



Análise quantitativa de fluoretos nos alginatos para uso odontológico

Braga, A.S.¹; Catirse, A.B.C.E.B.^{1*}; Vaz, L.G.²; Polizello, A.C.M.³; Spadaro, A.C.C.³

¹Departamento de Materiais e Próteses, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil

²Departamento de Materiais Dentários e Prótese, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Araraquara, SP, Brasil

³Departamento de Física e Química, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil

Recebido 04/08/05 / Aceito 10/03/06

RESUMO

Este trabalho teve como proposta analisar quantitativamente o conteúdo de fluoretos nos alginatos para uso odontológico e a liberação de fluoretos de moldes desses alginatos em água milliQ, saliva artificial e ácido clorídrico 0,1 mol/l. Foram investigadas sete marcas de alginatos disponíveis comercialmente no Brasil, sendo analisados dois lotes de cada material. As concentrações de fluoretos nas diferentes amostras foram determinadas por potenciometria direta, utilizando o eletrodo seletivo combinado de fluoreto. Os materiais que apresentaram maiores concentrações médias de fluoreto total foram Hydrogum (7052,87µg/g), Jeltrate Plus (6519,68µg/g) e Orthoprint (6218,18µg/g). Apenas os materiais das marcas Hydrogum e Jeltrate apresentaram diferenças nas concentrações de fluoretos entre os lotes um e dois. Os materiais apresentaram diferenças na liberação de fluoretos dos moldes, cujas maiores concentrações médias foram liberadas pelas marcas Hydrogum e Orthoprint. O meio influenciou na liberação de fluoreto, sendo que na saliva foi menor que na água e nesta foi inferior ao ácido. Os moldes dos materiais que mais liberaram fluoretos nos três meios (saliva, água e ácido) foram os do Hydrogum e Orthoprint. Considerando que as concentrações de fluoretos encontradas nos alginatos são altas e que existem diferentes fontes de exposição aos fluoretos, há necessidade de constante monitoramento dos alginatos para uso odontológico.

Palavras chaves: Fluoretos, alginato, intoxicação, hidrocolóide irreversível, material dentário.

INTRODUÇÃO

O alginato ou hidrocolóide irreversível é um dos materiais de moldagem mais aceitos e utilizados na Odontologia. Os fabricantes produzem o pó de alginato contendo vários componentes, com diferentes finalidades, assim, a terra diatomácea e o óxido de zinco atuam como carga, influenciando as propriedades físicas e o tempo de presa do gel e o sulfato de cálcio é empregado como ativador da reação. Os fluoretos, como fluoreto de titânio, são

acrescentados à fórmula como aceleradores de presa e ainda asseguram que a superfície do gesso quando vazado sobre o molde tenha dureza e densidade adequadas (Anusavice, 1998).

O flúor é um dos oligoelementos mais conhecidos pelo importante papel que desempenha na prevenção e controle da cárie. No entanto, a ingestão acima da dose recomendada ao dia (0,05 a 0,07ppm de F) pode causar intoxicação. Os principais problemas de intoxicação crônica pelos fluoretos são a fluorose dentária e a osteosclerose (Park et al., 1995; Whitford, 1997).

Os pacientes podem ser expostos aos fluoretos dos alginatos por meio da moldagem e pela ingestão acidental de pedaços do material. Nesse procedimento o material pode permanecer até cinco minutos na cavidade bucal para que ocorra sua completa geleificação.

Hattab & Frostell (1978) observaram que dentes expostos ao gel de alginato apresentaram aumento significativo na concentração de fluoretos na camada mais superficial do esmalte. Verificaram também que a transferência de fluoretos para a saliva e para o sangue foi evidente após a moldagem, cujos resultados foram comparáveis àqueles encontrados após a administração de doses de três e seis miligramas de fluoretos como dose oral única, como relatado por Ekstrand et al. (1977).

Whitford et al. (1979) relataram que após a moldagem com alginato, concentrações plasmáticas e a excreção urinária de fluoretos aumentaram. A média dos níveis de fluoretos na saliva total em 15 minutos foi acima de 100 vezes a média da concentração controle. Quando pequena quantidade de alginato foi deliberadamente ingerida, os níveis de fluoretos no plasma e a velocidade de excreção urinária aumentaram rapidamente.

Cirurgiões-dentistas e auxiliares podem sujeitar-se a uma alta exposição a esse pó, já que é recomendado pelo fabricante que o material seja agitado no recipiente antes de ser utilizado e quando o mesmo é aberto, o pó escapa para o meio ambiente, possibilitando a sua inalação.

Verificou-se que as partículas de sílica coletadas 30 cm acima do recipiente do alginato apresentavam 10 a 15 por cento de fibras com menos de três micrometros de diâmetro e mais de 20mm de comprimento. Essas dimensões são comparáveis àquelas partículas fibrinogênicas e carcinogênicas do asbesto e do óxido de alumínio (Skinner & Phillips, 1960),

*Autor Correspondente: Profa. Dra. Alma B. C. Elizaur B. Catirse - Departamento de Materiais Dentários e Prótese - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP - Avenida do Café, s/n - 14040-904 - Ribeirão Preto, SP - Brasil - e-mail: alma@forp.usp.br - Fone: (16) 3602-4044

cujo potencial carcinogênico depende mais do diâmetro aerodinâmico médio da massa (Salgado, 2003) que da sua composição física e química (Skinner & Phillips, 1960).

A habilidade das máscaras faciais em reduzir o pó respirável, com partículas de tamanho menor que cinco micrometros parece duvidoso. Partículas grandes são retidas pelas máscaras, entretanto, partículas respiráveis com diâmetros menores que cinco micrometros atravessam-na. A deposição de partículas nos compartimentos alveolares aumenta com a diminuição do tamanho destas partículas (Brune & Beltesbrekke, 1978).

A deposição de partículas inaladas no trato respiratório maiores que 10 µm ocorre preferencialmente na parte extratoráxica (acima da laringe), e as partículas de cinco a 10µm de diâmetro aerodinâmico são depositadas nas grandes vias condutoras de ar. Partículas entre dois e meio e cinco micrometros são depositadas nas vias condutoras de ar, nas proximidades dos bronquíolos durante a respiração nasal normal (Canner & Bakke, 1980 apud Salgado, 2003).

Torna-se importante ressaltar, ainda, que a formulação de um produto pode ser variável para se adequar ao mercado nacional e no Brasil não existe um sistema fiscalizador e normatizador, que garanta a segurança dos alginatos, tanto para os profissionais da área odontológica quanto para pacientes.

Por isso, é relevante a realização de estudos que avaliem o conteúdo de fluoretos nos alginatos que estão disponíveis para uso odontológico em nosso país, levando-se ainda em consideração a falta de pesquisas atuais que abordem esse tema.

O objetivo do presente trabalho é analisar quantitativamente a conteúdo de fluoretos de alginatos e a concentração de fluoretos liberada nos moldes de alginatos imersos em água, ácido clorídrico e saliva artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem

Foram utilizadas sete marcas de alginatos disponíveis comercialmente no Brasil, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Marcas comerciais de alginatos de acordo com o número de lote e fabricante.

Marcas Comerciais	Lote 1/N1	Lote2/N2
Avagel*	58939	68505
Deguprint*	041100	-----
Hydrogum**	A 043B	1168 B
Orthoprint**	A 034B	A 1320 B
Avagel*	58939	68505
Jeltrate*	58880	68080
Jeltrate Plus*	68560	67454
Jeltrate Chromatic*	811	4206

* Dentsply Indústria e Comércio Ltda- Brazil.

** Zhermack S. p. A. – Itália

Foram analisados dois lotes distintos de cada marca comercial, exceto a marca Deguprint, da qual foi analisado apenas um lote, pois o material deixou de ser comercializado durante o período da realização da pesquisa.

Metodologia

Concentração de fluoreto: A determinação da concentração de fluoreto nos alginatos foi realizada no Laboratório de Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, USP, pelo método do eletrodo seletivo de fluoreto (Frant & Ross Jr, 1967). O método baseia-se na medida de diferença de potencial do eletrodo em contato com a amostra. As determinações de fluoreto nas diferentes amostras foram realizadas por potenciometria direta, utilizando o eletrodo seletivo de fluoreto (Orion, modelo 96 – 09) usando como ajuste de força-iônica e de pH, o tampão citrato 0,5 mol/l, pH 5,5, na proporção de 1:1 amostra/tampão (Spadaro, 1986). A concentração de fluoreto nas amostras (x), foi determinada pelo valor do respectivo potencial obtido (y) e empregando a equação da reta $y = b + a \log x$, obtida por regressão linear de leituras em triplicatas de soluções diluídas convenientemente, a partir de uma solução padrão de fluoreto, sendo **a**, o coeficiente angular da reta e **b**, o coeficiente linear.

A curva de calibração foi obtida a partir de leituras de diferença de potencial (mV) de soluções padrões de fluoreto de sódio com concentrações que variavam de 1 e 100µg/g.

Liberação de fluoreto dos alginatos: Para a determinação da liberação do fluoreto dos alginatos foram tomados quatro gramas da amostra e acrescentados 100ml de água milliQ. Após geleificação, a solução foi processada em liquidificador por três minutos e foi completado o volume para 250ml com água milliQ. A solução foi homogeneizada e centrifugada durante 10 minutos (4000g), e logo após, foram pipetados 0,5ml desta solução mais 0,5ml de tampão citrato 0,5mol/l, pH 5,5.

A amostra foi homogeneizada novamente e foi efetuada a leitura em mV, em potenciômetro equipado com eletrodo para fluoreto. A seguir, a concentração foi calculada a partir da equação da reta.

Liberação de fluoreto dos moldes de alginato:

Obtenção dos moldes de alginatos - Os moldes foram obtidos por meio de uma matriz de acrílico em forma de anel com 2,6cm de diâmetro, a qual foi colocada sobre uma placa de vidro. Sob essa matriz foi colocado um tecido de cerca de 3,5cm² em forma de rede, para dar sustentação ao material e para levá-lo da placa de vidro até o béquer com a solução a testar. A seguir, colocou-se 2,25g de alginato (pó) em um grau de borracha e acrescentou-se 4,5ml de água destilada, manipulando-se por um minuto, de acordo com a especificação do fabricante. A mistura obtida foi imediatamente levada à matriz, que foi imersa em diferentes meios: saliva artificial, água e ácido clorídrico.

Liberação dos fluoretos dos moldes de alginatos em diferentes meios:

Liberação em saliva artificial - A amostra foi colocada, antes da geleificação em um béquer de 50ml contendo 10ml de saliva artificial e deixada em banho Maria por 10 minutos a 37°C. A seguir foram pipetados 0,5ml desta solução mais 0,5ml de tampão citrato 0,5mol/l, pH 5,5. Após a homogeneização foi efetuada a predita, em potenciômetro equipado com eletrodo para fluoreto. A concentração foi calculada a partir da equação da reta. Esse meio permitiu simular a liberação de fluoreto dos moldes na cavidade bucal durante o ato da moldagem.

Liberação em ácido - Para a liberação do fluoreto dos moldes em ácido, a amostra, antes da geleificação foi levada a um béquer de 50ml contendo 10ml de ácido clorídrico 0,1N, seguindo o mesmo procedimento descrito para a liberação em saliva artificial. Esse meio permitiu analisar a liberação de fluoreto em ácido clorídrico, na mesma concentração deste no estômago, pois pedaços de alginatos podem ser deglutidos acidentalmente durante a moldagem.

Liberação em água - Para a liberação do fluoreto dos moldes em água, a amostra, antes da geleificação foi levada a um béquer de 50ml contendo 10ml de água milliQ, da mesma maneira descrita para a liberação em saliva artificial e ácido. Esse meio foi usado como controle para verificar se a maior viscosidade da saliva quando comparada com o ácido clorídrico poderia influenciar na liberação de fluoreto.

Os corpos de prova foram imersos em cada meio durante 10 minutos. Embora os alginatos de presa rápida (Tipo I) estejam “cl clinicamente geleificados” em um a dois minutos e de presa normal (Tipo I), em dois e meio a quatro minutos (Anusavice, 1998), é recomendado que o material permaneça na boca durante a moldagem por mais um minuto ou dois após essa geleificação (Walter, 1971). Conforme Anderson (1960) apud Walter (1971), 10 minutos após a geleificação ainda podem ocorrer alterações nas propriedades do alginato.

Recuperação de fluoretos da amostra: A recuperação de fluoretos das amostras foi realizada por três métodos de preparação das amostras:

Em uma massa de 2g de alginato acrescentou-se 100ml de água milliQ. Após a polimerização, a solução foi processada em liquidificador durante três minutos e foi completado o volume de 250ml com água milliQ. A solução foi homogeneizada e em seguida centrifugada a 4000g durante 10 minutos e logo após, foram pipetados 0,5ml desta solução mais 0,5ml de tampão citrato 0,5mol/l pH 5,5. A solução foi homogeneizada novamente e foi efetuada a medida em eletrodo para fluoreto. A seguir, a concentração foi calculada a partir da equação da reta.

Em uma massa de 2g de alginato acrescentou-se à amostra, 100ml de água milliQ e 0,45g de NaF seguindo o mesmo procedimento do item A.

Em uma massa de 0,45g de NaF e acrescentou-se 100ml de água milliQ seguindo o mesmo procedimento do item A.

RESULTADOS

Liberação do fluoreto dos alginatos

A análise estatística foi utilizada utilizando o Software GMC (2001), versão 8.1, elaborado pelo Prof. Dr. Geraldo Maia Campos do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP.

Os dados da liberação do fluoreto dos alginatos foram submetidos ao teste de normalidade que mostrou que a distribuição do erro amostral foi não normal. Assim, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis, com nível de significância $p \leq 0,01$ Material x Meio. Para estabelecer as diferenças foi aplicado o teste complementar de Tukey (GMC, 2001).

A Tabela 2, mostra as concentrações de fluoretos para os lotes um e dois dos alginatos Avagel, Jeltrate Chromatic, Orthoprint e Jeltrate Plus, respectivamente não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os lotes. Enquanto que as concentrações de fluoretos nos lotes um e dois para as marcas de alginato Jeltrate e Hydrogum, respectivamente foram estatisticamente significante.

Tabela 2 - Médias das concentrações de fluoretos em µg/g de diferentes marcas de alginatos dos lotes 1 e 2.

Marcas comerciais	Lote 1		Lote 2		Significância
	Médias(µg/g) n = 6	DP	Médias(µg/g) n= 6	DP	
Avagel	1507,0	± 15,3	1197,6	±42,4	ns
Hydrogum	6675,5	±438,3	7430,5	±157,7	ns
Orthoprint	6676,7	±438,3	5759,6	±626,6	1%
Jeltrate	3022,0	±60,2	2494,0	±76,4	5%
Jeltrate Plus	6557,7	± 109,7	6481,6	±82,4	ns
Jeltrate Chromatic	2879,4	±67,4	2713,5	±99,0	ns

* significante em nível de á (0, 01) ns = não significante

Liberação de fluoretos dos moldes de alginatos em diferentes meios de imersão

Foi realizada a análise da liberação de fluoretos de moldes de alginatos nos diferentes meios de imersão: água, saliva artificial e ácido. Foi aplicado o teste de normalidade e a distribuição do erro foi não normal. Procedeu-se à transformação dos dados para logaritmo, obtendo-se a distribuição normal. Foi realizada análise de variância na qual observou-se significância ($p < 0,001$) para os fatores Material e Meio, assim como para a interação Material x Meio. Para estabelecer as diferenças foi aplicado o teste complementar de Tukey (GMC, 2001).

Analisando os fatores: Material, Meio de imersão e Interação Material x Meio de imersão obteve-se os resultados apresentados na Tabela 3.

Fator Material - Os materiais em estudo, quando analisados isoladamente, apresentaram diferenças estatisticamente significantes de liberação de fluoretos dos moldes. As marcas Avagel e Jeltrate Plus liberaram fluoretos em quantidades estatisticamente iguais, porém inferiores aos demais materiais analisados. O Jeltrate apresentou valores estatisticamente iguais ao Deguprint e Jeltrate Chromatic. As marcas Hydrogum e Orthoprint apresentaram liberação de fluoretos em concentrações estatisticamente iguais e maiores que os demais alginatos.

Fator Meio de imersão - Analisando a Tabela 3 pode-se observar que o meio influenciou na liberação do fluoreto dos moldes, assim, a liberação de fluoreto na saliva foi estatisticamente menor que na água, e esta, por sua vez, foi inferior ao ácido.

Interação Material x Meio de imersão - Analisando a Tabela 3 verifica-se que há diferenças de comportamento dos alginatos nos diferentes meios de imersão, constatando que a saliva determinou menor liberação de fluoretos que o ácido para a maioria dos alginatos, exceto para o Hydrogum, para o qual a liberação de fluoreto foi igual estatisticamente na água e ácido.

Os materiais Avagel e Jeltrate Plus liberaram menores concentrações de fluoretos que os demais materiais, mas suas médias foram estatisticamente iguais entre si. Já o Orthoprint e o Hydrogum determinaram liberação de

fluoretos estatisticamente iguais e foram os que liberaram maior concentração de fluoretos, ficando em posição intermediária os alginatos das marcas Deguprint, Jeltrate, Jeltrate Chromatic, que por sua vez não apresentaram diferenças de concentrações estatisticamente significantes.

Na saliva o Hydrogum e o Orthoprint mantiveram o mesmo comportamento que na água, ou seja, foram os que liberaram concentrações de fluoretos iguais entre si e maiores que os demais alginatos. Já o Jeltrate Plus liberou menor concentração que o Deguprint e este, por sua vez, menor que o Jeltrate Chromatic. O alginato Avagel demonstrou comportamento igual ao Jeltrate Plus e Deguprint.

Verifica-se que no meio ácido os moldes do material da marca Jeltrate apresentou liberação de fluoretos estatisticamente igual ao Avagel, Deguprint, Jeltrate Plus e Jeltrate Chromatic. Enquanto que os materiais Hydrogum e Orthoprint tiveram uma liberação de fluoretos estatisticamente igual entre si, porém maior que os demais produtos.

Validação da metodologia utilizada na determinação da concentração de fluoreto.

A Tabela 4 apresenta o coeficiente de correlação linear (R), o coeficiente linear (a), o coeficiente angular (b), assim como o limite de quantificação de fluoreto expresso em $\mu\text{g/g}$.

A Tabela 5 expressa a exatidão e a precisão inter e intra-ensaios em porcentagem em diferentes concentrações de fluoretos expressas em μg .

Os resultados dos experimentos da validação da metodologia utilizada na determinação da concentração de fluoreto estão dentro das especificações estabelecidas pela Resolução – RE n. 899, de 29 de maio de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Recuperação do fluoreto da amostra

A Tabela 6 apresenta a concentração em porcentagem de fluoretos recuperados em μg dos alginatos antes e após a adição NaF.

Tabela 3 - Médias da liberação de fluoretos dos moldes de alginatos ($\mu\text{g/g}$) nos diferentes meios.

Marca	Água		Saliva		Ácido		Média Geral
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Avagel	92,6	±14,4	57,0	±3,6	133,2	±31,8	94,3
Deguprint	153,8	±30,7	73,8	±24,4	188,7	±15,5	128,7
Hydrogum	690,0	±64,7	±417,3	±74,6	599,7	±78,2	138,8
Orthoprint	540,1	±38,7	383,2	±52,5	605,2	±112,2	154,2
Jeltrate	170,0	±20,5	99,3	±11,5	193,4	±20,6	177,2
Jeltrate Plus	93,2	±15,8	48,0	±16,3	244,9	±35,4	509,5
Jeltrate Chrom	215,1	±12,8	121,2	±26,3	195,2	±20,7	563,4
Média	278,0		171,4		304,4		

Análise de fluoretos nos alginatos

Tabela 4 - Médias dos coeficientes de correlação linear (R), coeficiente linear (a), coeficiente angular (b) e limite de quantificação de fluoreto (μg).

Linearidade	R			a			b		
	Média	DP	n	Média	DP	n	Média	DP	n
	0,997	0,0021	5	102,768	0,461	5	56,836	0,634	5
Limite de quantificação	0,5 μg de fluoreto								

Tabela 5 - Valores de exatidão e precisão (%) inter e intra-ensaios em diferentes soluções de fluoretos (μg).

Concentração de fluoreto (μg)	Precisão intra-ensaios		Precisão inter-ensaios		Exatidão intra-ensaios		Exatidão inter-ensaios	
	n	CV(%)	n	(CV%)	n	(CV%)	n	(CV%)
1	3	2,52	7	4,45	7	1,05	3	1,02
10	3	2,34	7	3,45	7	0,94	3	0,94
100	3	2,37	7	1,2	7	0,96	3	1,04

Tabela 6 - Concentração em porcentagem de fluoretos recuperados de alginatos após a adição de NaF.

Marcas comerciais	Alginato ($\mu\text{g}/2\text{g}$)	Alginato + NaF* ($\mu\text{g}/2\text{g}$) (encontrado)	Alginato + NaF* ($\mu\text{g}/2\text{g}$) (esperado)	Fluoreto recuperado (%)
Avagel	2856,00	161240,00	205761,00	78,36
Deguprint	1115,00	161240,00	204020,00	79,03
Hydrogum	12590,00	186965,00	215495,00	86,76
Orthoprint	12105,00	186965,00	215010,00	86,95
Jeltrate	4925,00	168430,00	207830,00	81,94
Jeltrate Plus	8855,00	166270,00	211760,00	81,94
Jeltrate Chrom	3205,00	153765,00	206110,00	74,60

* 202905,00 F⁻ (0,450g de NaF)

DISCUSSÃO

No presente estudo, os materiais que apresentaram maiores concentrações médias de fluoreto foram o Hydrogum, Orthoprint e Jeltrate Plus, cujos valores variaram de 7430,50 $\mu\text{g}/\text{g}$ a 5759,62 $\mu\text{g}/\text{g}$ de fluoreto, enquanto que a menor concentração foi apresentada pelo Avagel (1352,31 $\mu\text{g}/\text{g}$). Apenas os materiais das marcas Jeltrate e Hydrogum apresentaram diferença no conteúdo de fluoretos entre os dois lotes estudados. Esses resultados são condizentes com outros estudos, como o de Freitas (1980), que mostrou que as concentrações de fluoretos nos alginatos eram altas e havia uma variabilidade considerável entre os produtos.

Hattab & Frostell (1980) encontraram valores de 9.000 e 15.000 $\mu\text{g}/\text{g}$ de fluoreto, respectivamente, em duas marcas de alginato. Concentrações altas de fluoretos também

foram observadas por outros autores como Le Compte & Whitford (1981), cujos resultados variavam de 8.600 a 30.500 $\mu\text{g}/\text{g}$ de fluoreto (0,86% a 3,05%) no pó seco de alginato. No entanto, após o preparo do alginato para a moldagem, com adição de água, a concentração de fluoretos variou de 2.900 a 10.00 $\mu\text{g}/\text{g}$.

Os fluoretos como o fluorsilicato de sódio (Buchan & Peggie, 1966), o fluoreto de potássio e o fluoreto de titânio são acrescentados à fórmula como aceleradores de presa do gesso, assegurando que a sua superfície tenha dureza e densidade adequadas (Anusavice, 1998). Buchan & Peggie (1966) verificaram que a adição de silicofluoreto de sódio ou de potássio ao pó de alginato fez com que o tempo de geilificação diminuísse, o gel se tornasse mais firme e a deformação permanente, também, diminuísse. Essa diminuição do tempo de geilificação induzida pela quantidade maior de fluoreto pode, talvez, explicar porque

no presente trabalho os alginatos Jeltrate Plus, Hydrogum e Orthoprint, os quais apresentam presa rápida (Tipo1) apresentaram maior concentração desse sal.

O potencial tóxico do fluoreto tem sido muito discutido na literatura. Na toxicidade crônica o fluoreto altera o mecanismo homeostático afetando o metabolismo do cálcio (Das et al., 1994). Foi verificada insuficiência renal crônica em pessoas que ingeriam água mineral (dois a quatro litros/dia) contendo 8,5 ppm de F⁻ durante 20 anos. No entanto, outros estudos epidemiológicos não encontraram doenças renais pela exposição por meio da água de consumo com até oito ppm (Lantz, 1991).

Uma alteração importante causada pela ingestão de elevada e longo prazo de fluoreto é a fluorose dental, pois o fluoreto tem efeito sobre a nucleação dos ameloblastos e sobre o crescimento cristalino em todas as fases de formação do esmalte, além de efeitos sobre a homeostase do cálcio. A ingestão de flúor em doses elevadas pode levar também a fluorose esquelética, pois causa alteração no acréscimo ou absorção do tecido ósseo, afetando o metabolismo mineral ósseo (Chavassieux, 1990; Gupta, 2001).

Conforme Cury apud Baratieri (1989), mesmo dentro do padrão considerado ótimo (0,7 ppm no Brasil) poderá haver fluorose clinicamente aceitável. Para concentrações maiores, agrava-se o problema comprometendo-se cada vez mais a estética e até mesmo a função dos dentes. Em concentrações oito vezes acima do padrão “ótimo”, tem-se do ponto de vista de saúde geral, comprometimento ósseo caracterizando-se radiograficamente por radiopacidade óssea sem qualquer sintoma clínico.

Dentistas e auxiliares podem se expor aos fluoretos pela inalação do pó do alginato durante o preparo do material para a moldagem. Embora Hattab (1981) relatasse concentrações sanguíneas de fluoreto dentro da normalidade (10 a 20mg/ml) em auxiliares odontológicas expostas ao pó de alginato durante um dia de trabalho, Freitas (1980) enfatizou a possibilidade de um efeito perigoso do fluoreto inalado com alginato.

No presente estudo, a liberação de fluoreto foi analisada *in vitro*, em saliva artificial, que buscou simular a composição da saliva humana, em HCl a 0,1 mol/l HCl, na mesma concentração desse ácido no estômago e em água MilliQ. Os moldes dos materiais que mais liberaram fluoretos nos três meios (saliva artificial, água e ácido) foram o Hydrogum e o Orthoprint. Estes materiais, como já discutido anteriormente, são os que apresentaram maiores concentrações de fluoretos. No entanto, o material da marca Jeltrate Plus, embora tenha apresentado concentrações elevadas mostrou menor liberação de fluoretos de seus moldes na saliva artificial e na água, comparando-se às concentrações apresentadas pelos moldes do Avagel.

Os moldes de Jeltrate Plus apresentaram maior liberação de flúor em ácido quando comparado à água, no entanto, os demais materiais apresentaram liberação em ácido comparável à da água, demonstrando assim que,

provavelmente o flúor nesses materiais encontram-se de forma livre. Os moldes de todos os materiais liberaram menos fluoretos em saliva, embora o resultado de uma das marcas comerciais tenha mostrado diferença estatisticamente não significativa. A menor liberação de fluoretos em saliva artificial, talvez, tenha ocorrido devido à viscosidade desse meio e à presença de sais em sua composição. Essa possibilidade ficou demonstrada pela maior liberação de fluoretos em água quando comparada à saliva artificial.

Trabalhos anteriores, no entanto, demonstraram maiores liberações de fluoretos em ácido quando comparados à água (Whitford & Ekstrand, 1980), os quais analisaram *in vitro* a liberação de fluoretos de moldes de alginato, verificando que a liberação em 0,10 N HCl foi aproximadamente dez vezes maior do que em água destilada em todos os tempos estudados. Conforme Hattab (1981) a literatura mostra que depois de 48 horas de difusão foi liberado de moldes de alginatos, 0,50mg de fluoreto na água e 3,3mg em 0,1mol/l HCl. Este autor encontrou uma difusão em ácido duas vezes maior que a relatada por Whitford & Ekstrand (1980).

Os resultados *in vitro* da liberação de fluoretos confirmam pesquisas anteriores (Hattab & Frostell, 1978, Hattab & Frostell, 1980) que parte dos fluoretos existentes nos alginatos pode ser liberado e absorvido pelos fluidos corpóreos. Estudos demonstraram que a ingestão acidental do alginato poderia aumentar significativamente os níveis plasmáticos de fluoretos (Hattab, 1981).

Le Compte & Whitford (1981) concluíram que provavelmente menos que 1mg de fluoreto do alginato de uma série de moldagens estava disponível para a absorção do esmalte ou sistêmica. Esses dados, no entanto, não indicam um pico máximo dos níveis de fluoretos nos fluidos corporais de crianças quando as moldagens são refeitas ou pedaços de alginatos são engolidos (Whitford et al., 1980).

Le Compte & Whitford (1981) recomendaram que especialmente quando crianças forem moldadas com esse material haveria necessidade de cuidados especiais. Após a moldagem é aconselhável jogar água na boca do paciente e pedir para que ele cuspa. A boca deve ser examinada para que se pedaços de material sejam removidos.

A absorção da maior parte dos componentes fluorados solúveis em água é rápida, quase completa e se produz principalmente no estômago, por via passiva ligada ao gradiente de concentração. O fluoreto é transportado pelo sangue, sendo que 75% do fluoreto sanguíneo está presente no plasma e o restante nos eritrócitos. A concentração máxima de fluoretos no plasma sanguíneo, consecutiva à sua ingestão por via oral em jejum, é alcançada dentro de trinta minutos (Ekstrand & Ehrnebo, 1979), sendo a meia vida dos fluoretos no plasma de quatro a 10 horas (Murray, 1992).

Os dados disponíveis na literatura deixam bem claro que a ingestão total diária de fluoretos pelo indivíduo varia de um país a outro. Não há um consenso com respeito da dose inócua de fluoretos, porém foi proposta como ótima

uma ingestão total de 0,05 a 0,07 mg/F/Kg de peso (Farkas & Farkas, 1974), contudo, a dose onde se manifestam os primeiros sintomas tóxicos é apenas 2,5 vezes maior que a dose benéfica (Myers, 1978).

É importante que os fabricantes apresentem de forma impressa nas embalagens dos alginatos, a sua composição bem como a concentração de fluoreto do produto. Dos materiais avaliados, no presente estudo, apenas na marca Jeltrate, constava na embalagem à presença de fluoreto, como o fluortitanato de potássio. No entanto, a sua concentração não estava especificada.

Alguns cuidados devem ser tomados durante a preparação do alginato, como o uso de máscaras, a manutenção do ambiente de trabalho em condições higiênicas de limpeza e com ventilação adequada. É interessante, também, o constante monitoramento da concentração de fluoretos nos alginatos, assim como a análise dos níveis plasmáticos dos profissionais que utilizam tais produtos.

AGRADECIMENTO

À CAPES pela concessão de bolsa à doutoranda Aparecida da Silva Braga.

ABSTRACT

Quantitative analysis of fluorides in alginates for dental use

In this study, the aim was to measure the concentration of fluoride ions in dental alginates and the quantity released from alginate molds immersed in milliQ water, 0.1N hydrochloric acid and artificial saliva. Two separate lots of each of seven brands of alginate commercially available in Brazil were analyzed: Avagel, Deguprint, Hydrogum, Orthoprint, Jeltrate, Jeltrate Plus and Jeltrate Chromatic. Fluoride was measured in each sample by direct potentiometry, using the combined fluoride-ion selective electrode. The brands with the highest fluoride concentrations were Hydrogum (7052.87 µg/g), Jeltrate Plus (6519.68 µg/g) and Orthoprint (6218.18 µg/g). Only in Hydrogum and Jeltrate were different fluoride concentrations found in lots one and two. The various materials showed differences in the amount of fluoride released from the molds into the immersion medium, the mean concentration being highest in Hydrogum and Orthoprint, in all three media. The immersion medium also influenced the release of fluoride, which was lower in saliva than in water and highest in acid. Considering that the concentrations of fluoride found in the alginates tested were high and that various sources of exposure to fluoride exist, there is a need for constant monitoring of alginates intended for dental use.

Keywords: Alginates, intoxication, fluoride, irreversible hydrocolloid, dental material.

REFERÊNCIAS

- Anderson JN. Dent Prog. 1960;1:63. In: Walter JD. An assessment of alginate materials. *Dent Pract* 1971;45(11):377-83.
- Anusavice KJ. *Materiais dentários*. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 412p.
- Brune D, Beltesbrekke H. Levels of airborne particles resulting from handling alginate impression material. *Scand J Dent Res* 1978;86:206-10.
- Buchan S, Peggie RW. Role of ingredients in alginate impression compounds. *J Dent Res* 1966;45(4):1120-9.
- Canner P, Bakke B. Nose or mouth breathing? *Environ Res* 1980;21:394-8. In: Salgado PET. *Informações gerais e ecotoxicológicas de material particulado*. Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2003.155p. (Série Cad. Ref. Ambiental, v.14).
- Chavassieux P. Bone effects of fluoride in animal models in vivo: a review and a recent study. *J Bone Miner Res* 1990;5(Suppl 1):S95-9.
- Cury JA. Uso do flúor. In: Baratieri LN. *Procedimentos preventivos e restauradores*. Rio de Janeiro: Ed. Santos 1989, p.43-67.
- Das TK, Susheela AK, Gupta IP, Dasarathy S, Tandon RK. Toxic effects of chronic fluoride ingestion on the upper gastrointestinal tract. *J Clin Gastroenterol* 1994;18(3):194-9.
- Ekstrand J, Alván G, Boreous LO, Norlin A. A pharmacokinetics of fluoride in man after single and multiple oral doses. *Eur J Clin Pharmacol* 1977;12:311-7.
- Ekstrand J, Ehrnebo M. Influence of milk products of fluoride bioavailability in man. *Eur J Clin Pharmacol* 1979;16:211-5.
- Farkas CS, Farkas EJ. Potential effects of food processing on the fluoride content of infant foods. *Sci Total Environ* 1974;2(4):399-405.
- Frant MS, Ross Jr JW. Electrode for sensing fluoride ion activity in solution. *Science*; Lancaster 1967;154(7):1553-5.
- Freitas JF. Potencial toxicants in alginate powders. *Aus Den J* 1980;25(4):224-8.
- GMC [Programa de computador]. Pesquisa biológica. Ribeirão Preto. Versão 2.1, 2001. Disponível em: URL:<http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc.html>. [14 fev. 2003].
- Gupta SK, Klan TI, Gupta RC, Gupta AB, Gupta KC, Jain P, Gupta A. Compensatory hyperparathyroidism following high fluoride ingestion: a clinico biochemical correlation. *Indian Pediatr* 2001;38(2):139-46.
- Hattab F. Absorption of fluoride following inhalation and ingestion of alginate impression materials. *Pharmacol Ther*

Análise de fluoretos nos alginatos

Dent 1981;6(3-4):79-86.

Hattab R, Frostell G. The release of fluoride from alginate impression materials. *Commun Dent Oral Epidemiol* 1978;6:273-4.

Hattab R, Frostell G. The release of fluoride from two products of alginate impression materials. *Acta Odontol Scand* 1980;38:385-95.

Lantz O. Fluoride induced chronic renal failure. In DHHS, Review of Fluoride: Benefits and Risks. Report of the ad hoc subcommittee of fluoride committee to coordinate environmental health and related programs. *Public Health Services*, USA, 1991.

Le Compte EJ, Whitford, GM. The Biologic availability of fluoride from alginate impressions and APF gel applications in children. *J Dent Res* 1981;60(4):776-80.

Murray JJ. *O uso correto de fluoretos na Saúde Pública*. OMS. São Paulo: Ed. Santos, 1992. 132p

Myers HM. Fluorides and dental fluorosis. *Monogr Oral Sci* 1978;7:1-74.

Park CY, Zerwekh JE; Antich. P. Anabolic effects of fluoride on bone. *Trends Endocrinol Metab* 1995;6(2):229-34.

Salgado PET. *Informações gerais e ecotoxicológicas de*

material particulado. Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2003. 155p. (Série Cad. Ref. Ambiental, v.14)

Skinner EW, Phillips RW. *The science of dental materials*. Philadelphia. W. G. Saunders Company, p.94, 1960.

Spadaro, A. C. C. *Estudo sobre a interferência de cátions e alguns compostos orgânicos na quantificação de fluoreto: aplicação em medicamentos de interesse odontológico*. [Tese] Ribeirão Preto: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo; 1986.

Walter JD. An assessment of alginate materials. *Dent. Practic* 1971;21(11):377-84.

Whitford GM, Ekstrand J. Systemic absorption of fluoride from alginate impression material in humans. *J Dent Res* 1980;59(5):782-5.

Whitford GM, Ekstrand J, Callan RS, Pearson DE. Subcutaneously implanted alginate as a continuous- release source of fluoride. *J Dent Res* 1980;59:186-91.

Whitford GM, Ekstrand J, Le Compte EJ, Pashley DH. Systemic absorption of fluoride from alginate, IADR. *Progr & Abst* 1979;58(1262).

Whitford GM. Determinants and mechanism of enamel fluorosis. *Ciba Found Symp* 1997; 205: 226-45.