

Ação protetora de enxaguatórios fluoretados sobre o esmalte: estudo *in vitro*

Myria Conceição Cerqueira Félix¹

Roberto Paulo Correia de Araújo²

Maria Thereza Barral Araújo²

Max José Pimenta Lima³

Resumo

O íon fluoreto administrado em humanos através de diferentes veículos, é um elemento químico que se incorpora à rede cristalina do esmalte, tornando-se importante na manutenção da saúde dental. Esta afirmação está fundamentada na possibilidade deste fármaco, particularmente, na forma de fluoreto de sódio – NaF, intervir na dissolução desta estrutura biológica, reduzindo de forma satisfatória a perda de minerais e, conseqüentemente, contribuir para prevenir e controlar a cárie dental. Enquanto recurso preventivo, o flúor é uma alternativa farmacológica empregada em programas de saúde pública, dada à sua significativa eficácia e o baixo custo de aplicação. Visando subsidiar a literatura que trata da eficácia do fluoreto de sódio - NaF, veiculado através de colutórios, o presente estudo teve por objetivo determinar, *in vitro*, o grau de proteção do esmalte pelo íon fluoreto contido em seis enxaguatórios utilizados como recurso terapêutico de aplicação tópica, de uso freqüente e baixa concentração, após exposição experimental aos valores de pH 6.8, 6.5, 6.0m, 5.5, 5.0 e 4.5. As taxas do fosfato liberado do esmalte previamente tratado, expressas em mg/dL/20', foram determinadas através de espectrofotometria, com base na técnica preconizada por Gomori e Baginski modificado (Doles Reagentes e Equipamentos para Laboratório Ltda.). Os resultados obtidos revelaram o poder protetor do fluoreto presente nos enxaguatórios avaliados. Os produtos industrializados, Refrescante Bucal Sorriso Herbal com Flúor (E₁) e Plax Enxaguante Bucal com Flúor (E₂), apresentaram os melhores resultados, cuja justificativa está na concentração do íon fluoreto presente, ou seja: 228 ppmF⁻ e 227 ppmF⁻, respectivamente. Os demais colutórios com concentração de 226 ppmF⁻, revelaram semelhante poder protetor, muito embora apresentassem diferenças estatísticas significantes em relação aos produtos E₁ e E₂. Esta constatação deveu-se, provavelmente, à concentração mais baixa do fluoreto. Frente ao desafio desmineralizante imposto pelo pH crítico – 5.5, o produto Oral B Enxaguatório com Flúor (E₆ = 226 ppmF⁻) teve o desempenho mais próximo dos produtos E₁ e E₂, muito embora apresentasse trajetória menos homogênea frente aos demais níveis de pH. É possível, a partir destes resultados, se afirmar que os enxaguatórios testados tiveram controle de qualidade adequado.

Palavras-chave: Enxaguatórios fluoretados. Cárie dental. Prevenção. Fosfato.

INTRODUÇÃO

O fluor é um recurso eficaz na prevenção da cárie dental, conforme registram Page (1991), König (1994), Cutress e colaboradores (1995),

Carvalho e colaboradores (1996), Bjarnason (1998), Burt (1998), Eriksen (1998), Wajm e colaboradores (1999), Medeiros (2002), e Oulis,

¹ Professora Assistente. Departamento de Saúde. Universidade Estadual de Feira de Santana

² Professor Adjunto. Instituto de Ciências da Saúde. Universidade Federal da Bahia

³ Professor Assistente. Escola de Enfermagem. Universidade Católica de Salvador

Correspondência para / Correspondence to:

Roberto Paulo Cooreia de Araújo

Laboratório de Bioquímica Oral. Departamento de Biofunção.

Instituto de Ciências da Saúde - UFBA

Vale de Canela s/n sala 400

40.110-100 – Salvador-Bahia-Brasil.

Telefone (71) 3245-8602.

Email: rparaujo@hotmail.com

Raadal e Martens (2000). Contudo, ao se fazer a indicação de uso, deve-se avaliar a real necessidade, a eficácia, os efeitos adversos e a relação custo-benefício. Há que se ter em conta também, que muito embora os diferentes veículos de administração deste íon, devam ser considerados como agentes farmacológicos essenciais à prevenção da cárie dental, não significa que substituam os benefícios assegurados pela terapia mecânica e a atividade anti-placa dos anti-sépticos.

A realização de bochechos semanais com soluções fluoretadas é considerada como sendo um método eficaz na redução da incidência da cárie dental. Esta alternativa mostra-se conveniente para a implementação de programas de saúde coletiva, envolvendo particularmente, as redes de escolas públicas. De acordo com Santos e Tarzia (1998), em programas de saúde pública, geralmente, se recomenda preparar a solução para o bochecho semanal com a água de abastecimento público, enfatizando-se que o pH final da solução deva ser neutro.

Freqüentemente, se associa a aplicação de fluoreto na forma de enxaguatórios às substâncias anti-sépticas, entre as quais o cloreto de cetilpiridínio, o triclosan gantrez ou o digluconato de clorexidina, conforme registram Joyston-Bechal e colaboradores (1992), Jenkins, Addy e Newcombe (1993, 1994), Joyston-Bechal e Hernaman (1993), Abbott e colaboradores (1994), Franco e Cury (1994), Gomes e colaboradores (2004), Hunter e colaboradores (1994), Mendieta e colaboradores (1994), Ullsfoss e colaboradores (1994), Giertsen e Scheie (1995), Ramos (1995), Owens e colaboradores (1997), Slavkin (1997), Furuichi e Birkhed (1999), e Mandarino e colaboradores (2004).

Diferentemente de alguns anos atrás, quando a água de abastecimento público era a principal fonte de utilização do flúor, nos dias atuais, outras formas de administração deste fármaco estão disponíveis, entre os quais os dentifrícios, os suplementos e os enxaguatórios bucais. Diversas observações clínicas e laboratoriais consistentes, vêm sendo realizadas para investigar a influência da aplicação de bochechos com soluções fluoretadas, em concomitância com a

escovação através de dentifrícios fluoretados, da ingestão de água contendo este íon e, subseqüentemente, o grau de absorção do flúor, de acordo com os relatos de Arcieri e colaboradores (1985), Bastos e Lopes (1989), Sjögren, Ekstrand e Birkhed (1994), Sönju Clasen e colaboradores (1997), Jardim e Jardim Júnior (1998), Sousa, Ando e Friggi (1998), e Iwakura e Morita (2004).

Diversos programas odontológicos preventivos relatam os benefícios resultantes da aplicação dos enxaguatórios fluoretados, entretanto o êxito destas iniciativas em saúde pública bucal não se deve apenas às ações que envolvem a participação do governo, como também a participação de dentistas, de familiares dos pequenos pacientes, focos desses programas, e de associações dentais, em que pese a limitação da abrangência social, conforme registram Kobayashi e colaboradores (1994).

É consensual nos dias atuais, que o íon fluoreto é uma alternativa terapêutica relevante na prevenção e controle da cárie dental. Isto se deve à possibilidade deste fármaco interferir, positivamente, nas fases de remineralização das estruturas dentárias e até mesmo, na possibilidade de inibir o metabolismo citoplasmático das bactérias envolvidas com a placa dental. Na forma de fluoreto de cálcio, este íon se torna um importante reservatório biológico armazenado na superfície do esmalte, estratégia adotada, clinicamente, para assegurar o seu efeito tópico, desde que se mantenha a administração prescrita, segundo Thylstrup e Fejerskov (1995).

Trata-se de medida cautelosa se assumir a opção pela diluição de dentifrícios e enxaguatórios fluoretados, assim como a aplicação de enxágües após o uso destes veículos fluoretados, muito embora esta medida acarrete, subseqüentemente, na diluição do fluoreto nos fluidos orais. A adoção deste critério, muito embora possa resultar em alguma redução da eficácia terapêutica deste íon, uma vez que implica numa redução da biodisponibilidade deste elemento, por outro lado, esta decisão previne a ingestão excessiva. Resultados de diversos ensaios realizados *in vitro* e *in vivo*, dão conta que a múltipla exposição a estes diferentes veículos, embora contribua para o declínio da cá-

rie dental, implica na possibilidade de algum aumento na prevalência de fluorose, principalmente, em crianças. É recomendável que os pais ou os responsáveis por crianças com menos de dois anos, sejam orientados a supervisionarem a escovação como forma de contribuir para evitar a fluorose, dada à possibilidade de deglutição de parcela significativa do dentífrico utilizado, conforme está descrito nos achados de Sjögren, Ekstrand e Birkhed (1994), Levy e colaboradores (1997), e Ribas e colaboradores (1999).

A condição mínima para que os produtos comerciais tenham potencial anti-cárie é a presença de uma concentração significativa de flúor solúvel na constituição dos mesmos, de acordo com Rodrigues e colaboradores (2002). Por exemplo, com o emprego de uma solução a 0,025% de fluoreto de sódio neutro prescrita para bochechos diários, durante 30 segundos, pode-se atingir um grau de proteção ótimo, com uma ingestão aceitável de baixos níveis de flúor, segundo Menaker (1980), e Thylstrup e Fejerskov (1995).

A importância terapêutica do íon fluoreto para a saúde bucal, a relevância de se dar continuidade aos estudos sobre importantes achados científicos, face às diversas conclusões discutíveis envolvendo os enxaguatórios fluoretados e a possibilidade de se realizar o controle de qualidade destes produtos colocados à disposição da sociedade, são as razões que motivaram o presente trabalho, que tem como referência o fosfato, elemento mineral que integra a rede cristalina de hidroxiapatita do esmalte.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho avaliou o grau de proteção do esmalte dentário humano em pó, pelo íon fluoreto contido em seis enxaguatórios teste fluoretados, disponíveis comercialmente, na cidade de Salvador, Bahia, Brasil, comparativamente, à ação do enxaguatório controle C, à base de cloreto de sódio (NaCl 0,05 %), preparado no laboratório de Bioquímica Oral do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia.

Visando o estudo da atividade bioquímica do enxaguatório controle e dos seis (60

enxaguatórios teste, procedeu-se à seguinte identificação: C – Cloreto de Sódio (NaCl 0,05%); E₁ – Refrescante Bucal Sorriso Herbal com Flúor (NaF 228 ppm); E₂ – Plax Enxaguante Bucal com Flúor (NaF 227 ppm); E₃ – Reach Cool Mint Anti-séptico (NaF 226 ppm); E₄ – Fluorent Reach Menta Solução Fluoretada (NaF 226 ppm); E₅ – Cepacol Flúor (NaF 226 ppm) e E₆ – Oral-B Enxaguatório Bucal com Flúor (NaF 226 ppm).

As amostras do esmalte tratadas por cada enxaguatório foram submetidas à ação de diferentes níveis de pH (4.5, 5.5, 6.0, 6.5, e 6.8). A seguir, as taxas do fosfato liberado foram determinadas por espectrofotometria e expressas em mg/dL, refletindo, diretamente, o grau de proteção do esmalte pelo íon fluoreto. A escolha destes valores de pH decorreu da proposição de se estudar o grau de influência do íon fluoreto sobre o esmalte dentário, *in vitro*, submetido à ação dos mesmos, tomando-se como referencial o pH próximo à neutralidade (pH 6.8), por ser considerado ótimo para o meio bucal.

Extração e Isolamento do Esmalte

Com o objetivo de se extrair e isolar o esmalte dentário humano, adaptou-se, para a realização do presente estudo, a técnica de separação dos tecidos dentários preconizada por Tastaldi (1963), de acordo com as operações a seguir descritas.

Para a realização dos ensaios experimentais, foram selecionados dentes humanos permanentes recém-extraídos, obtidos em clínica privada por um cirurgião bucomaxilofacial, de acordo com as normas e os critérios de biossegurança estabelecidos para este procedimento. Os molares inclusos, removidos por indicação cirúrgica, foram utilizados nos ensaios laboratoriais, devidamente acompanhados do “Termo de autorização consentida” firmado pelos pacientes doadores. A seguir, os dentes foram limpos e secos em estufa a 37°C por 24 horas.

Tendo-se em vista o fato deste estudo ter por objetivo avaliar a influência do íon fluoreto na proteção do esmalte dentário, procedeu-se à obtenção do esmalte em pó, a partir de um *pool* de coroas das unidades permanentes, indepen-

dente da idade e do sexo dos pacientes. As coroas foram devidamente separadas das respectivas raízes, mediante corte realizado com brocas diamantadas, modelo 1016HL, montadas em turbina fabricada pela Kavo do Brasil, seguindo-se de trituração dos remanescentes no aparelho Chaterbox, equipamento de origem francesa, integrante do parque de equipamentos do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, obtendo-se desta forma, um pó fino e uniforme. Em virtude das experimentações terem sido realizadas em função de quantidades fixas de esmalte pulverizado, o *pool* de coroas dentárias que deu origem ao pó utilizado neste estudo independeu de quantidade, uma vez que este procedimento de pulverização foi repetido, sempre que se fez necessário, em função do índice de amostragem experimental estabelecido.

Visando a separação e o isolamento do esmalte (JENKINS, 1978), o pó dentário homogêneo obtido das sucessivas triturações foi tratado pela mistura bromofórmio/acetona. Para cada grama de coroa dentária pulverizada, utilizou-se 7,0ml da referida mistura, de densidade 2,70. A seguir procedeu-se a centrifugação a 3.000 rpm, durante 10 minutos, obtendo-se assim, um sedimento de esmalte, elemento que possui densidade que varia de 2,89 a 3,00. Mediante decantação, foi desprezado o

sobrenadante constituído de dentina e cimento de densidade 2,14 a 2,03, respectivamente. A fim de se obter o esmalte puro, adicionou-se, ao sedimento do tubo de centrífuga, bromofórmio puro, de densidade 2,85, repetindo-se a centrifugação a 3.000 rpm, durante 10 minutos, e a decantação do sobrenadante, seguindo-se da secagem do sedimento do esmalte dentário puro obtido, em temperatura ambiente, durante 48 horas. Para a realização desta etapa das experimentações, utilizou-se centrifugador de bancada, marca Fanem, Excelsa Baby I, modelo 206.

Protocolo Experimental

Foi adaptada a técnica da influência do íon fluoreto (ARAÚJO, 1996) na solubilidade do esmalte dentário submetido ao meio ácido (TASTALDI, 1963), visando avaliar a ação protetora dos seis (6) enxaguatórios fluoretados (E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 e E_6), comparativamente, à ação do enxaguatório controle (C) à base de cloreto de sódio (NaCl 0.05%), numa amostragem de 5 experimentos para cada enxaguatório. Os enxaguatórios teste e controle utilizados nas experimentações, os respectivos fabricantes, o tipo de flúor e as concentrações deste íon nas seis (6) formulações estudadas, acham-se discriminados no Quadro 1.

ENXAGUATÓRIO	FABRICANTE	FLUORETO	CONCENTRAÇÃO
Controle			
C - NaCl 0.05%	Lab. de Bioq. Oral ICS -UFBA	Sem fluoreto	-
Teste			
E_1 - Refrescante bucal Sorriso Herbal com F	Kolynos do Brasil Ltda.	NaF	228 ppm F^-
E_2 - P lax Enxaguante Bucal com Flúor	Colgate Palmolive Divisão da Kolynos	NaF	227 ppm F^-
E_3 - Reach Cool Mint Anti-séptico	Johnson - Johnson	NaF	226 ppm F^-
E_4 - Fluorent Reach Menta Sol. Fluoretada	Johnson - Johnson	NaF	226 ppm F^-
E_5 - Cepacol Flúor	Bili Farmacêutica Ltda.	NaF	226 ppm F^-
E_6 - Oral-B Enxaguatório Bucal com Flúor	Gillette Argentina S.A.	NaF	226 ppm F^-

Quadro 1 - Enxaguatórios avaliados

Influência do Íon Fluoreto sobre o Esmalte Dentário

Amostras de esmalte dentário humano, em pó, rigorosamente purificadas, foram submetidas à ação individual dos enxaguatórios, seis (6) deles fluoretados (E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 e E_6) e um sem fluoreto (C). Cada amostra de 0.1 g de esmalte em pó foi tratada com 10 ml de enxaguatório, ou seja: tanto pela solução controle (NaCl 0.05%), como por cada um dos enxaguatórios teste. O volume de 10 mL pré-fixado para testar a eficácia de cada produto, deveu-se ao volume aproximado de água, correspondente a cada bochecho que, habitualmente, os indivíduos tendem a utilizar.

Com o objetivo de se estudar a proteção do íon fluoreto sobre o esmalte, esta estrutura foi tratada pelos produtos supracitados sob agitação mecânica uniforme durante 20 minutos (Homolab – Homogeneizador de sangue – Bio Eng. Indústria e Comércio Ltda.).

Purificação do Esmalte Influenciado pelo Fluoreto

Uma vez concluída a etapa de tratamento do esmalte pelos enxaguatórios, procedeu-se à centrifugação a 3.000 rpm durante 10 minutos. Os sedimentos obtidos foram suspensos em água deionizada e agitados mecanicamente durante um minuto, visando a remoção de possíveis resíduos das soluções dos enxaguatórios, ainda presentes no esmalte dentário submetido à influência do íon fluoreto que estava contido, ou não, nestes produtos. Este procedimento foi realizado através de duas lavagens, seguidas de centrifugação a 3.000 rpm.

Ação do pH sobre o Esmalte Tratado pelos Enxaguatórios

A cada sedimento obtido, foi adicionada a solução tampão acetato sódio 0,2 M para o ajuste dos valores de pH 4.5, 5.0, 5,5 e 6,0 estabelecidos para a realização do teste com os enxaguatórios, enquanto que para a ação dos valores de pH 6.5 e 6.8 adicionou-se o tampão tris (hidroxi-metil-aminometano).

A ação dos diferentes níveis de pH sobre os respectivos sedimentos desenvolveu-se sob

agitação mecânica uniforme, durante 20 minutos.

A avaliação da atividade protetora do íon fluoreto contido nos enxaguatórios testados foi realizada mediante a exposição do esmalte dentário humano, previamente tratado por aqueles produtos, frente à desmineralização imposta com a queda do pH, de acordo com os valores pré-estabelecidos. O pH 6.8 foi utilizado como referencial não só por estar próximo da neutralidade, mas essencialmente, por ser considerado ótimo para o meio bucal.

O pH 6.0, apesar de ser um valor de pH que ainda pode ser considerado como aceitável no meio bucal, foi escolhido pela possibilidade de se detectar alguma influência protetora do esmalte pelo íon fluoreto, uma vez submetida esta estrutura a este nível de pH. Portanto, o fato do pH 6.0 se situar entre o pH ótimo (6.8) e o pH crítico (5.5), pode demonstrar a ação benéfica do fluoreto, servindo como elemento de confirmação deste efeito, frente ao pH de referência.

No presente estudo, a escolha do pH 5.5 deveu-se ao fato deste valor ser considerado crítico para o meio bucal, cuja agressividade pode se acentuar ao alcançar valores próximos a 5.0, enquanto que em pH 4.5 tem sido freqüente a afirmação de que o íon fluoreto não tem mais eficácia protetora do esmalte dentário.

Após a centrifugação a 3.000 rpm durante 10 minutos, os sedimentos de esmalte foram descartados e alíquotas dos sobrenadantes obtidos foram retiradas para a determinação das taxas do fosfato liberado do esmalte dentário tratado pelos enxaguatórios e posteriormente submetido à Influência do pH.

Análises Bioquímicas

Para a avaliação do teor de desmineralização do esmalte foram realizadas determinações quantitativas do fosfato contido nas alíquotas dos sobrenadantes obtidos, com base na técnica espectrofotométrica preconizada pelo método de Gomori e Baginski modificado (Doles Reagentes e Equipamento para Laboratório Ltda, 1997). Para tanto, foram utilizados *kits* fabricados pela Doles Reagentes e Equipamento para Laboratório Ltda.

O método de Gomori modificado está fundamentado na reação entre o fosfato inorgânico e o molibdato em meio ácido, resultando na formação de fosfomolibdato, seguindo-se de redução a óxido de molibdênio pelo ácido ascórbico. A intensidade da cor azul deste produto final, é diretamente proporcional à concentração do fosfato dosado. Paralelamente, as proteínas que eventualmente possam estar presentes, e que tenham sofrido precipitação, são dissolvidas, não vindo a interferir na leitura espectrofotométrica do fosfato inorgânico que está sendo dosado. Em cada experimento, as dosagens foram realizadas em triplicata.

As taxas do fosfato inorgânico presente nas alíquotas dos sobrenadantes obtidos, são expressas em miligramas por decilitro em função do tempo de 20 minutos (mg P/dL/20min). Para cada experimento, as dosagens de fosfato foram lidas em espectrofotômetro Micronal, ajustado para o comprimento de onda de 660 nm.

Análises Estatísticas

Os dados são apresentados como médias e erros padrão da média (EPM). As médias dos diversos grupos foram comparadas por análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas, levando-se em consideração a comparação entre o pH (fator A) e a concentração de fosfato (fator B), seguida do teste paramétrico Student-Newman-Kewls (SNK) para os níveis de pH 4.5, 5.5, 6.0, 6.5 e 6.8 avaliados. Considera-se como diferença estatisticamente significativa, um valor de $p \leq 0.05$. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (CONOVER, 1971), com 5 (cinco) repetições, considerando-se os tratamentos e os enxaguatórios. Para a realização destas análises, utilizou-se o pacote estatístico Sigma Stat.

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir das experimentações, devidamente tratados estatisticamente, estão descritos em itens distintos, em função das taxas de fosfato determinadas a partir da liberação deste íon pelo esmalte dentário

humano tratado pelo enxaguatório não fluoretado – C e pelos enxaguatórios fluoretados E₁, E₂, E₃, E₄, E₅ e E₆, individualmente e submetidos aos valores de pH 4.5, 5.5, 6.0, 6.5 e 6.8, isoladamente, de acordo com o protocolo experimental estabelecido para a realização do presente estudo.

A influência, *in vitro*, dos diferentes enxaguatórios sobre o esmalte dentário humano está expressa em função das taxas médias e erros padrão destas médias correspondentes à concentração dos íons fosfato (mg/dL/20min) liberados da estrutura dentária submetida à ação dos cinco valores de pH estudados. Objetivando demonstrar a comparação entre os grupos, foram utilizados os códigos ns para registrar os valores que não foram considerados estatisticamente significantes e s para as médias que apresentaram diferenças estatísticas significativas.

A Tabela 1 expressa as taxas do fosfato liberado do esmalte dentário influenciado pelos enxaguatórios avaliados e submetido à ação molecular dos cinco (5) diferentes níveis de pH, individualmente, enquanto que as Tabelas 2 e 3 expressam a significância destes dados obtidos experimentalmente, mediante tratamento estatístico.

Ao se comparar as taxas do fosfato liberado do esmalte dentário influenciado pelo enxaguatório controle (C) frente a cada enxaguatório teste (E₁, E₂, E₃, E₄, E₅ e E₆), pode-se constatar ter havido diferenças estatísticas significativas perante a ação dos níveis de pH 5.0, 5.5, 6.0, 6.5 e 6.8 (TABELA 1; TABELA 2).

As mais baixas taxas do fosfato liberado do esmalte dentário humano tratado tanto pelo enxaguatório controle quanto pelos seis enxaguatórios teste foram detectadas após se submeter esta estrutura biológica à ação do pH 6.8. Frente à influência do enxaguatório controle, cuja taxa de fosfato liberado foi da ordem de 2.75 ± 0.07 , todas as demais taxas foram inferiores (TABELA 1) e revelaram diferenças estatísticas significativas ao serem comparadas à taxa resultante do controle (TABELA 2).

Apesar do pH 6,8 ser uma condição físico-química considerada como referencial para o meio bucal controlado, constata-se que as taxas

Tabela 1 - Médias e EPM das taxas de fosfato (mg/dl/20min) liberado do esmalte dentário humano tratado por enxaguatórios e submetido à variação do pH do meio

		pH					
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	6.8
Enxaguatório							
<i>Controle</i>							
C		8.18 ± .56	10.21 ± .14	9.05 ± .30	3.61 ± .20	4.19 ± .17	2.75 ± .07
<i>Teste</i>							
E ₁		9.72 ± .61	7.39 ± .22	4.16 ± .45	2.10 ± .42	2.17 ± .06	.89 ± .32
E ₂		9.91 ± .29	7.47 ± .25	4.51 ± .29	3.00 ± .35	2.59 ± .03	1.07 ± .17
E ₃		10.38 ± .40	8.10 ± .23	4.82 ± .64	2.02 ± .13	2.95 ± .23	1.38 ± .15
E ₄		9.29 ± .11	7.96 ± .20	4.97 ± .16	3.04 ± .12	2.65 ± .06	1.30 ± .13
E ₅		10.40 ± .14	8.06 ± .39	5.28 ± .45	4.01 ± .07	3.24 ± .43	1.98 ± .40
E ₆		9.98 ± .54	7.41 ± .17	3.29 ± .14	1.58 ± .75	2.71 ± .08	1.30 ± .12

Tabela 2 - Eficácia dos enxaguatórios teste em comparação à eficácia do enxaguatório controle nos diferentes níveis de pH em função das taxas de fosfato liberado

		pH					
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	6.8
Enxaguatório							
C x E ₁		s	s	s	s	s	s
C x E ₂		s	s	s	s	s	s
C x E ₃		s	s	s	s	s	s
C x E ₄		s	s	s	s	s	s
C x E ₅		s	s	s	s	s	s
C x E ₆		s	s	s	s	s	s

Tabela 3 - Comparação entre os enxaguatórios teste nos diferentes níveis de pH, em função das taxas de fosfato

		pH					
		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	6.8
Enxaguatório							
E ₁ x E ₂		ns	ns	s	ns	ns	s
E ₁ x E ₃		ns	ns	s	ns	ns	s
E ₁ x E ₄		ns	ns	s	ns	ns	s
E ₁ x E ₅		ns	ns	s	s	ns	s
E ₁ x E ₆		ns	ns	ns	s	s	s
E ₂ x E ₃		ns	ns	s	ns	ns	s
E ₂ x E ₄		ns	ns	ns	ns	ns	s
E ₂ x E ₅		ns	ns	ns	s	ns	s
E ₂ x E ₆		ns	ns	s	s	ns	s
E ₃ x E ₄		ns	ns	ns	ns	ns	ns
E ₃ x E ₅		ns	ns	ns	s	ns	s
E ₃ x E ₆		ns	ns	s	s	ns	ns
E ₄ x E ₅		ns	ns	ns	s	ns	s
E ₄ x E ₆		ns	ns	s	s	ns	ns
E ₅ x E ₆		ns	ns	s	s	ns	s

do fosfato liberado do esmalte tratado pelos seis enxaguatórios fluoretados, individualmente avaliados, expressam diferenças estatisticamente significantes, ao serem comparadas ao valor decorrente da influência exercida pelo enxaguatório controle, de acordo com os dados das Tabelas 1 e 2.

Similarmente ao ocorrido nos demais níveis de pH, os enxaguatórios fluoretados E_1 e E_2 respondem, na sua maioria, pelas menores taxas de fosfato liberadas pelo tecido tratado em pH 6,8 (0.89 ± 0.32 , 0.66 e 1.07 ± 0.17 , respectivamente). Consta-se ainda, que neste teor de pH, não houve diferenças estatísticas significantes, ao se proceder a análise comparativa dos valores de fosfato atribuídos à ação destes dois produtos fluoretados, em relação àqueles liberados do esmalte influenciado pelos enxaguatórios E_3 , E_4 , E_5 e E_6 . As taxas de fosfato liberadas do esmalte tratado pelos enxaguatórios E_3 , E_4 e E_6 indicam que estes produtos tiveram a mesma ação em pH 6,8, uma vez que não foram detectadas diferenças estatísticas significantes (1.38 ± 0.15 , 1.30 ± 0.13 e 1.30 ± 0.12), conforme os dados das Tabelas 1 e 3.

De acordo com os resultados expressos nas Tabelas 1 e 3, a taxa de fosfato atribuída ao esmalte tratado pelo enxaguatório E_5 (1.98 ± 0.40) embora tenha sido a mais próxima da taxa resultante da ação do enxaguatório C (2.75 ± 0.07), ainda assim apresenta diferença estatística significativa. Há que se observar também, que o valor atribuído à ação do produto E_5 , superior aos valores atribuídos aos demais grupos experimentais, tem diferença considerada estatisticamente significativa.

A avaliação da influência exercida sobre o esmalte dentário pelos seis enxaguatórios que constituíram os grupos experimentais comparada à influência exercida pelo enxaguatório controle em pH 6,5, expressa resultados cujas diferenças são consideradas estatisticamente significantes. Há que se destacar que a taxa referente ao Controle foi da ordem de 4.19 ± 0.17 . Conforme os dados das Tabelas 1 e 2, a menor taxa de fosfato liberado do esmalte dentário resultou da influência do enxaguatório fluoretado E_1 , (2.17 ± 0.06), enquanto que a maior é atribuída ao enxaguatório fluoretado E_5 , (3.24 ± 0.43).

Comparadas entre si as taxas de fosfato referentes aos Grupos Experimentais, observa-se que a única diferença considerada estatisticamente significativa no pH 6.5 é constatada no confronto entre os enxaguatórios E_1 x E_6 (2.17 ± 0.06 e 2.71 ± 0.08 , respectivamente) de acordo com os dados das Tabelas 1 e 3.

Avaliada, comparativamente, após a atividade do pH 6.0, a influência individual exercida sobre o esmalte pelos seis produtos fluoretados frente ao enxaguatório sem fluoreto, pode-se constatar que todos os Grupos Experimentais apresentaram diferenças consideradas significativas, estatisticamente. Conforme os resultados expressos nas Tabelas 1 e 2, o dentífrico E_5 embora tenha revelado um valor de fosfato superior ao valor atribuído ao produto C, esta diferença é limitada, apesar dos testes estatísticos indicarem significância (4.01 ± 0.07 e 3.61 ± 0.20 , respectivamente).

Ainda em pH 6.0, conforme os valores das Tabelas 1 e 3, pode-se observar que as menores taxas de fosfato em ordem crescente de grandeza, são atribuídas aos Grupos Experimentais E_6 , E_3 e E_1 (1.58 ± 0.75 , 2.02 ± 0.13 e 2.10 ± 0.42). Entretanto, registre-se não ter havido diferença estatisticamente significativa, apenas, ao serem comparados os efeitos produzidos pelos enxaguatórios E_1 x E_3 , de acordo com as respectivas taxas. Apesar das demais taxas estarem acima da taxa atribuída ao produto E_1 (2.10 ± 0.42) constatou-se ter havido diferença estatisticamente significativa, apenas em relação ao produto E_5 (4.10 ± 0.07). Da avaliação entre os demais grupos, observa-se que só não houve diferenças estatisticamente significantes, ao se comparar a ação entre os seguintes enxaguatórios: E_2 (3.00 ± 0.35) x E_3 (2.02 ± 0.13); E_2 (3.00 ± 0.35) x E_4 (3.04 ± 0.12) e E_3 (2.02 ± 0.13) x E_4 (3.04 ± 0.12).

Ao se submeter o esmalte tratado pelos enxaguatórios teste à ação do pH 5.5, constatou-se que os valores de fosfato liberados desta estrutura biológica foram muito próximos, exceção feita ao produto C (9.05 ± 0.30). Esta constatação está confirmada nas diferenças consideradas estatisticamente significantes, ao serem comparadas as taxas atribuídas à influência exercida pelos enxaguatórios experimentais frente à taxa correspondente à atividade do enxaguatório

controle. Este mesmo fenômeno evidenciado após a ação do pH 5.5 se repete em decorrência da atividade dos níveis de pH 5.0 e 4.5, cujos valores de fosfato atribuídos ao enxaguatório C correspondem a 10.21 ± 1.4 e 9.18 ± 5.6 , respectivamente (TABELA 1; TABELA 2).

Em pH 5.5, a taxa de fosfato mais baixa resultou da liberação deste íon pelo esmalte tratado pelo enxaguatório E_c (3.29 ± 1.4). De acordo com as Tabelas 1 e 3, este produto revelou comportamento ímpar frente aos demais enxaguatórios, não diferindo estatisticamente apenas, em relação à taxa de fosfato liberado do esmalte tratado pelo enxaguatório E₁ (4.16 ± 4.5). Por conseguinte, em se tratando do pH 5.5, uma vez comparadas entre si as taxas de fosfato relacionadas aos produtos E₂, E₃, E₄ e E₅ (4.51 ± 2.9 , 4.82 ± 6.4 , 4.97 ± 1.6 e 5.28 ± 4.5 respectivamente), detectou-se diferença estatisticamente significativa apenas, entre as taxas de fosfato liberado do esmalte dentário influenciado pelos produtos E₂ e E₃ (TABELA 1; TABELA 3).

Por fim, comparadas entre si as taxas de fosfato liberado em decorrência da atividade dos valores de pH 5,0 e 4.5 sobre o esmalte dentário influenciado previamente, pelos enxaguatórios E₁, E₂, E₃, E₄, E₅ e E₆, constata-se que não houveram diferenças consideradas estatisticamente significativas (TABELA 1; TABELA 3).

DISCUSSÃO

Nas duas últimas décadas, tem-se constatado um declínio significativo da cárie dental no mundo desenvolvido. Inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas objetivando a prevenção desta doença endêmica. Os resultados de tais pesquisas apontam o uso dos fluoretos como um recurso eficaz de combate a esta patologia, sendo indiscutível o papel relevante dos enxaguatórios e dentifrícios contendo fluoreto, na mudança do padrão de comportamento desta doença, conforme Page (1991), König (1994), Cutress (1995), Carvalho e colaboradores (1996), Marinelli e colaboradores (1997), Bjarnason (1998), Burt (1998), Eriksen (1998), Wajm e colaboradores (1999), Medeiros (2002),

e Oulis, Raadal e Martens (2000).

Segundo Fischer, Lussi e Hotz (1995), Carvalho e colaboradores (1996), e Duckworth e Lynch (1998), é eficaz a ação do íon fluoreto em promover, através de efeito residual, a proteção do esmalte dentário humano. Para o desenvolvimento do presente estudo, realizado sob rigorosas condições de controle experimental, o esmalte após ser tratado por enxaguatórios fluoretados, foi submetido à influência dos níveis de pH 6,8, 6,0, 5,5, 5,0 e 4,5. Os resultados obtidos expressam claramente estes pressupostos, de acordo com os dados das Tabelas 1, 2 e 3.

A avaliação comparativa dos dados produzidos, experimentalmente, *in vitro*, após criterioso tratamento estatístico, comprova a ação protetora do íon fluoreto, na forma de fluoreto de sódio - NaF, contido nos seis enxaguatórios avaliados, amplamente utilizados e comercializados no Brasil, na cidade de Salvador, Bahia, focos do presente trabalho. Há que se registrar que muito embora a forma pela qual o íon fluoreto está incorporado às seis diferentes formulações estudadas tenha sido a mesma, sua concentração variou entre 226 ppm F⁻, 227 ppm F⁻ e 228 ppm F⁻, portanto, as concentrações consideradas como sendo as mais indicadas na terapia com enxaguatórios, devido à limitada possibilidade de induzir seqüelas de fluorose, em decorrência de prováveis efeitos somatórios com outras formas de administração simultânea, entre as quais os dentifrícios.

Na definição da escolha dos enxaguatórios avaliados no presente trabalho, considerou-se o tipo de fluoreto - NaF, e a concentração deste íon, ou seja, indicadores de eficácia considerados em diversos estudos, entre os quais os de Menaker (1980), Arcieri e colaboradores (1985, 1988), Bastos, Viegas e Lopes (1986), Pearce e Nelson (1988), Bastos e Lopes (1989), Chow e Takagi (1991), Wallace, Retief e Bradley (1993), Duckworth e Stewart (1994), Kobayashi e colaboradores (1994), Medeiros e Souza (1994), Sterrit, Frew e Rozier (1994), Thylstrup e Fejerskov (1995), Araújo (1996), Marinelli e colaboradores (1997), Jardim e Jardim Júnior (1998), Ribas e colaboradores (1999), e Rodrigues e colaboradores (2002).

A probabilidade de reverter lesões cáries iniciais e de interferir na dissolução do esmalte, diminuindo, significativamente, a perda de minerais, torna o íon fluoreto um elemento importante para a preservação da saúde dental, tendo em vista a propriedade anti-cariogênica deste íon. Sob este aspecto, os resultados do presente estudo, ao demonstrarem a capacidade de proteção do esmalte dentário humano pelo fluoreto, estão em acordo com as observações e experimentações clínicas e laboratoriais relatadas por diversos autores, entre os quais De Paola (1993), Kingman (1993), Cruz, Rölla e Ögaard (1994), Luoma e colaboradores (1994), Shellis e Duckworth (1994), Ten Cate e Marsh (1994), Bowen (1995), Christoffersen e colaboradores (1995), e Cutress e colaboradores (1995).

A ação protetora do íon fluoreto contido em enxaguatórios e demonstrada, *in vitro*, mediante o decréscimo das taxas de fosfato total liberado do esmalte dentário humano submetido ao meio progressivamente ácido, deveu-se ao princípio que considera que a presença do fluoreto nas soluções ácidas subsaturantes de cálcio e de fosfato diminui a solubilidade do esmalte, pois, mesmo em pH ácido, a presença deste elemento compensará, ainda que parcialmente, a perda do cálcio e fosfato que integram os cristais de hidroxiapatita do esmalte, pelo ganho de cálcio, fosfato e fluoreto, em virtude da manutenção do meio supersaturado em relação ao produto de solubilidade da fluorhidroxiapatita, de acordo com Cury (1989), Christoffersen (1995), e Kambara e Norde (1995). Os resultados desta ação protetora baseada numa metodologia experimental, *in vitro*, motivo do estudo em pauta, estão de acordo com diversos relatos a respeito da eficácia do fluoreto sob a forma de enxaguatórios e dentifrícios, entre os quais os de Bastos e Lopes (1989), Serra, Sartini Filho e Cury (1989), Imfeld e colaboradores (1993), Kuroiwa, Kodaka e Kuroiwa (1993), Chadwick e Gordon (1995), Fischer, Lussi e Hotz (1995), Kambara e Norde (1995), e Wiltshire e Van Rensburg (1995).

Este pressuposto não dispensa o cuidado que se deve ter com o pH final da solução

enxaguatória fluoretada, daí porque em programas de saúde pública, se recomenda preparar as soluções para a realização do bochecho semanal com a água de abastecimento público, dando-se a devida ênfase à recomendação de que o pH final da solução deva ser neutro. De acordo com Santos e Tarzia (1998) as soluções a serem empregadas em bochechos devem ser preparadas em laboratórios que tenham as condições técnicas adequadas, visando a garantia do ajuste final do pH ao valor desejado. Conforme as investigações realizadas por Bastos e colaboradores (2003), é recomendável a atenção especial ao se prescrever enxaguatórios fluoretados preparados em farmácias de manipulação tendo em vista a possibilidade do controle de qualidade destes produtos deixar a desejar. O atendimento ao controle desta variável justifica a opção explicitada no protocolo experimental deste estudo, em utilizar enxaguatórios fluoretados de procedência industrial.

Segundo Bowen (1995), meta-análises de estudos clínicos comparando o fluoreto de sódio com o monofluorofosfato de sódio têm demonstrado que o fluoreto de sódio é mais eficaz do que o monofluorofosfato de sódio, em cerca de 6,8 a 7%. Este é mais um elemento que fundamenta a escolha dos enxaguatórios contendo o íon fluoreto sob a forma de fluoreto de sódio, como foco do trabalho ora discutido. Este entendimento é corroborado pelos estudos de Serra, Sartini Filho e Cury (1989), Marks (1994), Stephen e colaboradores (1994), Thylstrup e Fejerskov (1995), Wajm e colaboradores (1999), e Medeiros (2002).

Avaliados os dados correspondentes às taxas de fosfato liberado do esmalte dentário influenciado pelo enxaguatório não fluoretado (C), pode-se constatar, como já era de se esperar, que, de um modo geral, estas taxas foram as mais altas após a ação de cada nível de pH, uma vez que este enxaguatório é à base de cloreto de sódio - NaCl, a 0,05%. Para tanto, basta se proceder a comparação entre estas taxas e aquelas atribuídas ao esmalte influenciado pelos enxaguatórios fluoretados. Este efeito se repetiu com maior intensidade, na medida que o pH 6.8 foi sendo reduzido, até alcançar níveis con-

siderados críticos. Ao atingir o valor de pH 4.5, estereotipado por sinal, a influencia do fluoreto, praticamente desapareceu.

Há que se observar que nos níveis de pH próximos à neutralidade, as taxas de fosfato atribuídas tanto ao grupo controle quanto ao grupo teste foram menores. Este efeito deveu-se à condição físico-química de níveis de pH desfavoráveis à desmineralização do esmalte dentário, muito embora tenha havido diferenças estatisticamente significantes, como já era de se esperar, ao se comparar os resultados obtidos para o enxaguatório controle (C) em relação àqueles fluoretados (E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , E_5 e E_6). Portanto, pode-se reafirmar que nesta condição, a presença protetora do íon fluoreto não se configura como essencial.

É provável que as baixas taxas de fosfato liberado do esmalte tratado pelo enxaguatório controle (C) submetido à ação dos níveis de pH próximos à neutralidade (6.8, 6.5 e 6.0) não foram maiores (2.75 ± 0.07 , 4.19 ± 0.17 e 3.61 ± 0.20 , respectivamente), em virtude da própria solução controle ter o pH próximo à neutralidade, portanto, com características tamponantes. Desta forma, nas condições experimentais ora discutidas, o enxaguatório controle (C) não contribuiu para que houvesse perda significativa deste íon integrante do esmalte dentário, apesar das taxas de fosfato liberado serem superiores àquelas atribuídas aos enxaguatórios fluoretados. Este fenômeno observado com o enxaguatório controle (C) desapareceu, gradativamente, na medida que se impôs ao esmalte dentário a queda do pH do meio, o que demonstra, claramente, a ação protetora do fluoreto incorporado aos enxaguatórios teste, conforme está expresso na Tabela 1.

As menores taxas de fosfato liberado do esmalte dentário humano, independente da influência do nível de pH, indicam, comprovadamente, uma maior ação protetora do fluoreto contido nos enxaguatórios E_1 e E_2 , uma vez que na composição destes fármacos, estão as maiores concentrações deste íon, ou seja: 228 ppm F⁻ e 227 ppm F⁻, respectivamente. Muito embora o produto E_3 apresente valores de fosfato próximos àqueles atribuídos aos

enxaguatórios E_1 e E_2 , apesar da concentração ser da ordem de 226 ppm F⁻, portanto 1 ppm F⁻ abaixo dos mesmos, esta semelhança no comportamento bioquímico protetor desapareceu a partir do desafio imposto pelos níveis de pH 6.0, 5.5, 5.0 e 4.5. Nestes valores de pH, o enxaguatório E_3 demonstrou ação protetora similar aos demais produtos de igual concentração (E_4 , E_5 e E_6), ou seja, 226 ppm F⁻. Há que se considerar também, que esta duplicidade de comportamento atribuída ao enxaguatório E_3 , pode ser decorrente de alguma oscilação na estabilidade química deste produto, apesar da validade farmacêutica do mesmo. Esta constatação não se configura num indicador do comprometimento da qualidade farmacológica deste enxaguatório.

Em pH 6.5, embora se admita que o melhor desempenho possa ser atribuído ao enxaguatório E_1 (2.17 ± 0.06), a comparação entre a atividade protetora deste produto e aquelas atribuídas aos demais, por não apresentar diferenças estatísticas significantes, é uma demonstração de que neste nível de pH, as diversas concentrações do fluoreto presentes nos enxaguatórios testados tiveram a mesma influência benéfica. Este achado reforça o pressuposto da opção pelo uso daqueles produtos com menor concentração de fluoreto, dentre os avaliados no presente estudo, frente ao pH 6.5.

A ação protetora do esmalte frente ao pH 6.0, revelada pelos enxaguatórios E_1 , E_2 , E_3 e E_4 , é um indicativo da possibilidade de se optar por enxaguatórios com menor concentração de fluoreto, ou seja, os produtos E_3 e E_4 (226 ppm F⁻). O menor teor de fosfato liberado em pH 6.0 é atribuído ao enxaguatório E_6 , cuja concentração é também 226 ppm F⁻. A baixa concentração de fosfato (1.58 ± 0.75) correlacionada à atividade protetora do íon fluoreto presente neste colutório, parece resultar de possível oscilação na homogeneidade de distribuição do fluoreto na contingente líquido deste produto, apesar do nível de eficácia deste colutório estar próxima dos níveis de proteção atribuídos aos enxaguatórios E_1 e E_2 . Por se tratar de um achado isolado, referente a um único produto, num único valor de pH e num conjunto de 42 con-

centrações determinadas, pode-se afirmar que este dado não teve maior relevância na avaliação do conjunto de resultados que sustentam as conclusões do estudo em tela, tampouco na possibilidade de comprometimento da ação protetora do enxaguatório E_6 .

Assumem significado relevante, os dados correspondentes às concentrações do fosfato liberado do esmalte submetido ao desafio desmineralizante imposto pelos níveis de pH 5.5 e 5.0, por se tratar de valores de pH considerados críticos, em particular o pH 5.5. Esta condição clínica justifica plenamente, a opção pelos procedimentos de proteção assegurados pelo uso dos fluoretos. Mais uma vez os enxaguatórios E_1 e E_2 ($4.16 \pm .45$ e $4.51 \pm .29$ valores médios referentes ao pH 5.5; $7.39 \pm .22$ e $7.47 \pm .25$ valores médios referentes ao pH 5.0) revelaram maior proteção do esmalte. Certamente este efeito decorre das concentrações de fluoreto, 228 ppm F^- e 227 ppm F^- , respectivamente. Similarmente, aos enxaguatórios E_1 e E_2 , o produto E_6 revelou significativo efeito protetor, apesar da relativa homogeneidade das concentrações de fosfato atribuídas a este produto, colocando este colutório, embora mais eficaz em relação àqueles que têm a mesma concentração (226 ppm F^-), inferior àqueles com concentração equivalente a 228 ppm F^- e 227 ppm F^- . Há que se registrar também, que a eficácia do enxaguatório E_4 se manteve próxima à eficácia atribuída aos colutórios E_1 e E_2 , conforme pode ser verificado ao se avaliar as correspondentes taxas de fosfato.

Frente ao desafio desmineralizante imposto pelo pH 4.5, condição considerada estereotipada para o meio bucal, as concentrações do fosfato relacionadas ao esmalte dentário influenciado pelos enxaguatórios fluoretados testados, revelaram o mesmo perfil. A validade de se determinar as taxas de fosfato liberado em decorrência da ação deste nível de pH se deveu à opção metodológica de se avaliar o grau de eficácia do fluoreto presente nestes colutórios, até mesmo em condições de pH extremamente adversas.

Portanto, pode-se estender aos enxaguatórios à base de fluoreto de sódio avaliados no presente estudo, o entendimento de Marks e colaboradores (1994), de Stephen e

colaboradores. (1994), e de Bowen (1995), registrado em seus trabalhos com dentifrícios, que concluem por atribuírem a estes veículos com fluoreto de sódio, quando adequadamente formulados, maior efetividade frente àqueles em que está presente o monofluorofosfato de sódio na mesma concentração, considerada esta diferença, quanto ao efeito, clinicamente relevante. Estes achados parecem ratificar a eficácia do fluoreto de sódio - NaF, uma vez que todos os enxaguatórios testados neste trabalho encerravam esta forma iônica em suas constituições. Esta afirmação acha-se em acordo com os achados de De Paola (1993), Morganstein (1994), Faller e colaboradores (1997), e Duckworth e Lynch (1998).

A aplicação do fluoreto de sódio, veiculado sob a forma de colutório, em concentração adequada, é um eficaz recurso remineralizante do esmalte dentário. Este foi o referencial que orientou o presente trabalho realizado *in vitro*, e que buscou, mediante a determinação das taxas de fosfato liberado do esmalte submetido à influência de diferentes níveis de pH, avaliar, indiretamente, o grau de remineralização produzido por este íon. Os resultados obtidos estão em consonância com as conclusões dos estudos realizados por Medeiros e Souza (1994).

Os enxaguatórios industrializados avaliados revelaram um satisfatório controle de qualidade. Esta afirmação está fundamentada na proximidade quantitativa encontrada entre as taxas de fosfato - íon representativo do grau de proteção do esmalte dentário pelo fluoreto - ainda que diferentes do ponto de vista estatístico. Muito embora sejam distintos, estatisticamente, os valores obtidos, não implicam em maior comprometimento da qualidade destes colutórios. Necessário se faz ressaltar apenas, as taxas do fosfato atribuído à influência do enxaguatório E_6 sobre o esmalte dentário submetido à ação dos níveis de pH 6.0 e 5.0. A partir do exame das taxas de fosfato correspondentes aos enxaguatórios testados, os valores atribuídos ao colutório E_6 nos níveis de pH 6.0 e 5.0, não guardam proporções tão uniformes quanto se constata em relação aos demais. Este fato ocorreu, provavelmente, devido a uma relativa homogeneização da solução fluoretada, por ocasião das experimentações laboratoriais.

Por fim, a importância dada à concentração dos enxaguatórios estudados no presente trabalho resultou em dados que estão em harmonia com as conclusões resultantes dos achados de Menaker (1980), Duckworth e Stewart (1994), Thylstrup e Fejerskov (1995), Marinelli e colaboradores (1997), Burt (1998), e Rodrigues e colaboradores (2002). Entretanto, em virtude de importantes estudos que apresentam controvérsias, mas que devem ser considerados; de diferentes desenhos de protocolos experimentais executados em diversos trabalhos realizados *in vivo*, *in vitro*, *ex vivo* e *in situ*; da importância de se fazer o controle de qualidade periódico dos enxaguatórios, quer de procedência industrial ou de farmácias de manipulação, visando a orientação da sociedade; da possibilidade de fluorose decorrente do uso simultâneo de diferentes veículos fluoretados e, mais recentemente, da incidência de cárie oculta, são as razões que justificam a sugestão de se dar continuidade às observações clínicas e aos estudos laboratoriais que envolvem o uso dos enxaguatórios fluoretados.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos e discutidos no presente estudo realizado *in vitro*, pode-

se concluir que: 1. é marcante a ação protetora do íon fluoreto presente nos seis (6) enxaguatórios avaliados, sobre o esmalte dentário humano, principalmente, ao se submeter esta estrutura biológica ao desafio imposto pelos níveis críticos de pH; 2. os enxaguatórios contendo concentrações de 228 ppm F⁻ e 227 ppm F⁻ (E₁ e E₂) apresentam eficácia protetora do esmalte dentário humano superior àqueles com concentração de 226 ppm F⁻ (E₃, E₄, E₅ e E₆); 3. embora os enxaguatórios contendo concentração de 226 ppm F⁻ tenham menor eficácia protetora, certamente, esta redução não compromete a qualidade terapêutica destes produtos, desde que estes suplementos, habitualmente, são administrados, simultaneamente, com outros veículos fluoretados; 4. necessário se faz, a realização periódica do controle de qualidade de amostras de diferentes lotes de enxaguatórios fluoretados, industrializados ou preparados em farmácias de manipulação, tendo em vista a importância de se assegurar a eficácia protetora do íon fluoreto e evitar que sua ação benéfica não se constitua num elemento capaz de contribuir para a indução de fluorose.

The enamel protection fluoride ion in mouthrinses: study in vitro

Abstract

The fluoride ion administer em humans through different whicles, is one chemical element that to be incorporate in cristal net of enamel, begining essencial of dental health. This question is found at possibility this drug, especially, sodium fluoride – NaF, to step breaking this biologic structure, reducing this mineral's lost satisfactory and, contribute to prevent and control the dental carie. While preventive resource, the fluoride is one pharmaco alternative realized in programs of public health, account his effective significant and the cost low. Directing subsidy in the literatury who attend of sodium fluoride – NaF effective, through mouthwashes, this study had for objective determindes, in vitro, the enamel protection fluoride ion in six mouthrinses, utilize how therapeutic resource fluoride application, of concentration low and frequent use, after experience exhibition in pH 6.8, 6.5, 6.0, 5.0 e 4.5 values. The rates of enamel phosphate liberate previously treaty, express en mg/dL/20 min, were determined through of espectrophotometric technique, on changed Gomori and Baginsk method (React Doles and Lab Equipment Ltda). The answers found developed the fluoride protective power in six estimated mouthrinses. The industrial objects Fluoride Herbal Smile Bucal Fresh (E1) and Fluoride Bucal Plax Mouthrinses (E2), present best answers, whose apology is in concentration of present fluoride ion, otherwise: 228 ppm F⁻ and 227 ppm F⁻, respectively. The others

mouthwashes with concentration of 226 ppm F-, present the same protective power, although present significant differences in comparison the products E1 and E2. This find supposed, probably, to fluoride lower concentration. In front of challenge of dismineralization critical pH – 5.5, the Oral-B Fluoride Bucal Mouthrinses (E6 = 226 ppm F-) had the performance nearer the mouthwashes E1 and E2, although present trajectory less homogeny in front of others levels pH. It is possible, after this results, affirm that the proved mouthrinses had industrial quality control appropriate.

Keywords: Fluoride mouthrinse. Dental carie. Prevention. Phosphate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, D. M *et al.* The relative efficacy of 0,1% and 0,2% delmopinol mouthrinses in inhibiting the development of supragingival dental plaque and gingives in man. **J. Periodontol.**, v.65, n.5, p. 437-441, 1994.
- ARCIERI, R. M. *et al.* Redução da cárie dentária após dois anos da associação de bochechos e aplicações tópicas com flúor. **Rev. Cent. Cienc. Biomed. Univ. Fed. Uberlândia**; v.4, n.1, p.58-65, dez, 1988.
- ARCIERI, R. M. *et al.* Incidência de cárie dentária após aplicações tópicas de flúor fosfato acidulado ou não de bochechos fluoretados: estudo comparativo. **Rev. Cent. Cienc. Biomed. Univ. Fed. Uberlândia**; v.1, n.1, p.43-49, dez, 1985.
- ARAÚJO, R. P. C. **Interferência do íon fluoreto na solubilidade do esmalte dentário humano: I – Ação de dentifrícios e enxaguatórios.** 1996. 143p. : il. Tese (Livro Docência em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro.
- BASTOS, J. R. de M.; LOPES, E. S. Bochechos com fluoretos: efeito anticariogênico de bochechos semanais com soluções de fluoreto de sódio ou monofluorofosfato de sódio, após 32 meses em escolares de 9-12 anos de idade. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v.43, n.1, p.34-36, jan-fev, 1989.
- BASTOS, J. R. de M.; VIEGAS, A. R.; LOPES, E. S. Soluções de fluoreto de sódio a 0,2 por cento, monofluorofosfato de sódio a 0,7 por cento e monofluorofosfato a 0,7 por cento, em álcool a 4 por cento, em bochechos semanais, na prevenção da cárie dentária: resultados de 20 meses. **Rev. Assoc. Paul.Cir. Dent.**, v.40, n.6, p.443-445, nov-dez, 1986.
- BASTOS, L. F. *et al.* Análise da concentração de fluoreto presente em enxaguatórios bucais confeccionados em farmácias de manipulação. **UFES Rev. Odontol.**, v.5, n.2, p.6-10, maio, 2003.
- BJARNASON, S. High Caries Levels: Problems still to be tackled. **Acta Odontol Scand**, v. 56, n. 3, p. 176-178, June, 1998.
- BOWEN, W. H. The role of fluoride toothpastes in prevention of dental caries. **J. Royal Soc. Med.**, v. 88, p. 505-507, 1995.
- BURT, B. A. Prevention policies in the light of the changed distribution of dental caries. **Acta Odontol Scand**, v.56, n. 3, p. 180-186, June, 1998.
- CARVALHO, A. S. *et al.* J. A. Avaliação de dentifrícios fluoretadaos. **RGO**, v. 44, n. 1, p. 17-21, jan./fev., 1996.
- CHADWICK, S. M.; GORDON, P. H. An investigation to estimate the fluoride uptake adjacent to fluoride releasing bonding agent. **Br. J. Orthod.**, v. 22, n. 2, p. 113-122, 1995.
- CHOW, I. C.; TAKAGI, S. Deposition of fluoride on tooth surfaces by a two-solution mouthrinse in vitro. **Caries Res**, v. 25, p. 397-401, 1991.
- CHRISTOFFERSEN, J. *et al.* Formation of phosphate containing calcium fluoride at the expense of enamel, hydroxyapatite and fluorapatite. **Caries Res.**, v. 29, n. 3, p. 223-230, 1995.

- CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. New York. John Wiley & Sons. 1971.
- CURY, J. A. Uso do flúor. In: Baratieri, L. N. **Dentística: procedimentos preventivos e restauradores**. 2. ed. São Paulo: Santos, 1989. p.43-67. il.
- CRUZ, R., RÖLLA, G., ÖGAARD, B. Alkali soluble fluoride disposition on human enamel exposed to monofluorophosphate containing toothpastes in vitro. **Acta Odontol. Scand.**, v. 52, n 2, p. 72-76, 1994.
- CUTRESS, T. W. *et al.* Effects of fluoride-supplemented sucrose on experimental dental caries and dental plaque pH. **Adv. Dent. Res.**, v. 9, n. 1, p. 14-20, 1995.
- De PAOLA, P. F. Clinical studies on MFP/calcium containing abrasive. **Int. Dent. J.**, v. 43, n. 1, suppl. 1, p. 89-96, 1993.
- DUCKWORTH, R. M.; LYNCH, R. J. M. Fluoride uptake to demineralized enamel: a comparison of sampling techniques. **Caries Res.**, v. 32, n. 6, p. 417-421, Nov./Dec., 1998.
- DUCKWORTH, R. M.; STEWART, D. Effect of mouthwashes of variable NaF concentration but constant NaF on oral fluoride retention. **Caries Res.**, v. 28, p. 43-47, 1994.
- ERIKSEN, H. M. Has caries merely been postponed? **Acta Odontol Scand**, v. 56, n. 3, p. 173-175, June, 1998.
- FALLER, R. V. *et al.* The comparative anticaries efficacy of Crest toothpaste relative to some marketed chinese toothpastes-results of in vitro pH cycling testing. **Int. Dent. J.**, v. 47, p. 313-320, Dec. 1997.
- FISCHER, C.; LUSSI, A.; HOTZ, P. The cariostatic mechanisms of action of fluorides: a review. **Schweiz Monatsschr Zahnmed**, v. 105, n. 3, p. 313-317, 1995.
- FRANCO, E. M.; CURY, J. A. Effect of play brushing rinse on enamel fluoride deposition. **An. J. Dent.**, v. 7, n. 2, p. 119-121, 1994.
- FURUICHI, Y.; BIRKHED, D. Retention of fluoride/triclosan in plaque following different modes of administration. **J. Clin. Periodontol.**, v. 26, p.14-18, 1999.
- GIERTSEN, E.; SCHEIE, A. A. Effects of chlorhexidine fluoride mouthrinses on viability, acidogenic potential, and glycolytic profile of established dental plaque. **Caries Res.**, v. 29, n. 3, p.181-187, 1995.
- GOMES, E. L. *et al.* **Atuação de três colutórios na condição de higiene e saúde bucal: estudo comparativo**. 2004. Disponível em: <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp> Acesso em 10 ago 2004.
- HUNTER, I. *et al.* A study of pre-brushing mouthrinse as an adjunct to oral hygiene. **J. Periodontol.**, v. 65, n. 8, p. 762-765, 1994.
- IMFELD, T. *et al.* Fluoride gels-local application with a tray or a toothbrush. **Schweiz Monatsschr Zahnmed**, v. 103, n. 11, p. 1401-1406, 1993.
- IWAKURA, M. L. H.; MORITA, M. C. Prevenção de cárie dentária por bochechos com flúor em município com água fluoretada. **Rev. Panam. Salud Publica**, v.15, n.4: 25661, APR, 2004.
- JARDIM, P. dos S.; JARDIM JUNIOR, E. G. Influência da remoção mecânica de placa bacteriana associada ao uso diário de solução fluoretada sobre os níveis salivares de Streptococcus do grupo mutans. **RGO**, v.46, n.2, p.79-84, abr-jun, 1998
- JENKINS, G. N. **The physiology and biochemistry of the mouth**. 4ed. London: Blackwell, 1978. 599p. il.
- JENKINS, S.; ADDY, M.; NEWCOMBE, R. G. Evaluation of mouthrinse containing chlorhexidine and fluoride as an adjunct to oral hygiene. **J. Clin. Periodontol.**,v. 20, n.1, p. 20-25, 1993.
- JENKINS, S.; ADDY, M.; NEWCOMBE, R. G. A comparison of cetylpyridinium chloride, triclosan and chlorhexidine mouthrinse formulations for effects on plaque regrowth. **J. Clin. Periodontol.**, v. 21, n.6, p. 441-444, 1994.
- JOYSTON-BECHAL, S. *et al.* Caries incidence mutans streptococci and lactobacilli in irradiated patients during a 12 month preventive programme using chlorhexidine and fluoride. **Caries Res.**, v. 26, p. 384-396, 1992.

- JOYSTON-BECHAL, S.; HERNAMAN, N. The effect of mouthrinse containing chlorhexidine and fluoride on plaque and gingival bleeding. *J. Clin. Periodontol.*, v. 20, p. 49-53, 1993.
- JOYSTON-BECHAL, S.; KIDD, E. A. M. Update on the appropriate user of fluoride. *Dent. Update*, v. 21, n. 7, p. 366-371, Nov., 1994.
- KAMBARA, M.; NORDE, W. Influence of fluoride applications on some physicochemical surface properties of synthetic hydroxyapatite and human dental enamel and its consequences for protein adsorption. *Caries Res.*, v. 29, n.3, p. 210-217, 1995.
- KINGMAN, A. Methods of projecting long term relative efficacy of products exhibiting small short-term efficacy. *Caries Res.*, v. 27, n.4, p. 322-327, 1993.
- KOBAYASHI, S. *et al.* The status of fluoride mouthrinse programmes in Japan: a national survey. *Int. Dent. J.*, v.44, n.6, p. 641-647, 1994.
- KÖNIG, K. G. Implications of Changes in Caries Prevalence on Research. *Int. Dent. J.*, v. 44, n. 4, p. 451-456, Aug., 1994.
- KUROIWA, M.; KODAKA, T.; KUROIWA, M. Microstructural changes of human enamel surfaces by brushing with and without dentifrice containing abrasive. *Caries Res.*, v. 27, n.1, p. 1-8, 1993.
- LEVY, S. M. *et al.* Patterns of fluoride dentifrice use among infants. *Pediatric Dentistry*, v. 19, n. 1, p. 50-55, 1997.
- LUOMA, H. *et al.* Enamel dissolution in relation to fluoride concentrations in the fluid of dental plaque-like layers of pre-cultured streptococcus sobrinus. *Arch. Oral Biol.*, v. 39, n.3, p. 177-184, 1994.
- MANDARINO, F. *et al.* Estudo da efetividade de diferentes métodos preventivos em pacientes de alto risco à cárie. 2002. Disponível em: <http://www.odontologia.com.br/artigos.asp> Acesso em 10 ago 2004.
- MARINELLI, C. B. *et al.* An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. *Caries Res*, v. 31, n. 6, p. 418-422, Dec., 1997.
- MARKS, R. G. *et al.* Results from a three-years caries clinical trial comparing NaF and SMFP fluoride formulations. *Int. Dent. J.*, v. 44, n.3 (suppl.1), p. 275-285, 1994.
- MEDEIROS, U. A Verdade sobre o flúor. Disponível em: <http://www.odontologia.com.br/artigos/fluor.html> Acesso em : 28 ago. 2000.
- MEDEIROS, U. V. de; SOUZA, M. I. C. de. Avaliação clínica do tratamento remineralizador de lesões iniciais de cárie coadjuvado por métodos de auto-aplicação de flúor. *Rev. Bras. Odontol.*, v.51, n.6, p.19-24, nov-dez, 1994.
- MENAKER, L. *Cáries dentárias: bases biológicas.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1980. 461p. il.
- MENDIETA, C. *et al.* Comparison of 2 chlorhexidine mouthwashes on plaque regrowth in vivo and dietary staining in vitro. *J. Clin. Periodontol.*, v. 21, n.4, p. 296-300, 1994.
- MORGANSTEIN, S. I. Clinical Results: implications for prevention and treatment in general dental practice. *Int. Dent. J.*, v. 44, n. 3, p. 297-299, June, 1994.
- OULIS, C. J.; RAADAL, M.; MARTENS, L. Guidelines on the use of fluoride in children: an EAPD policy document. *European Journal of Pediatric Dentistry*, v. 1, Mar., 2000.
- OWENS, J. *et al.* A short-term clinical study design to investigate the chemical plaque inhibitory properties of mouthrinses when used as adjuncts to toothpastes: applied to chlorhexidine. *J Clin Periodontol*, v. 24, p. 732-737, 1997.
- PAGE, D. J. A study of the effect of fluoride delivered from solution and dentifrices on enamel demineralization. *Caries Res*, v. 25, n. 4, p. 251-255, July/Aug., 1991.
- PEARCE, E. I. F.; NELSON, D. G. A. In vivo comparison of caries inhibition by a plaque mineral enriching mouthrinse and fluoride dentifrice. *Caries Res.*, v. 22, p. 362-370, 1988
- RAMOS, S. B. Efeito de bochechos fluoretados (NaF – 0,2 por cento) e da aplicação de verniz

- com flúor (NaF – 5 por cento), na prevenção da cárie dentária: estudo comparativo em escolares da região norte da cidade de São Paulo, 1992-1993. 1995. 97 f. Tese (Mestrado)-Pós-Graduação, Departamento de Prática de Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- RIBAS, T. R. C. *et al.* Avaliação da fluorose dentária em escolares do Colégio São Vicente de Paulo, situado na Zona leste do município de São Paulo. *Rev. Odontol. Univ. Santo Amaro*, v.4, n.2, p.62-62, jul-dez, 1999.
- RODRIGUES, L. K. A. *et al.* Análise de flúor em enxaguatórios bucais encontrados no comércio brasileiro e o uso de eletrodo específico. *Rev. Pós. Grad.*, v.9, n.2, p.142-148, abr-jun, 2002.
- SANTOS, C. F.; TARZIA, O. Considerações a respeito do pH das soluções fluoretadas utilizadas para bochechos em escolas. *Rev. Fac. Odontol. Bauru*, v. 6, n. 1, p. 71-77, jan-mar, 1998.
- 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. de Odonto.*, v.46, n. 1, p. 18-23, 1989.
- SHELLIS, R. P.; DUCKWORTH, R. M. Studies on the cariostatic mechanisms of fluoride. *Int. Dent. J.*, v.44, n. 3, (suppl.1), p. 263-273, 1994.
- SJÖGREN, K.; EKSTRAND, J.; BIRKHED, D. Efeito do bochecho após escovação sobre flúor ingerido e absorvido. *Caries Res.*, v.28, p.455-459, 1994.
- SLAVKIN, H. C. Biofilms, microbial ecology and Antoni Van Leeuwenhoek. *JADA*, v. 128, n. 4, p. 492-495, Apr., 1997.
- SÖNJI CLASEN, A. B. *et al.* Caries development in fluoridated and non-fluoridated deciduous and permanent in situ examined by microradiography and confocal laser scanning microscopy. *Adv. Dent. Res.*, v.11, n.4, p.442-447, Nov., 1997.
- SOUSA, M. da L. R.; ANDO, T.; FRIGGI, M. N. P. Medidas preventivas para o grupo de alto risco à cárie. *Odontol. USF*, v.16, p.63-67, jan-dez, 1998.
- STEPHEN, K. W. *et al.* The effect of NaF and SMFP toothpastes on three-years caries increments in adolescents. *Int. Dent. J.*, v.44, n.3 (suppl.1), p.287-295, 1994.
- STERRIT, G. R., FREW, R. A., ROZIER, R. G. Evaluation of guamanian dental caries preventive programs after 13 years. *J. Public Health Dent.*, v. 54, n. 3, p. 153-159, 1994.
- TASTALDI, H. *Práticas de química biológicas*. São Paulo: Grêmio Politécnico, USP, 1963. 217p.
- Ten CATE, J. M.; MARSH, P. D. Procedures for establishing efficacy of antimicrobial agents for chemotherapeutic caries prevention. *J. Dent. Res.*, v. 73, n. 3, p. 695-703, 1994.
- THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia Clínica*. 2. ed. São Paulo: Santos, 1995. 421p. il.
- ULLSFOSS, B. N. *et al.* Effect of a combined chlorhexidine and NaF mouthrinse: na *in vivo* human caries model study. *Scand. J. Dent. Res.*, v.102, p.109-112, 1994.
- WAJM, E. LAGRECA *et al.* Flúor e sua atuação sobre os pacientes especiais. *JBP*, v. 2, n. 5, p. 9-13, 1999.
- WALLACE, M. C.; RETIEF, D. H.; BRADLEY, E. L. The 48-month increment of root caries in a urban population of older adults participating in a preventive dental program. *J. Public Health Dent.*, v. 53, n. 3, p. 133-137, 1993.
- WILTSHIRE, W. A.; Van RENSBURG, S. D. J. Fluoride release from four visible light-cured orthodontic adhesive resins. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 108, n. 3, p. 278-283, 1995.

Recebido em / Received: 17/11/2004
 Aceito em / Accepted: 12/01/2005