

# Efeito da frequência de aplicação de géis fluoretados no controle da erosão em esmalte

## *Effect of application frequency of fluoride gels on the control of enamel erosion*

Maisa Camillo Jordão<sup>1</sup>, Renato Jonas Schiavoni<sup>2</sup>, Mônica Campos Serra<sup>3</sup>, Cecilia Pedroso Turssi<sup>4</sup>

### RESUMO

Esta investigação avaliou o efeito do regime de utilização de géis fluoretados neutro e acidulado no controle da progressão de lesões de erosão, através da análise da permeabilidade. Para tal, foram obtidos 140 fragmentos de esmalte bovino que foram impermeabilizados, exceto em uma área com 3mm de diâmetro, e submetidos, durante 3 semanas, a dois desafios erosivos diários, simulados através do contato do espécime com 20ml de suco de laranja (5 min), sob agitação. Entre os desafios, os corpos-de-prova foram mantidos em saliva artificial. Segundo um delineamento em blocos completos casualizados, os espécimes (n=20) foram tratados com géis fluoretados neutro (FN) ou acidulado (FFA), aplicados semanalmente, diariamente ou após cada episódio erosivo ou permaneceram sem tratamento (controle). Para análise da permeabilidade, os espécimes foram submetidos a um método de coloração histoquímica, utilizando-se soluções de sulfato de cobre e de ditioamida. Da região delimitada, obtiveram-se secções que foram digitalizadas sob microscopia óptica e submetidas à avaliação da penetração de íons cobre em relação à espessura total do esmalte. Os testes de Friedman e da diferença mínima significativa ( $\alpha=0,05$ ) demonstraram que houve menor permeabilidade no esmalte submetido a desafios erosivos quando do uso do FFA, não importando a frequência de sua utilização. A permeabilidade no esmalte decorrente da utilização do FN não diferiu daquela observada para o grupo não exposto aos géis fluoretados. Sugere-se que lesões de erosão em esmalte podem ser mais eficientemente controladas quando do uso de gel fluoretado acidulado, independentemente do regime adotado em sua aplicação.

**Descritores:** Erosão dental. Fluoretos. Permeabilidade do esmalte dentário.

### INTRODUÇÃO

O declínio na prevalência de cárie, associado ao aumento da expectativa de vida, tem contribuído para a manutenção de um maior número de elementos dentais em adultos e idosos<sup>1</sup>. Conseqüentemente, mais superfícies estão sob o risco de desgaste, que se manifesta através do sinergismo entre processos erosivos, abrasivos e de fadiga<sup>2</sup>.

Em vista do maior consumo de bebidas ácidas<sup>3</sup>, muitas pesquisas têm sido direcionadas ao entendimento da erosão, a fim de prevenir sua formação ou conter sua progressão<sup>4</sup>. Nesse sentido, a principal estratégia é a remoção do fator causal, através do aconselhamento dietético<sup>5</sup>. Entretanto,

diante da dificuldade em se instituir mudanças de hábito alimentar, uma alternativa para o controle das lesões é a utilização de medidas para potencializar a resistência ácida e a remineralização dos substratos dentais, através, por exemplo, da otimização do uso de fontes de fluoreto<sup>5-6</sup>.

Especula-se que para aumentar a resistência dos substratos dentais a subseqüentes desafios erosivos, necessita-se da disponibilidade de fluoretos em altas concentrações e elevada frequência<sup>7-8</sup>. Assim, uma estratégia seria a utilização de géis fluoretados, sobretudo em formulações ácidas<sup>6</sup>, as quais promoveriam a deposição de mineral tipo fluoreto de cálcio na superfície dental<sup>7</sup>. De fato, já

<sup>1</sup>Aluna de graduação, FORP-USP

<sup>2</sup>Doutorando em Odontologia Restauradora, FORP-USP

<sup>3</sup>Profa. Associada, Dept. Odontologia Restauradora, FORP-USP

<sup>4</sup>Profa. Credenciada, Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora, FORP-USP

se demonstrou que o esmalte submetido à erosão e tratado com fluorofosfato acidulado possui maior resistência à abrasão em relação ao substrato exposto a um gel neutro<sup>9</sup>.

Considerando que a existência de restaurações em resina composta, cimentos ionoméricos e cerâmica pode representar uma contra-indicação ao uso do gel acidulado<sup>10-12</sup> e que a menor reatividade do flúor neutro poderia ser compensada pelo menor intervalo entre suas aplicações<sup>13</sup>, este estudo verificou o efeito da frequência de utilização de géis fluoretados neutro e acidulado no controle da progressão de lesões de erosão em esmalte, através da análise da permeabilidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Delineamento experimental

Os fatores em estudo foram *tratamento com gel fluoretado* em três níveis: dois experimentais (neutro - FN e acidulado - FFA) e um controle (ausência de tratamento) e *frequência de aplicação* em três níveis: ao final de cada semana, ao final de cada dia e após cada episódio erosivo. Houve seis grupos experimentais, decorrentes das combinações entre os géis fluoretados e o regime de utilização dos mesmos, e um grupo controle (não tratado). Adotando-se um delineamento em blocos completos casualizados, 140 fragmentos de esmalte bovino foram divididos aleatoriamente em 20 blocos experimentais (n=20). A variável de resposta foi a permeabilidade, medida através de um método histoquímico.

### Obtenção dos corpos-de-prova

Setenta dentes bovinos recém extraídos foram submetidos à raspagem e polimento com pedra pomes e armazenados em solução de timol 0,1%. Cada dente foi seccionado na junção amelo-cementária - em cortadeira de precisão (Isomet 1000, Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, USA) - de modo a separar as porções coronária e radicular. Em seguida, duas secções de esmalte (5x5mm) foram obtidas do terço médio da coroa de cada dente (Figura 1A), totalizando 140 fragmentos.

A ausência de trincas, hipoplasia e hipomineralização foi comprovada por meio da inspeção em lupa estereoscópica. Na porção inferior dos fragmentos fixou-se um fio dental e, exceto em uma área circular com 3mm de diâmetro localizada na superfície vestibular, os fragmentos foram impermeabilizados com esmalte de unha ácido-

resistente em três camadas (Figura 1B).

### Desafios erosivos e aplicação dos géis fluoretados

A formação das lesões de erosão foi adaptada do modelo proposto por Amaechi et al. (1999)<sup>14</sup>. Os espécimes foram individualmente submetidos a desafios erosivos que consistiram na imersão em 20ml de suco de laranja (pH = 3,84; Fazenda Bela Vista, Tapiratiba, SP), em temperatura ambiente, por 5 min, em mesa agitadora (100 rpm, CD155, Cientec, Piracicaba, SP), duas vezes ao dia, ao longo de 21 dias (Figura 1C).

De acordo com o grupo experimental a que pertenciam, a superfície delimitada dos espécimes foi exposta a 0,04 ml dos géis fluoretados neutro (NaF 2%, Flugel, DFL S.A., Rio de Janeiro, RJ) ou acidulado (Fluoreto fosfatado acidulado 1,23%, Flúor Gel, DFL S.A., Rio de Janeiro, RJ) ao final de 1 semana, após 1 dia de episódios erosivos ou ainda após cada desafio (Figura 1D). Os géis fluoretados foram aplicados por 1 minuto. Após remoção dos géis com papel absorvente, os espécimes foram enxaguados com saliva artificial por 10 s.

Entre os episódios erosivos, os espécimes foram mantidos em 10ml de saliva artificial a 37°C, com formulação idêntica àquela descrita por McKnight-Hanes e Whitford (1992)<sup>15</sup> e modificada por Amaechi et al. (1999)<sup>14</sup>.

### Método de coloração histoquímica

Finalizados os desafios erosivos e as aplicações dos géis fluoretados, os corpos-de-prova foram individualmente imersos em 1ml de uma solução aquosa de sulfato de cobre a 10%, por 10 dias. Após secagem, os espécimes foram armazenados em 1ml de solução alcoólica de ditioxamida a 0,5%, por 10 dias (Figura 1E) e, então, secos e mantidos em ambiente com vapor de amônia, por 7 dias.

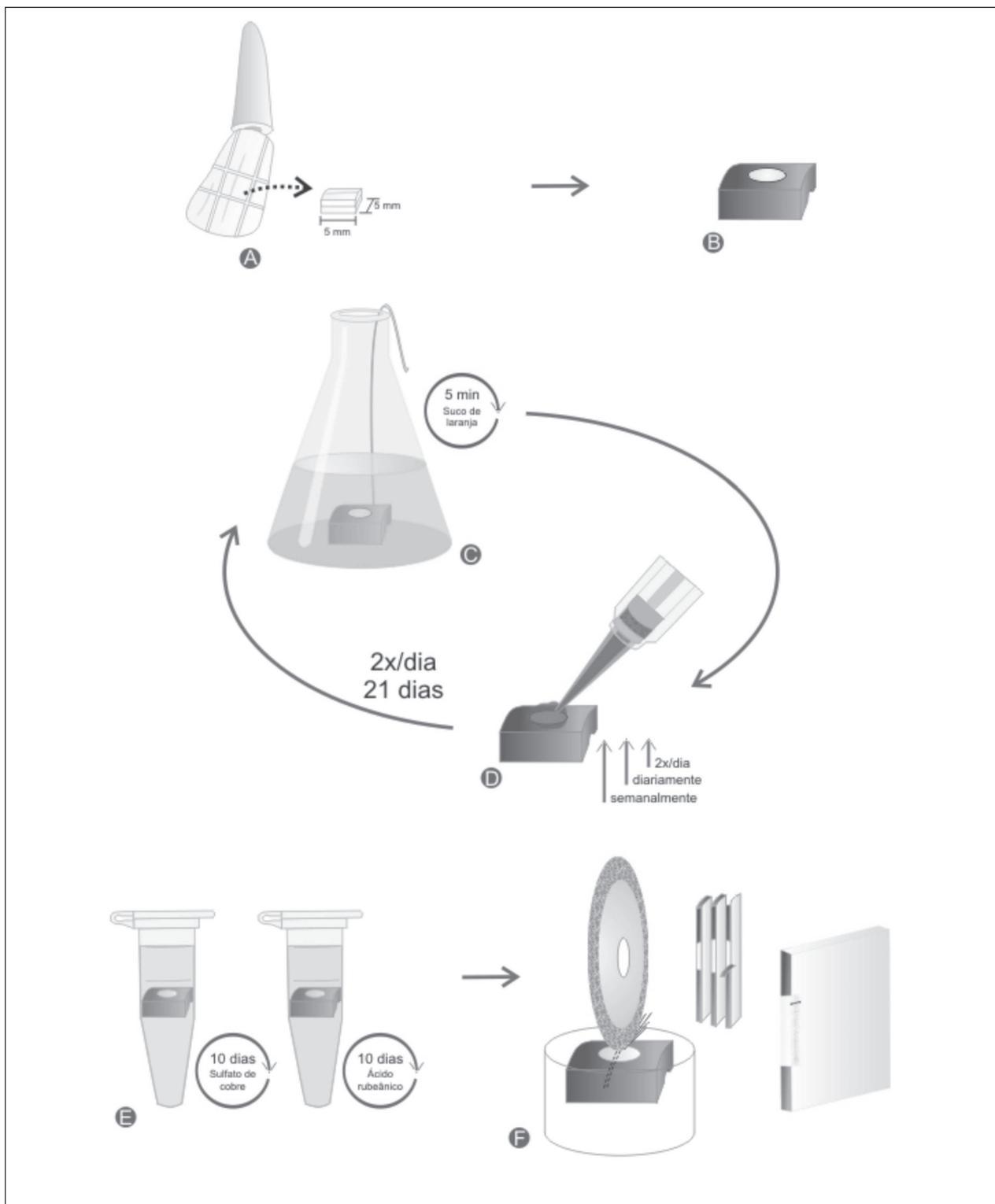
### Avaliação da permeabilidade

Os corpos-de-prova foram embutidos em resina acrílica (Jet, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, SP) e seccionados transversalmente em cortadeira de precisão refrigerada à água (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), sendo obtidas três secções com espessura média de 200µm.

A análise da permeabilidade foi realizada em microscópio óptico (Axiolab Plus, Carl Zeiss Inc., Thornwood, NY, USA), utilizando o software de digitalização de imagem Axion Vision 3.1 (Carl Zeiss Vision, Chester, VA, USA). Em cada um dos três cortes obtidos para cada unidade experimental,

realizaram-se cinco mensurações da extensão da penetração dos íons cobre ao longo do esmalte e da respectiva espessura do esmalte (Figura 1F). A

permeabilidade relativa foi calculada segundo a fórmula: permeabilidade = [(extensão da penetração) / (espessura do esmalte) x 100].



**Figura 1** - Desenho esquemático da metodologia empregada no estudo. Fragmentos de esmalte bovino (A) foram isolados, exceto em uma região de 3mm de diâmetro (B). A seguir, realizaram-se desafios erosivos em 20ml de suco de laranja (C). Os espécimes foram expostos ao FFA ou FN diariamente (1 ou 2x) ou semanalmente (D). Após coloração por um método histoquímico (E), obtiveram-se três secções de cada corpo-de-prova, cujas imagens digitais, obtidas em microscopia óptica, foram analisadas para se mensurar a profundidade de penetração dos íons cobre em relação à espessura do esmalte, obtendo-se a permeabilidade relativa a esse substrato (F).

## Análise estatística

Para o cálculo estatístico considerou-se a média dos quinze valores obtidos para cada espécime. O teste não-paramétrico de Friedman foi aplicado para verificar a existência de efeito significativo dos fatores em estudo. O cálculo da diferença mínima significativa (dms) foi empregado para proceder à comparação pareada das somas das ordens.

## RESULTADOS

O teste de Friedman demonstrou diferença significativa entre os tratamentos ( $k=18,17, \alpha=0,05$ ). A dms revelou que, independentemente da frequência em que foi aplicado, o gel fluoretado acidulado resultou em menor permeabilidade do esmalte em relação ao grupo controle, não exposto a quaisquer um dos géis (Tabela 1). Os grupos submetidos ao gel neutro apresentaram resultados intermediários, não diferindo estatisticamente daqueles expostos ao gel acidulado e mantidos sem tratamento.

**Tabela 1** - Mediana da permeabilidade (%) e resultado da comparação pareada entre as somas das ordens por grupo de tratamento.

Tratamento	Mediana	Soma das ordens
FFA 2x/dia	5,3	59 a
FFA 1x/dia	6,3	67 a
FFA semanal	7,0	75 a
FN 2x/dia	7,3	80 ab
FN 1x/dia	7,5	81 ab
FN semanal	8,5	86 ab
Controle	10,2	112 b

FFA = flúor fosfato acidulado

FN = fluoreto de sódio neutro; dms = 36

## DISCUSSÃO

Em vista da fluoroterapia representar uma estratégia no controle da progressão de lesões de erosão<sup>5-6</sup> e que os substratos dentais apresentam-se mais porosos diante de episódios erosivos<sup>16</sup>, este estudo foi delineado para verificar se a permeabilidade do esmalte dental erodido seria modulada pelo regime de utilização de géis fluoretados. Para tal, foram induzidas lesões artificiais de erosão, utilizando-se uma adaptação do protocolo descrito por Amaechi et al. (1999)<sup>14</sup> e validado por Rehder Neto et al., 2006<sup>17</sup>. Nesse

modelo, desafios erosivos foram simulados de maneira intercalada com exposições a uma saliva artificial. Nos episódios de erosão utilizou-se suco de laranja, cujo regime de aplicação foi condizente com o tempo de contato de bebidas ácidas com a estrutura dental em condições *in vivo*<sup>18</sup>. À semelhança da saliva natural humana, a formulação empregada apresenta componentes inorgânicos e orgânicos, cuja importância no contexto da formação e progressão das lesões de erosão já foi previamente descrita<sup>14</sup>. A presença de íons cálcio e fosfato, por exemplo, proporciona a redeposição mineral na superfície do esmalte. A relevância de componentes orgânicos, no caso a carboximetilcelulose, deve-se ao fato deste espessante adsorver-se ao esmalte<sup>19</sup>, simulando a formação da película adquirida, que funciona como uma barreira seletivo-permeável à difusão de ácidos<sup>20</sup>.

Através de experimentações laboratoriais e intrabucais, já se demonstrou a viabilidade de utilização de fragmentos de esmalte bovino em substituição ao humano em estudos de erosão<sup>21,22</sup>. Adicionalmente, a metodologia histoquímica empregada na análise da permeabilidade, embora originalmente descrita para o tecido dentinário<sup>23</sup>, após ajustes, já se mostrou eficiente para avaliação da permeabilidade em esmalte<sup>24-25</sup>. Neste trabalho, a ocorrência de maior permeabilidade no grupo controle (não submetido à fluoroterapia) em relação aos grupos expostos ao tratamento com gel fluoretado acidulado, confirma a eficiência do método de permeabilidade em relação à verificação da hipótese testada.

Embora a deposição de mineral tipo fluoreto de cálcio no esmalte seja maior quando da aplicação de géis fluoretados acidulados<sup>26</sup>, especula-se que a menor reatividade de produtos neutros poderia ser compensada pela maior frequência de sua aplicação<sup>13</sup>. Neste estudo, entretanto, verificou-se que a frequência de exposição do esmalte erodido a géis fluoretados, neutro e acidulado, não afeta sua permeabilidade a desafios erosivos subsequentes. Em relação ao grupo controle, a porcentagem de penetração de íons cobre foi inferior no esmalte erodido e exposto ao gel acidulado, independentemente da frequência de sua aplicação.

Considerando-se a busca pela maior inibição da desmineralização causada por episódios erosivos, traduzida pela menor permeabilidade tecidual, a utilização do gel neutro parece não ser a melhor alternativa de tratamento; afinal, apesar desse produto resultar em controle intermediário da permeabilidade do esmalte, o gel acidulado proporcionou menor permeabilidade que o tratamento

controle, sinalizando para a superioridade de ação deste agente.

Neste estudo não se observou diferença entre a frequência de aplicação dos géis fluoretados, contrastando com os resultados obtidos por Lagerweij et al. (2006)<sup>8</sup>. Contudo, diferentemente do trabalho supracitado em que o esmalte erodido foi submetido até a oito exposições diárias de um gel acidulado, nesta pesquisa o número de aplicações se limitou a duas vezes ao dia, simulando o uso caseiro desse produto, com indicações específicas, em escova dental. Do ponto de vista da permeabilidade e poderando-se o risco-benefício da fluoroterapia, parece não haver razão para utilização do gel acidulado em frequência maior que a semanal.

A presença de restaurações em resina composta, cimentos ionoméricos e cerâmica tem sido descrita como uma contra-indicação ao uso do gel acidulado, devido à presença de ácido fluorídrico. Contudo, por ação do próprio desafio ácido, seja ela de origem dietética<sup>27</sup> ou cariogênica<sup>28</sup>, esses materiais restauradores poderiam apresentar danos morfológicos. Portanto, ainda que um indivíduo possua restaurações confeccionadas com os materiais supracitados, pode-se sugerir que sob condições de alto risco de erosão, o benefício da aplicação de um gel acidulado justifica sua utilização.

## CONCLUSÃO

O controle de lesões de erosão em esmalte parece ser mais eficiente quando do uso de gel fluoretado acidulado, independentemente do regime de sua aplicação.

## ABSTRACT

This study aimed to assess the effect of the application regimen of neutral and acidulated fluoride gels on the control of the progression of erosive lesions, through permeability analysis. One hundred and forty bovine enamel slabs, which had been previously isolated, except for a 3-mm diameter window, were subjected to erosive challenges twice daily for 3 weeks. Erosion was simulated through the exposure of specimens to 20ml of orange juice (5 min), under agitation. Samples were kept in artificial saliva between erosive episodes. According to a randomized complete block design (n=20), specimens were treated with either neutral (NF) or acidulated (APF) fluoride gels, which were applied on a weekly or daily basis or after each erosive challenge. Control groups remained untreated. For permeability analysis, specimens were subjected to a histochemical coloring method using cooper sulfate

and dithiooxamide solutions. Sections taken from the exposed area were digitized under an optical microscope and evaluated regarding the percentage of cooper ion penetration throughout the total enamel thickness. Friedman's test and least significant difference test ( $\alpha=0.05$ ) revealed that the permeability of eroded enamel was lower when the APF gel was used, regardless of its application frequency. Enamel permeability following NF exposure did not differ from that observed in the untreated control group. It may be suggested that erosion lesions in enamel may be more efficiently controlled by acidulated fluoride gels, regardless of their use regimen.

**Uniterms:** Tooth erosion. Fluorides. Dental enamel permeability.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pela bolsa de iniciação científica concedida à primeira autora (proc. 06/03269-7), à Profa. Dra. Silmara M. Corona, por disponibilizar o microscópio empregado na análise de permeabilidade, à técnica Patrícia Marchi, pela manipulação da saliva artificial utilizada no estudo-piloto, e ao laboratório de Odontopediatria da FORP/USP, por nos abrigar durante a reforma do laboratório de Dentística da FORP/USP.

## REFERÊNCIAS

- 1-Nunn JH. Prevalence of dental erosion and the implications for oral health. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104:156-61.
- 2-Hara AT, Purquerio BM, Serra MC. Estudos das lesões cervicais não-cariosas: aspectos biotribológicos. *RPG Rev Pos Grad.* 2005; 12:141-8.
- 3-Nielsen SJ, Popkin BM. Changes in beverage intake between 1977 and 2001. *Am J Prev Med.* 2004; 27:205-10.
- 4-Amaechi BT, Higham SM. Dental erosion: possible approaches to prevention and control. *J Dent.* 2005; 33:243-52.
- 5-Imfeld T. Prevention of progression of dental erosion by professional and individual prophylactic measures. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104:215-20.
- 6-Lussi A, Hellwig E. Risk assessment and preventive measures. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20:190-9.

- 7-Ganss C, Klimek J, Schaffer U, Spall T. Effectiveness of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentine *in vitro*. *Caries Res.* 2001; 35:325-30.
- 8-Lagerweij MD, Buchalla W, Kohnke S, Becker K, Lennon AM, Attin T. Prevention of erosion and abrasion by a high fluoride concentration gel applied at high frequencies. *Caries Res.* 2006; 40:148-53.
- 9-Attin T, Deifuss H, Hellwig E. Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel. *Caries Res.* 1999; 33: 135-9.
- 10-Wunderlich RC, Yaman P. *In vitro* effect of topical fluoride on dental porcelain. *J Prosthet Dent.* 1986; 55: 385-8.
- 11-El-Badrawy WA, McComb D. Effect of home-use fluoride gels on resin-modified glass-ionomer cements. *Oper Dent.* 1998; 23: 2-9.
- 12-Dionysopoulos P, Gerasimou P, Tolidis K. The effect of home-use fluoride gels on glass-ionomer, compomer and composite resin restorations. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 683-9.
- 13-Cury JA. Uso do flúor e o controle da cárie como doença. In: Baratieri LN. (Org.). *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Santos e Quintessence, 2001; 33-68.
- 14-Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Techniques for the production of dental eroded lesions *in vitro*. *J Oral Rehabil.* 1999; 26:97-102.
- 15-McKnight-Hanes C, Whitford GM. Fluoride release from three glass ionomer materials and the effects of varnishing with and without finishing. *Caries Res.* 1992; 26:345-50.
- 16-Eisenburger M, Shellis RP, Addy M. Scanning electron microscopy of softened enamel. *Caries Res.* 2004; 38:67-74.
- 17-Rehder Neto FC, Domiciano SJ, Turssi CP, Serra MC. Análise da viabilidade de uso do esmalte bovino em substituição ao humano em estudos de erosão. *Anais da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da USP.* 2006; 12:19.
- 18-Millward A, Shaw L, Harrington E, Smith AJ. Continuous monitoring of salivary flow rate and pH at the surface of the dentition following consumption of acidic beverages. *Caries Res.* 1997; 31:44-9.
- 19-Christersson CE, Lindh L, Arnebrant T. Film-forming properties and viscosities of saliva substitutes and human whole saliva. *Eur J Oral Sci.* 2000; 108:418-25.
- 20-Hannig M. The protective nature of the salivary pellicle. *Int Dent J.* 2002; 52:417-23.
- 21-Meurman JH. Progression and surface ultrastructure of *in vitro* caused erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Res.* 1991; 25:81-7.
- 22-Turssi CP, Messias DCF, Corona SAM, Serra MC. Microhardness of *in situ* formed erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Res.* 2006; 40:319.
- 23-Pécora JD, Souza Neto MD, Costa WF. Apresentação de um método químico que revela *in vitro* a passagem do peróxido de hidrogênio a 30% através da dentina radicular. *Rev Paul Odontol.* 1991; 13:34-7.
- 24-Schiavoni RJ, Turssi CP, Rodrigues Jr AL, Serra MC, Pécora JD, Fröner IC. Assessing the effect of bleaching agents on enamel permeability. *Am J Dent.* 2006; 19:313-6.
- 25-Turssi CP, Schiavoni RJ, Serra MC, Fröner IC. Permeability of enamel following light-activated power bleaching. *Gen Dent.* 2006; 54:323-6.
- 26-Rolla G, Saxegaard E. Critical evaluation of the composition and use of topical fluorides, with emphasis on the role of calcium fluoride in caries inhibition. *J Dent Res.* 1990; 69:780-5.
- 27-Kamala KR, Annapurni H. Evaluation of surface roughness of glazed and polished ceramic surface on exposure to fluoride gel, bleaching agent and aerated drink: an *in vitro* study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2006; 6:128-32.
- 28-Turssi CP, de Magalhães CS, Serra MC. Effect of fluoride gels on micromorphology of resin-modified glass-ionomer cements and polyacid-modified resin composites. *Quintessence Int.* 2001; 32:571-7.