

# EFEITO DO TETRAFLUORETO DE TITÂNIO SOBRE A SUPERFÍCIE DO ESMALTE DENTÁRIO HUMANO: ESTUDO *IN SITU*

## Luciana Gomes Pedrosa

Especialista em Odontopediatria pela Universidade Federal Fluminense - UFF, Rio de Janeiro, RJ.

## Thays Almeida Alfaya

Especialista em Estomatologia pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ; Discente do Programa de Mestrado em Odontologia (Clínica Odontológica) da Universidade Federal Fluminense - UFF, Rio de Janeiro, RJ; E-mail: thalfaya@gmail.com

## Maria Elisa Oliveira dos Santos

Doutora em Odontologia pela Universidade de São Paulo – USP; Docente Associado IV da Universidade Federal Fluminense - UFF, Rio de Janeiro, RJ.

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar *in situ* o esmalte decíduo humano submetido a um desafio cariogênico, após aplicação de solução de fluoreto de titânio ( $TiF_4$ ) a 4% durante um minuto. Foram utilizados 10 dentes decíduos que foram seccionados em 6 fragmentos cada um, totalizando 60 fragmentos. Destes, 48 foram selecionados e utilizados para compor os grupos experimental (GE;  $n=24$ ) e controle (GC;  $n=24$ ). Todos os fragmentos foram incluídos em placas de acrílico. Cada aparelho intra-oral recebeu 6 fragmentos na região do palato, dispostos 3 de cada lado, sendo 3 do GE e 3 do GC. Ambos os grupos receberam profilaxia com pedra-pomes e água por 10 segundos e semento o GE recebeu uma aplicação de  $TiF_4$  a 4% durante 1 minuto. Oito voluntários utilizaram os aparelhos por um período de 28 dias, sendo orientados a gotejar solução de sacarose a 15% 3 vezes ao dia e utilizarem dentífrício não fluoretado durante todo o estudo. Ao final deste período, os fragmentos de cada placa foram retirados e submetidos a análise qualitativa através da microscopia de luz polarizada. Amostras que receberam a aplicação do  $TiF_4$  tiveram seus padrões de descalcificação amenizados, sugerindo uma proteção maior do esmalte dentário quando comparado ao grupo controle. Conclui-se que a aplicação de  $TiF_4$  a 4% diminui o padrão de descalcificação do esmalte dentário quando na presença de um desafio cariogênico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cárie Dentária; Esmalte Dentário; Fluoretos.

## EFFECT OF TITANIUM TETRAFLUORIDE ON THE ENAMEL SURFACE OF HUMAN TEETH: AN *IN SITU* STUDY

**ABSTRACT:** Current analysis evaluates *in situ* human teeth enamel affected by a cariogenic factor after the application of titanium tetrafluoride 4% during one minute. Ten deciduous teeth were sectioned in 6 fragments each, with a total of 60 pieces, from which 48 fragments were selected for the experimental group (EG;  $n=24$ ) and control (CG;  $n=24$ ). All fragments were placed on acrylic plates. Each intra-oral apparatus received 6 fragments for the palate region and placed three on each side, or rather 3 EG and 3 CG. The two groups were prepared by pumice stone and water prophylaxis for 10 seconds and  $TiF_4$  4% was applied to EG for 1 minute. Eight volunteers used the apparatus for 28 days and were counseled to apply a saccharose solution 15% three times a day and to use a non-fluor dentifrice throughout the period. At the end of the period, the fragments of each plate were removed and underwent a quality analysis by polarized light microscopy. Samples with  $TiF_4$  showed mitigated de-calcification patterns which suggested a higher protection for teeth enamel when compared to control. Results show that  $TiF_4$  4% decreases de-calcification pattern of teeth enamel with a cariogenic factor.

**KEY WORDS:** Dental Caries; Teeth Enamel; Fluorides.

## INTRODUÇÃO

O tetrafluoreto de titânio ( $TiF_4$ ) é um agente fluoretado que tem sido implementado em substituição ao fluoreto de sódio, fluoreto de estanho e flúor fosfato acidulado, e os primeiros testes *in vitro* foram realizados na década de 70 (MORAIS; SOUZA; CHEVITARESE, 2000).

Esse agente apresenta benefícios na prevenção da cárie (NASSUR et al., 2013; MORAIS; SOUZA; CHEVITARESE, 2000), no tratamento de suas manchas brancas (COMAR et al., 2012) e em casos de erosão dentária (MAGALHAES et al., 2011, VIEIRA et al., 2011, MAGALHAES et al., 2008) Esse fato pode ser justificado pela formação de cobertura rica em titânio sobre o esmalte dentário reduzindo a desmineralização frente aos agentes cariogênicos (MORAIS; SOUZA; CHEVITARESE, 2000; WAHENGBAM; TIKKU; LEE, 2011), por meio do seu mecanismo de proteção (WAHENGBAM; TIKKU; LEE, 2011), bem como pelo aumento da incorporação de flúor (WIEGAND et al., 2010).

O  $TiF_4$  também tem sido utilizado com outras finalidades dentro da odontologia. Uma delas é como selante de fôssulas e fissuras (WAHENGBAM; TIKKU; LEE, 2011), além de protetor da erosão dentária (LEVY et al., 2012; WIEGAND et al., 2010) e atuante no tratamento endodôntico (WAHENGBAM; TIKKU; LEE, 2011). Entretanto, o foco da literatura tem sido basicamente em estudos avaliando os seus efeitos no esmalte dentário com relação a desmineralização (COMAR et al., 2012; MAGALHAES et al., 2008).

Desta forma este estudo teve como objetivo verificar *in situ* o efeito da solução aquosa de  $TiF_4$  a 4% aplicada por um tempo de 1 minuto sobre o esmalte de dentes decíduos humanos por um período de 28 dias, identificando a presença ou não de desmineralização do esmalte através da análise qualitativa ao microscópio de luz polarizada comparando-o com um esmalte que não recebeu tratamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho, cruzado, duplo-cego, realizado *in situ*, avaliou o esmalte dentário humano submetido a um

grande desafio cariogênico após aplicação de tetrafluoreto de titânio ( $TiF_4$ ) a 4%. Esse protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal Fluminense (CEP/CMM/HUAP nº39/03).

### 2.1 SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS

Oito voluntários com idades entre 20 e 30 anos com boas condições de saúde bucal participaram da pesquisa. Os voluntários foram avaliados quanto ao índice de dentes cariados perdidos e obturados (CPOD), índice de higiene oral (IHO) e capacidade tampão e fluxo salivar. O CPOD de todos os participantes se mostrou baixo, assim como o IHO foi zero, fluxo salivar normal (>1ml por minuto) e capacidade tampão adequada.

A quantidade de fluoreto recebida pelos voluntários na água de abastecimento também foi mensurada (0,4 – 0,7mg/ml), sendo inferior à preconizada pela Secretaria de Saúde (1 – 1,5mg/l).

Todos os voluntários foram instruídos a não utilizar qualquer complemento com flúor (bochechos, dentifícios fluoretados, etc) durante o período do estudo.

### 2.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

Dez molares decíduos humanos que não apresentavam nenhuma alteração anatomo-morfológica foram retirados do banco de dentes da Clínica de Odontopediatria da Universidade de São Paulo e selecionados para a pesquisa.

As coroas dos elementos dentários foram separadas de suas raízes através de cortes com disco de aço de dupla face, sendo seccionadas longitudinalmente em seis fragmentos (1 mesial, 1 distal, 2 vestibulares e 2 linguais). Deste total, foram selecionados apenas 48 fragmentos que após os cortes não possuíam trincas.

Os fragmentos foram armazenados em solução de cloreto de sódio a 0,9% e depois esterilizados em autoclave.

### 2.3 CONFECCÃO DOS DISPOSITIVOS MÓVEIS INTRA-ORAI

Foram confeccionados com resina acrílica e grampos tipo Hawley e de retenção vestibular. Seis fragmentos dentários foram incluídos e fixados com cera branca na lateral de cada aparelho, sendo 3 de cada lado (de um lado 2 do grupo experimental – GE e 1 do controle – GC; e do outro 2 do GC e 1 do GE).

### 2.4 FASE EXPERIMENTAL

Após a inclusão dos fragmentos nos aparelhos, esses receberam profilaxia com pedra pomes e água com taça de borraço durante 10 segundos. Posteriormente foram realizadas lavagem e secagem no mesmo período de tempo.

Amostras do GE foram tratadas com camadas aquosas de  $TiF_4$  a 4% durante 1 minuto, seguida de lavagem e secagem por períodos de 15 segundos, enquanto as do GC estavam protegidas com fita crepe (que em seguida foi retirada).

Os voluntários foram orientados a não escovarem a área das amostras, o restante do aparelho poderia ter higienização normal. Cada voluntário recebeu um frasco de sacarose a 15% para ser pingada em cada fragmento 3 vezes ao dia no período de 28 dias.

### 2.5 FASE LABORATORIAL

Após 28 dias, os voluntários tiveram o uso do aparelho suspenso, e os seus fragmentos foram removidos dos dispositivos intra-orais e colocados em dois frascos (1-GE; 2-GC) com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% durante 1 hora, seguida de armazenamento em solução de cloreto de sódio a 0,9%.

Para serem analisados no microscópio, os fragmentos dentários foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável em cilindros de plásticos de forma que tanto o esmalte como a dentina ficassem expostos. Após polimerização, os cilindros foram lixados manualmente com lixas d'água, até que se transformassem em discos extremamente finos ( $410\mu m$ ).

Durante o preparo, duas amostras (1 de cada grupo) foram perdidas.

O microscópio utilizado foi o da marca Zeiss aus Jena modelo Nf, com câmera fotográfica Jena acoplada com temporizadores e obturador Íris. O veículo utilizado durante a observação foi a água destilada. As 46 amostras foram analisadas por 3 observadores que avaliaram o aspecto morfológico de contorno da superfície do esmalte e áreas de birrefringência positiva e negativa. As amostras foram fotografadas com filme Fuji® com exposição de 1/2 segundo e realizadas com aumento de 32X e 63X.

Foram padronizados 4 parâmetros de intensidade da lesão artificial de cárie perante a análise qualitativa na microscopia de luz polarizada:

1. Amostras normais (sem alteração) – a propriedade de birrefringência ocorre até a superfície da amostra de forma contínua e homogênea.
2. Amostras com perda mineral – o limite externo do esmalte encontra-se preservado com perda de birrefringência e alteração da cor, que tende do cinza para o marrom progressivamente.
3. Amostras que apresentam erosão – ocorre discreta perda de substância na superfície do esmalte. No limite da erosão ocorrem as mesmas propriedades físicas (alteração de cor e birrefringência) da perda de minerais.
4. Amostras com cavidade – ocorre perda de substância visível não restrita apenas às camadas superficiais do esmalte. Há alteração de cor e birrefringência mais intensas, com perda de mineral.

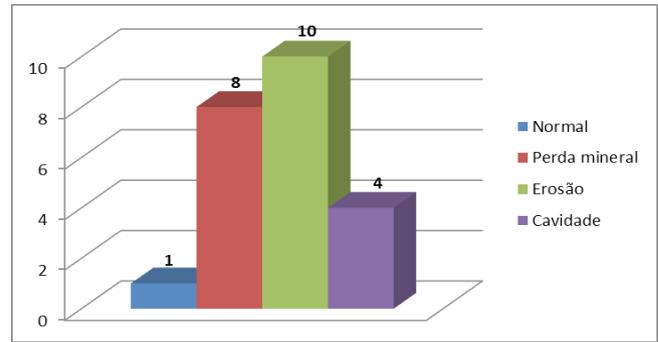
### 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após observação ao microscópio de luz polarizada, os dados obtidos foram representados através de frequência expressa na forma de percentual.

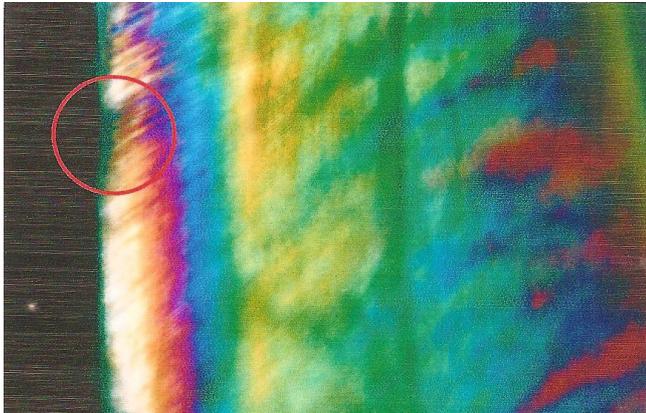
## 3 RESULTADOS

Os resultados demonstraram que no GC uma

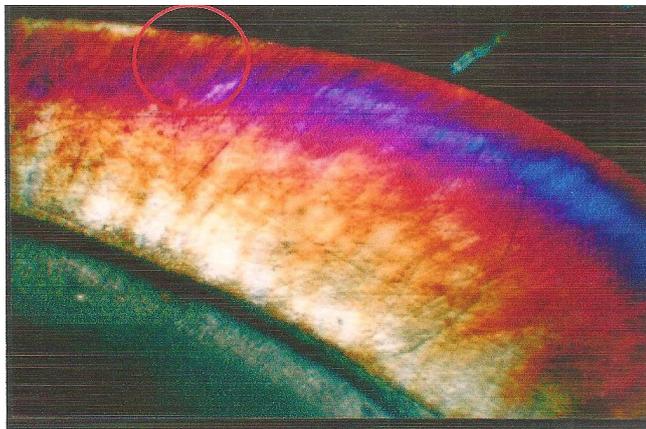
amostra não apresentou nenhuma alteração, 8 amostras apresentaram perda de substância com erosão (Figura 1), 10 amostras tiveram perda de substância com erosão (Figura 2) e 4 delas apresentaram formação de cavidades, além de perda mineral e erosão (Figura 3) como pode ser observado no Gráfico 1.



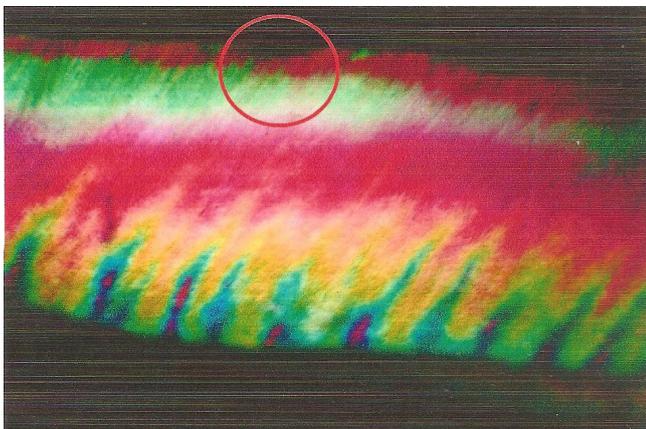
**Gráfico 1.** Grupo controle – número de amostras por intensidade de formação da lesão artificial de cárie  
Fonte: Dados da pesquisa



**Figura 1.** Amostra do grupo controle com perda mineral

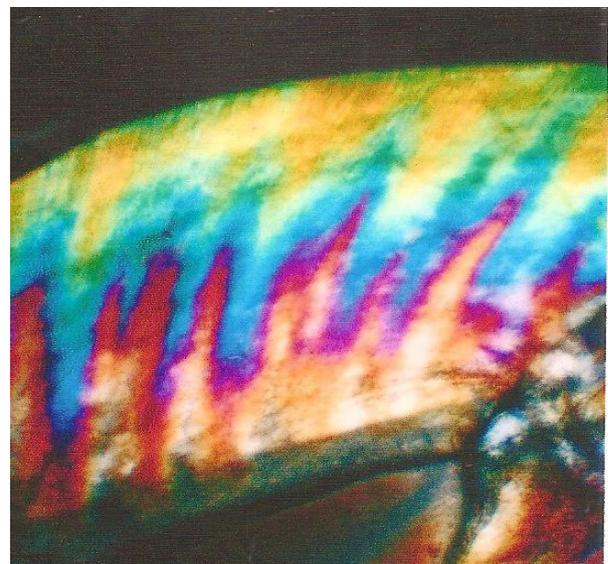


**Figura 2.** Amostra do grupo controle com perda mineral e erosão

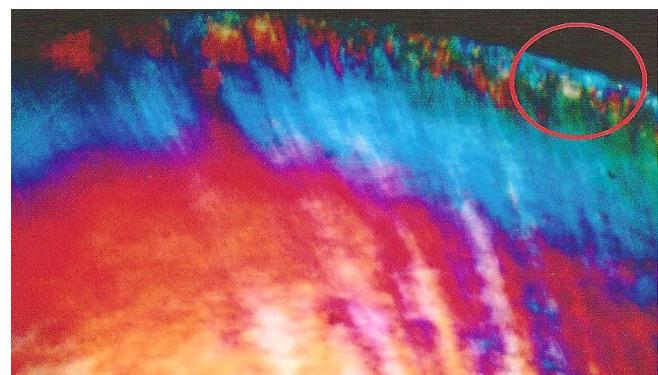


**Figura 3.** Amostra do grupo controle com perda mineral, erosão e cavidade

No GE, 3 das amostras não apresentaram qualquer tipo de alteração morfológica (Figura 4), 12 tiveram apenas perda mineral (Figura 5), 6 perda mineral e erosão (Figura 6) e apenas 2 delas tiveram formação de cavidades (Figura 7) – Gráfico 2.



**Figura 4.** Amostra do grupo do TiF<sub>4</sub> sem alteração



**Figura 5.** Amostra do grupo do TiF<sub>4</sub> com perda mineral

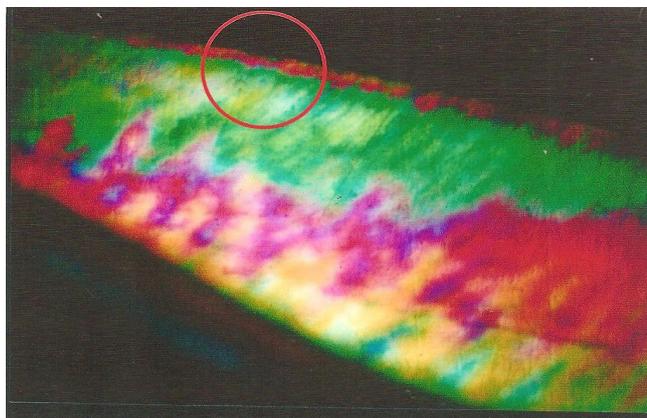


Figura 6. Amostra do grupo do TiF<sub>4</sub> com perda mineral e erosão

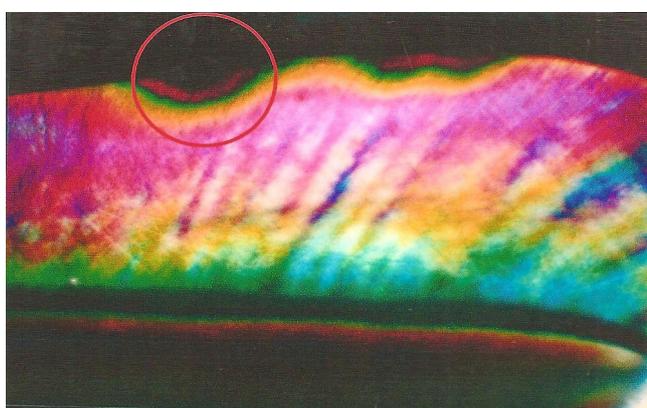


Figura 7. Amostra do grupo do TiF<sub>4</sub> com perda mineral, erosão e cavidade

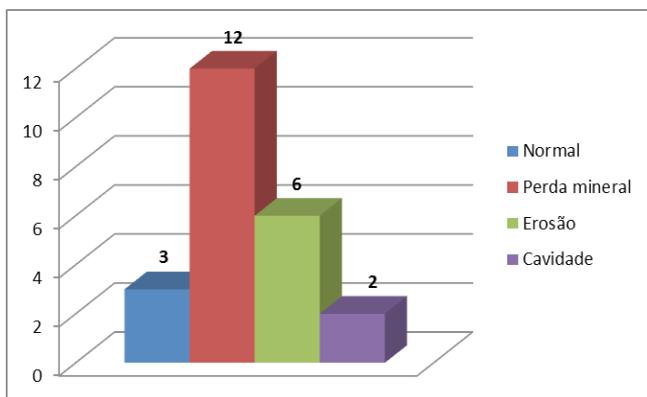


Gráfico 2. Grupo experimental (TiF<sub>4</sub>) – número de amostras por intensidade de formação de lesão artificial de cárie  
Fonte: Dados da Pesquisa

O número e frequência das amostras do GC e GE estão expressos na Tabela 1. Foi realizada a comparação entres os resultados dos dois grupos e seus respectivos percentuais – Gráfico 3.

Tabela 1. Número e frequência das amostras dos grupos estudados segundo os critérios de intensidade da lesão de cárie

Grupo/ Critério	Normal	Perda Mineral	Erosão	Cavidade	Total
TiF <sub>4</sub>	3 (13,05%)	12 (52,17%)	6 (26,09%)	2 (8,69%)	23 (100,0%)
Controle	1 (4,35%)	8 (34,78%)	10 (43,48%)	4 (17,39%)	23 (100,0%)

Fonte: Dados da pesquisa

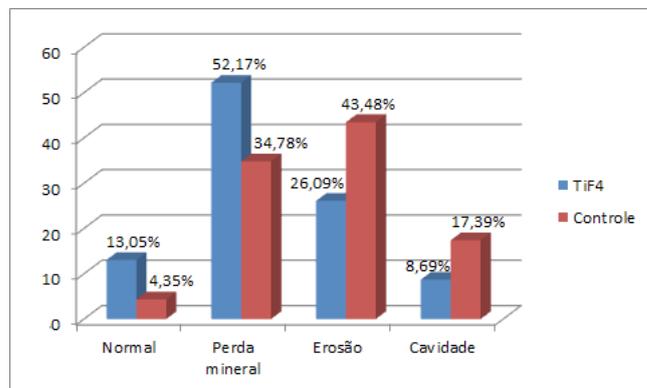


Gráfico 3. Comparação entre os resultados dos dois grupos com seus respectivos percentuais  
Fonte: Dados da pesquisa

#### 4 DISCUSSÃO

O TiF<sub>4</sub> tem sido estudado por diversos autores e tem demonstrado resultados satisfatórios em relação à prevenção da cárie dentária, trazendo benefícios idênticos aos dos fluoretos de sódio. Entretanto, ele possui algumas características próprias em função de seu mecanismo de ação no esmalte dentário. Esse mecanismo de ação químico e físico promove esses resultados principalmente pela formação de uma barreira física que é altamente ácido-resistente que protege o esmalte dentário dos processos de desmineralização (CASTRO, 2001, MORAIS; SOUZA; CHEVITARESE, 2000).

A opção de utilizarmos a solução de TiF<sub>4</sub> a 4% se deve aos resultados encontrados na pesquisa realizada por Buyukymaz, Ogaard e Rolla (1997a), que demonstravam a superioridade dessa concentração com relação a de 1%. Skartveit et al (1989) analisaram duas concentrações de TiF<sub>4</sub> (1% e 4%) com mesmo tempo de aplicação e não encontraram diferenças entres elas. Concentrações similares de flúor foram observadas nas

superfícies radiculares tratadas tanto com a solução de 1%, quanto com a de 4%.

O tempo de aplicação também foi outro fator levado em consideração. No presente estudo a solução de TiF<sub>4</sub> foi aplicada por um período de apenas 1 minuto, seguindo o padronizado por estudos prévios que demonstraram que o aumento do tempo resultaria no aumento proporcional da absorção de flúor (SKARTVEIT et al., 1989).

No presente estudo observou-se por um período de 28 dias, sob o desafio cariogênico, que o grupo experimental apresentou resultados superiores ao grupo controle. O tempo de retenção da camada de proteção formada pela solução de TiF<sub>4</sub> 4% a 1 minuto na superfície do esmalte dentário foi analisada em estudo anterior através da microscopia eletrônica por varredura. Após 30 dias, grande parte da camada estava presente e após 1 ano, a camada estava restrita apenas a áreas de cicatrículas e fissuras (BUYUKYILMAZ; SEN; OGAARD, 1997b).

Estudo prévio realizado com objetivo de avaliar o esmalte dentário humano submetido a um grande desafio cariogênico após aplicação de TiF<sub>4</sub> a 1% demonstra que nessa condição as camadas mais próximas à superfície anatômica do dente foram as mais afetadas, e que na proximidade da junção amelodentinária, os efeitos do desafio começam a se dissipar (MORAIS; SOUZA; CHEVITARESE, 2000). Cabe ressaltar que nossos estudos corroboram o de Moraes, Souza e Chevitarese (2000) quanto à metodologia, isto é, dentes decíduos. Cabe ressaltar, que na erosão dentária, por exemplo os resultados são um pouco diferentes, isto é, na avaliação entre dentes decíduos e permanentes, a aplicação de 4% de solução de TiF<sub>4</sub> reduziu os efeitos no esmalte permanente, mas não de forma significativa no esmalte decíduo (MAGALHAES et al., 2009).

Comparando os resultados obtidos entre os dois grupos podemos observar que apesar de terem ocorrido perdas minerais no mesmo número de amostras (n=18) de ambos os grupos, a perda mineral do grupo TiF<sub>4</sub> era menos intensa. As erosões, em todas as amostras foram acompanhadas de áreas com perda de minerais. No grupo controle tivemos 10 amostras que apresentaram erosão, enquanto que no experimental foram apenas 6.

O número de cavidades no controle foi o dobro (n=4) da encontrada no outro grupo (n=2).

Portanto, observou-se que o TiF<sub>4</sub> mostrou-se eficaz na proteção do esmalte dentário minimizando as perdas mineiras do mesmo frente aos ataques ácidos do meio oral. Esse mecanismo de proteção parece estar intimamente relacionado a dois fatores: formação de apatita fluoretada, que diminui a solubilidade do esmalte por meio da concentração de fluoreto) e formação de uma película ácido-resistente (CASTRO, 2001, MORAIS; SOUZA; CHEVITARESE, 2000).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi possível concluir que a aplicação tópica única da solução de tetrafluoreto de titânio a 4% durante 1 minuto sobre a superfície do esmalte dentário diminui o padrão de descalcificação do esmalte dentário quando na presença de um desafio cariogênico.

## REFERÊNCIAS

- BUYUKYILMAZ, T.; OGAARD, B.; ROLLA, G. The resistance of titanium tetrafluoride-treated human enamel to strong hydrochloric acid. *European Journal of Oral Sciences*, v. 105, n. 5, p. 473-477, 1997a.
- BUYUKYILMAZ, T.; SEN, B. H.; OGAARD, B. Retention of titanium tetrafluoride (TiF<sub>4</sub>), used as fissure sealant on human deciduous molars. *Acta Odontologica Scandinavica*, v. 55, n. 2, p. 73-78, 1997b.
- CASTRO, R. A. L. **Efeito da aplicação de Tetrafluoreto de Titânio sobre o esmalte dentário humano oclusal: um estudo in situ**. 2001. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia, Rio de Janeiro.
- COMAR, L. P. et al. *In situ* effect of sodium fluoride or titanium tetrafluoride varnish and solution on carious demineralization of enamel. *European Journal of Oral Sciences*, v. 120, n. 4, p. 342-348, 2012.

- LEVY, F. M. et al. The erosion and abrasion-inhibiting effect of TiF<sub>4</sub> and NaF varnishes and solutions on enamel in vitro. **International Journal Paediatric Dentistry**, v. 22, n. 1, p. 11-16, 2012.
- MAGALHAES, A. C. et al. Effect of a 4% titanium tetrafluoride (TiF<sub>4</sub>) varnish on demineralisation and remineralisation of bovine enamel in vitro. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 2, p. 158-162, 2008.
- MAGALHAES, A. C. et al. The effect of an experimental 4% Tif<sub>4</sub> varnish compared to NaF varnishes and 4% TiF<sub>4</sub> solution on dental erosion in vitro. **Caries Research**, v. 42, n. 4, p. 269-274, 2008.
- MAGALHAES, A. C. et al. Effect of 4% titanium tetrafluoride solution on the erosion of permanent and deciduous human enamel: an in situ/ex vivo study. **Journal Applied Oral Science**, v. 17, n. 1, p. 56-60, 2009.
- MAGALHAES, A. C. et al. Effect of a single application of TiF<sub>4</sub> and NaF varnishes and solutions combined with Nd:YAG laser irradiation on enamel erosion in vitro. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 29, n. 8, p.537-544, 2011.
- MORAIS, A. P.; SOUZA, I. P.; CHEVITARESE, O. Estudo in situ do esmalte dental humano após aplicação de tetrafluoreto de titânio. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 137-143, 2000.
- NASSUR, C. et al. Characterization of a new TiF<sub>4</sub> and beta-cyclodextrin inclusion complex and its in vitro evaluation on inhibiting enamel demineralization. **Archives of Oral Biology**, v. 58, n. 3, p. 239-247, 2013.
- SKARTVEIT, L. et al. In vivo uptake and retention of fluoride after a brief application of TiF<sub>4</sub> to dentin. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 47, n. 2, p. 65-68, 1989.
- SKARTVEIT, L. et al. Effects of TiF<sub>4</sub> solutions on root surfaces in vitro after different application periods. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 47, n. 1, p. 25-30, 1989.
- VIEIRA, A. M. et al. *In vitro* reduction of dental erosion by low-concentration TiF<sub>4</sub> solutions. **Caries Research**, v. 45, n. 2, p. 142-147, 2011.
- WAHENGBAM, P.; TIKKU, A. P.; LEE, W. B. Role of titanium tetrafluoride (TiF<sub>4</sub>) in conservative dentistry: A systematic review. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 14, n. 2, p. 98-102, 2011.
- WIEGAND, A.; MAGALHAES, A. C.; ATTIN, T. Is titanium tetrafluoride (TiF<sub>4</sub>) effective to prevent carious and erosive lesions? A review of the literature. **Oral Health & Preventive Dentistry**, v. 8, n. 2, p. 159-164, 2010.
- WIEGAND, A. et al. Effect of titanium tetrafluoride and amine fluoride treatment combined with carbon dioxide laser irradiation on enamel and dentin erosion. **Photomed Laser Surgery**, v.28, n.2, p.219-26. 2010

Recebido em: 01 de maio de 2013

Aceito em: 31 de outubro de 2013