

- a escovação com todos os dentifrícios aumentou a rugosidade do esmalte e da dentina, com exceção do grupo de dentina escovado com dentifrício Dental Care;
- os dentifrícios Crest Regular, Crest Extra Clareador e Experimental Clareador mantiveram comportamento similar em esmalte e dentina, exibindo menor rugosidade superficial.

Referências

1. Kleber CJ, Putt MS, Nelson BJ. In vitro tooth whitening by a sodium bicarbonate/peroxide dentifrice. *J Clin Dent.* 1998; 9:16-21.
2. Kleber CJ, Moore MH, Nelson BJ. Laboratory assessment of tooth whitening by sodium bicarbonate dentifrices. *J Clin Dent.* 1998; 9:72-5.
3. Legier-Vargas K, Mundorff-Shrestha SA, Featherstone JD, Gwinner LM. Effects of sodium bicarbonate dentifrices on the levels of cariogenic bacteria in human saliva. *Caries Res.* 1995; 29:143-7.
4. Silverman G, Gingold J, Curro FA. Desensitizing effect of a potassium chloride dentifrice. *Am J Dent.* 1994; 7(1):9-12.
5. Yiu CK, Wei SH. Clinical efficacy of dentifrices in the control of calculus, plaque, and gingivitis. *Quintessence Int.* 1993; 24:181-8.

6. 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; 72:67-71.
7. Meyers IA, McQueen MJ, Harbrow D, Seymour GJ. The surface effect of dentifrices. *Aust Dent J.* 2000; 45:118-24.
8. Meyers IA, McQueen MJ, Harbrow D, Seymour GJ. The surface effect of dentifrices. *Aust Dent J.* 2000; 45:118-24.
9. Newbrun E. The use of sodium bicarbonate in oral hygiene products and practice. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1997; 18(21):S2-7.
10. Koertge TE. Management of dental staining: can low-abrasive dentifrices play a role? *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1997; 18(21):S33-8.
11. Kuroiwa M, Kodaka T, Kuroiwa M. Microestrutural changes of human enamel surfaces by brushing with and without dentifrice containing abrasive. *Caries Res.* 1993; 27(1):1-8.
12. Imfeld T. Comparison of the mechanical effects of a toothbrush and standard abrasive on human and bovine dentine in vitro. *J Clin Dent.* 2001; 12:92-6.
13. Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: A preliminary report. *J Prosthet Dent.* 1992; 67:852-5.
14. Ernst C, Marroquin BB, Willershausen-Zonnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996; 27:53-6.
15. Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12(2):82-8.
16. De Boer P, Duinkerke AS, Arenos J. Influence of tooth paste particle size and tooth brush stiffness on dentine abrasion in vitro. *Caries Res.* 1985; 19:232-9.
17. Murray ID, McCabe JF, Storere R. Abrasivity of denture cleaning pastes in vitro. *Br Dent J.* 1986;161:137-41
18. Pfarrer AM, White DJ. Anticaries profile qualification of an improved whitening dentifrice. *J Clin Dent.* 2001; 12(2):30-3.
19. Amaral CM, Peris AR, Ambrosano GM, Swift EJ Jr, Pimenta LA. The effect of light-curing source and mode on microtensile bond strength to bovine dentin. *J Adhes Dent.* 2006; 8(1):41-5.
20. Torrado A, Valiente M, Muñoz CA. Cleaning power and abrasivity of a new toothpaste based on surface enamel. *Am J Dent.* 2004; 17(2):80-4.
21. Hooper S, West NX, Pickles MJ, Joiner A, Newcombe RG, Addy M. Investigation of erosion and abrasion on enamel and dentin: a model in situ using toothpastes of different abrasivity. *J Clin Periodontol.* 2003;30:802-8
22. Steinberg D, Mor C, Dogan H, Kaufmann D, Rotstein I. Formation of streptococcus mutans biofilm following toothbrushing with regular and whitening toothpastes. *Am J Dent.* 2003; 16(1):58-60.
23. Rice DE, Dhabhar DJ, White DJ. Laboratory stain removal and abrasion characteristics of a dentifrice based upon a novel silica technology. *J Clin Dent.* 2001;12(2):34-7.