

EFEITO DO TEMPO DE APLICAÇÃO TÓPICA DE FFA NA FORMAÇÃO E RETENÇÃO DE "CaF₂" NO ESMALTE DENTAL HUMANO

Alberto Carlos Botazzo DELBEM*
Jaime Aparecido CURY**

- **RESUMO:** A relevância do tempo de contato durante a aplicação tópica de flúor pelo profissional é ainda assunto controvertido. Para estudar isto, 200 blocos de esmalte dental humano (4 x 4 mm) foram obtidos a partir de terceiros molares inclusos extraídos. Em metade destes blocos provocou-se uma lesão artificial de cárie. Fluorofosfato acidulado a 1,23% F (Sultan Topex) foi aplicado nos blocos de esmalte pelos tempos de 1, 2 ou 4 minutos. O excesso de gel foi removido e os blocos foram imersos em saliva humana estimulada por 30 minutos. Os blocos foram lavados com água destilada e metade deles foi colocado por 7 dias em contato com um fluxo contínuo de saliva artificial. Fluoreto fracamente ligado ("CaF₂") extraído em KOH foi determinado logo após aplicação (Formado) e 7 dias depois da lavagem em saliva artificial (Retido). Para análise de íon flúor utilizou-se eletrodo específico Orion-96-09. Os resultados obtidos da média ajustada (log x) da concentração de CaF₂ em µg/cm², para respectivamente os tempos de 1, 2 e 4 minutos foram: a) Dentes Integros: 3,18; 3,26 e 3,21 de Flúor Formado e 2,38; 2,90 e 2,87 de Flúor Retido; b) Dentes com Lesão de Cárie: 3,83; 3,91 e 3,33 de Flúor Formado e 3,80; 3,79 e 3,35 de Flúor Retido. Análise estatística (5%) revelou efeito não significativo do tempo de aplicação para flúor tanto formado como retido e quantidades significativamente maiores de CaF₂ no esmalte com lesão de cárie. Conclui-se neste estudo *in vitro* que o tempo de aplicação entre 1 e 4 minutos não teve influência no CaF₂ formado e retido após uma aplicação tópica de flúor gel acidulado.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Esmalte dentário; flúor; administração e dosagem.

Introdução

Estudos demonstram que a aplicação tópica de flúor pelo profissional é efetiva na inibição da cárie dentária.^{18,23} Seu uso é recomendado em pacientes com alta atividade ou risco de cárie.^{18,26} O responsável pelo mecanismo cariostático após

* Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia – UNESP – 16015-050 – Araçatuba – SP.

** Departamento de Ciências Fisiológicas – Faculdade de Odontologia – UNICAMP – 13414-900 – Piracicaba – SP.

neutralizada e tamponada com 0,5 ml de TISAB acrescido de HCl M, e os blocos removidos dos tubos.

A leitura da concentração de íons flúor presentes na solução dos tubos foi realizada com o uso de um eletrodo específico para o íon flúor (ORION 94-90) e analisador de íons (ORION EA-940) previamente calibrados com padrões de flúor contendo de 1,0 a 10,0 $\mu\text{gF}^-/\text{ml}$ preparados em KOH M e TISAB (HCl M). Os resultados foram expressos em $\mu\text{gF}^-/\text{cm}^2$, porém com transformação logarítmica tendo em vista a heterogeneidade da variância.

Resultado

Os dados analisados referem-se a flúor formado e flúor retido, medidos em blocos dentais de um grupo de pacientes.

Para a análise estatística, considerou-se o esquema fatorial com dois fatores. O fator A, o tipo de dente: dente íntegro ou cariado; e o fator B, o tempo de aplicação: 1, 2 e 4 minutos, no delineamento inteiramente ao acaso.

A análise de resíduos indicou falta de homogeneidade de variância, e a transformação $\log x$ foi usada para remediar este problema.

A análise de variância das duas variáveis apresentou os seguintes resultados descritos na Tabela 1. Verifica-se que nas duas variáveis analisadas o fator tempo não foi significativo, mas apenas a interação dele com os tipos de dente. As variações estão ajustadas dado o desbalanceamento entre eles (número de repetições diferentes).

Tabela 1 – Análise de variância das duas variáveis

Causa da var.	QM (formado)	QM (retido)
Dente ajust.	2,7839878**	15,1205785**
Dente ajust.	1,4049723ns	0,4391595ns
Dente x tempo ajust.	0,7533695ns	1,3241477*

** Significativo a 1%

* Significativo a 5%

ns Não significativo

A Tabela 2 apresenta as médias das duas variáveis, considerando apenas os tipos de dentes analisados. Observa-se que nas duas variáveis, o dente cariado apresentou sempre a maior média, diferindo significativamente do dente íntegro. Ou seja, a maior quantidade de flúor formado e flúor retido foi encontrada no dente cariado.

Tabela 2 – Médias das duas variáveis, considerando os tipos de dentes analisados

Tipo de dente	Flúor formado	Flúor retido
Cariado	3,6933 a	3,7867 a
Íntegro	3,2781 b	2,9021 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância.

A seguir fez-se o desdobramento da análise, estudando as médias de tipos de dente, dentro de cada tempo de aplicação; os resultados estão expressos na Tabela 3. Com o flúor formado foi encontrada diferença significativa apenas no tempo de dois minutos, com a maior média da variável no dente cariado. Com o flúor retido, foi encontrada diferença significativa dentro de todos os tempos entre os dois tipos de dente. A maior média de flúor retido foi encontrada no dente cariado, em todos os tempos.

Tabela 3 – Médias de tipos de dente dentro de cada tempo de aplicação

Tempo	Tipo de dente	Flúor formado	Flúor retido
1 minuto	Cariado	3,8329 a	3,7989 a
	Íntegro	3,3850 a	2,3747 b
2 minutos	Cariado	3,9127 a	2,9021 b
	Íntegro	3,2657 b	3,7867 a
4 minutos	Cariado	3,3326 a	3,3537 a
	Íntegro	3,2154 a	2,8689 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de significância.

No desdobramento do fator tempo dentro de cada tipo de dente, nenhum ajuste de regressão foi significativo, não sendo possível indicar que grau polinomial explicaria o comportamento das variáveis ao longo do tempo estudado.

Apresenta-se na Tabela 4 as médias de flúor formado e de flúor retido ajustadas para os três níveis do fator tempo, sem no entanto proceder a teste de comparação de médias, tendo em vista se tratar de variáveis quantitativas. Observa-se que, no tempo de 4 minutos de aplicação, foi onde ocorreu a menor média, tanto de flúor formado como de flúor retido.

Tabela 4 – Médias de flúor formado e retido ajustadas para os três níveis do fator tempo

Níveis de tempo	Flúor formado	Flúor retido
1 minuto	3,7989	3,3850
2 minutos	3,7867	3,2658
3 minutos	3,3537	3,2155

Discussão

O flúor tópico utilizado na pesquisa é um gel acidulado tixotrópico 1 minuto. Sua vantagem, de acordo com o fabricante, estaria em depositar a mesma quantidade de flúor obtida com tempo de aplicação de 4 minutos em 1 minuto. Peixoto & Silva,²⁴ utilizando gel Sultan Topex 1 minuto (DFL) e Flutop (S. S. White), analisaram a incorporação de flúor pelo esmalte e não encontraram diferença entre os géis, dentro dos tempos 1 ou 4 minutos. Wefel & Wei,³⁹ comparando a absorção de flúor pelo esmalte, não encontraram diferença quando utilizaram um flúor gel acidulado tixotrópico e gel acidulado comum, independentemente do tempo de aplicação 1 ou 4 minutos. Entretanto, Hebling et al.¹⁷ demonstraram que a formação de fluoreto de cálcio foi mais efetiva com gel acidulado 1 minuto (Sultan Topex-DFL) quando comparado com gel acidulado comum (Nupro Acidulado-Johnson's & Johnson's), independentemente do período de aplicação 1 ou 4 minutos. O maior indicador desta diferença foram os distintos pHs que os produtos apresentaram, e o gel 1 minuto apresentou um valor de pH inferior ao gel comum. Outro fator relevado foi a viscosidade, que mostrou ser baixa no gel 1 minuto favorecendo o aproveitamento de íons flúor pelo esmalte.¹⁷

Analisando o fator tempo, os resultados mostraram que a deposição do CaF_2 não dependeu dos tempos de aplicação de 1, 2 ou 4 minutos, tanto para os dentes com lesões de cáries como para os íntegros. Peixoto & Silva²⁴ e Ten Cate et al.³⁶ obtiveram resultados semelhantes na absorção de flúor total nos tempos de 1 e 4 minutos. Hebling et al.¹⁷ analisando dois géis acidulados (Sultan Topex 1 minuto-DFL e Nupro Acidulado-Johnson's & Johnson's), obtiveram valores para os períodos de 1 e 4 minutos estatisticamente iguais, independentemente do produto aplicado. Silverstone et al.,³⁵ utilizando microscópio de luz polarizada e técnica da análise de imagem, não observou diferença significativa entre os tempos de 30 segundos, 1 minuto e 4 minutos. Lagerlöf et al.¹⁹ mostraram que o cristal de CaF_2 , precipitado na superfície do esmalte, continuará a crescer após a fase inicial tanto quanto a saliva for super-saturada com respeito ao flúor. Na presente pesquisa, decorrido o tempo de aplicação, o excesso de gel foi removido e os blocos de esmalte imersos por 30 minutos em saliva humana. Isto permitiu que o flúor residual reagisse com o esmalte durante este tempo, obtendo-se resultados iguais em diferentes tempos de aplicação.

Esses dados são contrários a outros achados que concluem haver dependência no tempo de aplicação do flúor.^{10,39,40} Wei et al.⁴⁰ mostraram que o flúor adquirido após 4 minutos foi significativamente maior que nos tempos de 1 e 2 minutos. Cruz & Rölla¹⁰ não encontraram diferença entre 30 e 60 segundos, mas 5 minutos de exposição dobrou a quantidade de CaF_2 . Wefel & Wei³⁹ mostraram haver uma significativa absorção de flúor maior após 4 minutos quando comparado a 1 minuto.

Esta deposição de flúor, na forma de fluoreto de cálcio, varia de acordo com as condições superficiais do esmalte. Os dados mostram que a deposição de fluoreto de cálcio foi sempre maior nos blocos de esmalte com lesão artificial de cárie quando comparados aos blocos de esmalte íntegro, independentemente de o flúor ser formado ou retido. Bruun & Givskov,² Cruz et al.¹² e Saxegaard & Rölla³¹ obtiveram os mesmos resultados. Fatores como disponibilidade de íons cálcio maior no esmalte com lesão de cárie que no íntegro, apatitas carbonadas e fosfatos de cálcio, formados no processo cariogênico, são bons substratos para a formação de fluoreto de cálcio.^{12,29,31} Cruz et al.¹² e Saxegaard & Rölla³¹ acreditam que a grande aquisição de CaF_2 no esmalte cariado é devido ao aumento na área superficial do esmalte causado pela porosidade da lesão cariada. Assim, a aplicação tópica de flúor beneficiará pacientes que mais necessitam de flúor (aqueles com desmineralização do esmalte), pois adquirirão mais CaF_2 durante as aplicações que outros pacientes.²⁹ Bruun & Givskov² concluem que o potencial cariostático deste tratamento é devido a sua capacidade de precipitar CaF_2 nos microporos de lesões iniciais de cáries.

Analisando o flúor unido fracamente ao esmalte (" CaF_2 ") após 7 dias de imersão em saliva artificial com fluxo contínuo, observou-se uma diminuição significativa na concentração do CaF_2 . Esta foi menor nos dentes com lesão de cárie comparado ao íntegro. Serra et al.³³ também observaram uma diminuição significativa após uma semana de imersão em saliva artificial. Chow & Brown^{7,8} relatam que o CaF_2 se perde rapidamente e Benediktsson et al.¹ salientam que a maioria dos cristais é lavado pelo fluxo salivar. Saxegaard et al.³² concluíram que a dissolução em água é maior que na saliva. Quando exposto em saliva há formação de uma camada que limita a dissolução.³² A camada consiste de fosfatos inorgânicos, fluorapatita^{20,27,28,32} e proteínas adsorvidas^{21,28} cobrindo todos os cristais de CaF_2 . Assim quanto maior o tempo de exposição em saliva menor será a dissolução dos cristais, por permitir aumento gradual de interação entre estes e fosfatos e proteínas.³²

Na presente pesquisa os dentes ficaram imersos em saliva humana estimulada por 30 minutos com o objetivo de simular o tempo pedido ao paciente que não beba e não coma. Este tempo deve permitir uma boa interação entre os cristais e os íons salivares, pois após uma semana de imersão em saliva artificial com fluxo contínuo havia CaF_2 . Lagerlöf et al.²⁰ e Rölla & Saxegaard²⁸ mostram que a camada que reveste os cristais é perdida em pH igual ou abaixo de 5. Isto permite que haja liberação de íon flúor durante o processo de cárie. Em pH neutro a camada se refaz retardando a dissolução do CaF_2 .^{20,28}

Os resultados mostraram que a deposição foi a mesma variando-se o tempo de aplicação por meio de gel tixotrópico 1 minuto. Os géis tixotrópicos oferecem certas vantagens práticas: melhores propriedades físicas, características de manipulação, melhor penetração nas regiões interproximais onde o flúor é mais efetivo na prevenção da cárie, minimizando a ingestão do gel pelo paciente.³⁹ Por outro lado, avaliou-se no presente trabalho simplesmente flúor incorporado no esmalte. Uma conclusão definitiva será possível se for correlacionado o flúor incorporado com o desenvolvimento de cárie, que é o nosso objetivo futuro.

Conclusão

Baseados no material e métodos empregados, nos resultados obtidos por esta pesquisa *in vitro* e nos trabalhos revisados referentes à formação de fluoreto de cálcio após aplicação tópica de flúor, conclui-se que:

- o tempo de aplicação entre 1 e 4 minutos não teve influência no fluoreto de cálcio formado e retido;
- os blocos de esmalte com lesões de cárie artificiais apresentaram sempre maior quantidade de flúor formado e retido, independentemente do tempo de aplicação;
- após 7 dias de imersão dos blocos de esmalte em saliva artificial, a concentração do fluoreto de cálcio diminuiu, sendo menor nos dentes com lesões de cárie comparado ao íntegro.

Agradecimento

À senhora Mariza de Jesus Carlos Soares e ao senhor Waldomiro Vieira Filho, técnicos do Laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela colaboração nas análises laboratoriais.

DELBEM, A. C. B., CURY, J. A. Effect of topical application time of the acidulated phosphate fluoride in the formation and retention of "CaF₂" in human enamel. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.25, n.2, p.217-227, 1996.

- **ABSTRACT:** The weightiness of contact time during topical application of fluoride is still controverted matter. 200 blocks of human enamel (4 x 4mm) were obtained from extracted of unerupt third molars. The caries-like enamel lesion were created in half blocks. The acidulated phosphate fluoride 1.23% F⁻ (Sultan Topex) was applied on the enamel blocks for 1, 2 or 4 minutes. The fluoride excess were removed, and the blocks immersed in stimulated human saliva for 30 minutes. The blocks were rinsed with distilled water and half them was kept in contact with artificial saliva with constant flow for 7 days. The alkali-soluble KOH-extraction was assessed after application (Formed) and seven days after rinsed in artificial saliva (Retaned). An specific eletrode Orion 96-09 was used for analysis of fluoride ion. The results obtained of adjustment mean (log x) of the concentration from CaF₂ in µg/cm², for respectively times of 1, 2 and 4 minutes were: a) Sound Enamel Teeth: 3.18; 3.26 and 3.21 of Formed Fluoride and 2.38; 2.90 and 2.87 of Retained Fluoride; b) Caries Like Lesion Teeth: 3.83; 3.91 and 3.33 of Formed Fluoride and 3.80; 3.79 and 3.35 of Retained Fluoride. Statistics analysis (5%) showed no significance of effect application time as for formed fluoride as retained and significantly largers amount of CaF₂ in caries-like enamel lesion. It is concluded in this *in vitro* study that application time between 1 and 4 minutes didn't influence the formed and retained CaF₂ after a topical application of acidulated fluoride gel.
- **KEYWORDS:** Dental enamel, fluoride; administration and dosage.

Referências bibliográficas

- 1 BENEDIKTSSON, S. et al. The effect of contact time of acidulated phosphate fluoride on fluoride concentration in human enamel. *Arch. Oral Biol.*, v. 27, p.567-72, 1982.
- 2 BRUUN, C., GIVSKOV, H. Formation of CaF_2 on sound enamel and in caries-like enamel lesions after different forms of fluoride applications in vitro. *Caries Res.*, v.25, p.96-100, 1991.
- 3 BRUUN, C., MOE, D., MADSEN, H. E. L. Study on the dissolution behaviour of calcium fluoride. *Scand. J. Dent. Res.*, v.91, p.247-50, 1983.
- 4 CASLAVSKA, V., MORENO, E. C., BRUDEVOLD, F. Determination of the calcium fluoride formed from in vitro exposure of human enamel to fluoride solutions. *Arch. Oral Biol.*, v.20, p.333-9, 1975.
- 5 CASLAVSKA, V. et al. CaF_2 in enamel biopsies 6 weeks and 18 months after fluoride treatment. *Caries Res.*, v.25, p.21-6, 1991.
- 6 CHANDER, S., CHIAO, C. C., FUERSTENAU, D. W. Transformation of calcium fluoride for caries prevention. *J. Dent. Res.*, v.61, p.403-7, 1982.
- 7 CHOW, L. C., BROWN, W. E. Reaction of dicalcium phosphate dihydrate with fluoride. *J. Dent. Res.*, v.52, p.1220-27, 1973.
- 8 _____. Formation of $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in tooth enamel as an intermediate product in topical fluorides treatments. *J. Dent. Res.*, v.54, p.65-76, 1975.
- 9 CRUZ, R. A., RÖLLA, G. A importância do fluoreto de cálcio como reservatório de flúor na superfície do esmalte dentário. *Rev. Odontol. USP*, v.5, p.134-9, 1991.
- 10 _____. The effect of time of exposure on fluoride uptake by human enamel from acidulated fluoride solutions in vitro. *Acta Odontol. Scand.*, v.50, p.51-6, 1992.
- 11 CRUZ, R., ÖGAARD, B., RÖLLA, G. Uptake of KOH-soluble and KOH-insoluble fluoride in sound human enamel after topical application of a fluoride varnish (Duraphat) or a neutral 2% NaF solution in vitro. *Scand. J. Dent. Res.*, v.100, p.154-8, 1992.
- 12 CRUZ, R. et al. Fluoride acquisition on and in fluorotic human enamel after topical application in vitro. *Scand. J. Dent. Res.*, v.101, p.5-8, 1993.
- 13 DIJKMAN, A. G., de BOER, P., ARENDS, J. In vivo investigation on the fluoride content in and on human enamel after topical applications. *Caries Res.*, v.17, p.392-402, 1983.
- 14 FINN, S. B. *Odontologia pediátrica*. 4.ed. México: Interamericana, 1976. p.440-2.
- 15 GUEDES-PINTO, A. C. *Odontopediatria*. 4.ed. São Paulo: Santos, 1993. p.523-4.
- 16 ISSAO, M., GUEDES-PINTO, A. C. *Manual de odontopediatria*. 8.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1988. p.260-4.
- 17 HEBLING, J., SANTOS-PINTO, L. M., CURY, J. A. Formação "in vitro" de fluoreto de cálcio sobre esmalte hígido, em função do tempo de aplicação de fluoreto acidulado. *Rev. Bras. Odontol.*, v.52, n.4, p.30-5, 1995.
- 18 JOHNSTON, D. W. Current status of professionally applied topical fluorides. *Community Dent. Oral Epidemiol.*, v.22, p.159-63, 1994.

- 19 LAGERLÖF, F., EKSTRAND, J., RÖLLA, G. Effect of fluoride addition on ionized calcium in salivary sediment and in saliva. *Scand. J. Dent. Res.*, v.96, p.399-404, 1988.
- 20 LAGERLÖF, F. et al. Effects of inorganic orthophosphate and pyrophosphate on dissolution of calcium fluoride in water. *J. Dent. Res.*, v.67, p.447-9, 1988.
- 21 LINDEMANN, G. Adsorption of selected organic compounds onto calcium fluoride. *Scand. J. Dent. Res.*, v.93, p.381-3, 1985.
- 22 McDONALD, R. E., AVERY, D. R. *Odontopediatria*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1991. p.157-64.
- 23 O'MULLANE, D. M. Introduction and rationale for the use of fluoride for caries prevention. *Int. Dent. J.*, v.44, p.257-61, 1994.
- 24 PEIXOTO, E. M. C., SILVA, M. F. A. Avaliação *in vivo* em humanos de um gel fluoretado para aplicações tópicas por um minuto. *Rev. Bras. Odontol.*, v.49, n.2, p.40-3, 1992.
- 25 PINTO, V. G. *Saúde bucal: odontologia social e preventiva*. São Paulo: Santos, 1989. p.309-10.
- 26 REPORT of the Canadian Workshop on the evaluation of current recommendations concerning fluorides. Introduction to the workshop. *Community Dent. Oral Epidemiol.*, v.22, p.140-3, 1994.
- 27 RÖLLA, G. On the role of calcium fluoride in the cariostatic mechanism of fluoride. *Acta Odontol. Scand.*, v.46, p.341-5, 1988.
- 28 RÖLLA, 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.*, v.69, p.780-5, 1990.
- 29 RÖLLA, G., ÖGAARD, B., CRUZ, R. A. Topical application of fluoride on teeth. New concepts of mechanisms of interaction. *J. Clin. Periodontol.*, v.20, p.105-8, 1993.
- 30 SAXEGAARD, E., RÖLLA, G. Fluoride acquisition on and in human enamel during topical application *in vitro*. *Scand. J. Dent. Res.*, v.96, p.523-35, 1988.
- 31 _____. Kinetics of acquisition and loss of calcium fluoride by enamel *in vivo*. *Caries Res.*, v.23, p.406-11, 1989.
- 32 SAXEGAARD, E., LAGERLÖF, F., RÖLLA, G. Dissolution of calcium fluoride in human saliva. *Acta Odontol. Scand.*, v.46, p.355-9, 1988.
- 33 SERRA, M. C., SARTINI FILHO, R., CURY, J. A. Incorporação e retenção de flúor em esmalte e dentina após aplicação tópica de flúor fosfato acidulado. *Rev. Bras. Odontol.*, v.46, n.1, p.18-23, 1989.
- 34 SHELLIS, R. P., DUCKWORTH, R. M. Studies on the cariostatic mechanisms of fluoride. *Int. Dent. J.*, v.44, p.263-73, 1994.
- 35 SILVERSTONE, L. M., FEATHERSTONE, M. J., POWDERS, A. M. The effect of various exposure times of fluoride to enamel lesions *in vivo*. *J. Dent. Res.*, v.68, p.299, 1989. (Abstract 944).
- 36 TEN CATE, J. M. et al. Relation between enamel fluoride retention and time of topical treatment, an *in situ* study. *J. Dent. Res.*, v.67, p.114, 1988. (Abstract 12).

- 37 TOLEDO, O. A. *Odontopediatria: fundamentos para a prática clínica*. São Paulo: Panamericana, 1986. p.123-4.
- 38 USBERTI, A. C. *Odontopediatria clínica*. São Paulo: Santos, 1991. 119p.
- 39 WEFEL, J. S., WEI, S. H. Y. In vitro evaluation of fluoride uptake from a thixotropic gel. *Pediatr. Dent.*, v.1, p.97-100, 1979.
- 40 WEI, S. H. Y., LAU, E. W. S., HATTAB, F. N. Time dependence of fluoride acquisition from APF gels in vivo. *J. Dent. Res.*, v.67, p.114, 1988. (Abstract 13).

Aceito para publicação em 29.3.1996.