

# Materiais Restauradores Libertadores de Flúor

Eunice Carrilho\*; Sérgio Marques\*\*; Filipe Moreira\*\*; Anabela Paula\*\*\*; João Tomaz\*\*\*\*

\*Médica-dentista, Professora Auxiliar com Agregação, docente de Dentistaria Operatória da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

\*\*Médico-dentista licenciado pela Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

\*\*\*Assistente convidada de Dentistaria Operatória da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

\*\*\*\*Monitor voluntário de Dentistaria Operatória da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Departamento de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilo-Facial da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

(Carrilho E, Marques S, Moreira F, Paula A, Tomaz J. Materiais Restauradores Libertadores de Flúor. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac. 2010;51:27-34)

## Key-words:

Fluoride;  
Caries;  
Glass-ionomer;  
Composite;  
Amalgam

## Palavras Chave:

Flúor;  
Cárie;  
Ionómero de vidro;  
Resina composta;  
Amálgama

**Abstract:** The purpose of this article was to review the fluoride release and recharge capabilities, and antibacterial properties, of fluoride-releasing dental restoratives, and discuss the current status concerning the prevention or inhibition of caries development and progression. Fluoride-containing dental materials reported in literature are glass-ionomer cements, resin-modified glass-ionomer cements, polyacid-modified composites ("compomers"), fluoride-releasing composites and fluoride-releasing amalgams. Therefore, original scientific papers and reviews listed in PubMed were included in the review. Fluoride-containing dental materials show clear differences in the fluoride release and uptake characteristics. Clinical studies exhibited conflicting data as to whether or not these materials significantly prevent or inhibit secondary caries. Fluoride-releasing materials, predominantly glass-ionomers and compomers, did show cariostatic properties and may affect bacterial metabolism under simulated cariogenic conditions in vitro. However, it is not proven by prospective clinical studies whether the incidence of secondary caries can be significantly reduced by the fluoride release of restorative materials.

**Resumo:** Esta revisão bibliográfica tem como objectivo comparar diferentes materiais restauradores libertadores de flúor, incidindo nas seguintes características: libertação de flúor, capacidade de recarga e efeito anti-microbiano, abordando, ainda, o estado actual da capacidade de pre-venção ou inibição do desenvolvimento e progressão das lesões cáries. Os materiais restauradores libertadores de flúor referidos na literatura são: ionómeros de vidro convencionais, ionómeros de vidro modificados por resina, resinas compostas modificadas por poliácidos ("compómeros"), resinas compostas libertadoras de flúor e amálgamas libertadoras de flúor. Focaram-se, particularmente, os ionómeros de vidro convencionais, os ionómeros de vidro modificados por resina e os "compómeros", devido a maior relevância clínica na actualidade. Para o efeito, foram pesquisados artigos científicos em publicações de referência, recorrendo ao endereço electrónico da PubMed. Os materiais restauradores libertadores de flúor apresentam diferenças evidentes no que diz respeito à libertação de flúor e capacidade de recarga. Estudos clínicos relatam dados discordantes no que respeita à capacidade destes materiais prevenirem ou inibirem de forma estatisticamente significativa o desenvolvimento de cáries secundárias. Os materiais libertadores de flúor, particularmente os ionómeros de vidro e os "compómeros", podem afectar o metabolismo bacteriano quando sujeitos a condições cariogénicas in vitro. No entanto, não existem estudos clínicos que provem que a incidência de cáries secundárias possa ser reduzida de forma estatisticamente significativa com a utilização de materiais restauradores libertadores de flúor.

## Correspondência para:

Eunice Carrilho

E-mail: eunicecarrilho@netcabo.pt

## INTRODUÇÃO

Os dois principais grupos de materiais estéticos para restauração directa utilizados na prática clínica ao longo dos últimos 25 anos, são as resinas compostas e os ionómeros de vidro. Estes materiais diferem significativamente nas suas propriedades, o que dita a sua utilização com diferentes finalidades. Por conseguinte, o médico-dentista necessita de possuir no seu arsenal ambos os materiais, para que possa resolver de forma mais apropriada os diferentes casos clínicos com que se depara no dia-a-dia<sup>[5]</sup>.

Nos últimos anos, o efeito cariostático provocado pela libertação de flúor tem sido discutido em relação a restaurações em amálgama, resinas compostas, sistemas de adesão dentinária, ionómeros de vidro, selantes, cimentos ortodónticos e liners. Quando é avaliada a capacidade de libertação de flúor a partir destes materiais, devem ser colocadas algumas questões: “Será que o flúor é mesmo libertado a partir destes materiais?”; “Será que o flúor vai ser libertado de uma forma contínua?”; “Qual o mecanismo de libertação?”; “Será que a quantidade de flúor libertado tem efeito cariostático?”. Com o intuito de tentar responder a estas questões, foram realizados diversas investigações *in vitro* e *in vivo*<sup>[2]</sup>.

Desde que se verificou que o desenvolvimento de cáries secundárias raramente ocorria em dentes restaurados com cimentos de ionómero de vidro (libertam flúor), começou a tomar-se particular atenção ao desenvolvimento de diversos materiais libertadores de flúor, tendo como finalidade a sua aplicação como liners, selantes de fissuras, materiais restauradores e cimentos ortodónticos.

Está bem documentado que o flúor é um agente anti-cariogénico. Este efeito é realizado por vários mecanismos, incluindo a redução da desmineralização, o aumento da remineralização, a interferência na formação de película e placa bacteriana e a inibição do crescimento e metabolismo microbianos. Assume-se que o flúor libertado por materiais restauradores afecta o desenvolvimento de cáries através dos mecanismos supra-citados. Assim sendo, reduz ou previne a desmineralização e promove a remineralização dos tecidos duros do órgão dentário.

Actualmente, existem vários materiais restauradores libertadores de flúor disponíveis no mercado, nomeadamente ionómeros de vidro convencionais, ionómeros de vidro modificados por resina, resinas compostas modificadas por poli-ácidos (“compómeros”), resinas compostas libertadoras de flúor e amálgamas libertadoras de flúor. Estes produtos apresentam diferentes padrões de libertação de

flúor devido a variações na composição das suas matrizes e nos seus mecanismos de presa. Apesar disto, assume-se que as propriedades anti-microbianas e cariostáticas dos materiais restauradores estão muitas vezes associados à quantidade de flúor libertado<sup>[1]</sup>.

Esta revisão bibliográfica procura ainda concluir acerca do estado actual dos materiais libertadores de flúor, suas capacidades de libertação e captação desse ião, bem como da actividade anti-microbiana e cariostática.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para esta revisão bibliográfica realizou-se uma pesquisa no endereço electrónico da PubMed:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez>.

Os critérios de selecção das referências foram os seguintes: artigos publicados entre 1994 e 2007 (excepto no caso das amálgamas libertadoras de flúor, em que recorremos a um artigo publicado em 1981), oriundos de revistas científicas de referência.

Na pesquisa de artigos foram utilizadas as seguintes palavras-chave: flúor; cárie; ionómero de vidro; resina composta; amálgama.

## MATERIAIS RESTAURADORES LIBERTADORES DE FLÚOR

### Cimento de ionómero de vidro convencional

Desde que foram desenvolvidos, os cimentos de ionómero de vidro têm recebido uma atenção especial por parte da comunidade científica da área. Algumas das propriedades que lhes são atribuídas compreendem adesão, módulo de elasticidade, biocompatibilidade e efeito anti-bacteriano e cariostático. Estas últimas propriedades estão relacionadas com o seu potencial de libertação de flúor, quer *in vivo*, quer *in vitro*, e o potencial de reincorporação de flúor pelo material<sup>[3]</sup>.

Estes cimentos são constituídos por vidro de silicato fluoretado e ácido poli-alquenóico<sup>[1,4]</sup>. O conteúdo de flúor atinge em média 10-16% do seu peso total<sup>[3]</sup>. A tomada de presa baseia-se numa reacção ácido-base entre os componentes. Durante esta reacção de presa são libertados diversos iões do vidro (incluindo flúor). Foram propostos dois mecanismos de libertação de flúor para um meio aquoso, a partir de ionómeros de vidro. Um dos mecanismos consiste numa reacção de curta duração que envolve uma dissolução rápida da superfície mais externa para o meio aquoso. Esta dissolução é caracterizada pela libertação de outros iões juntamente com

o flúor, nomeadamente cálcio, originando uma desintegração marginal do material. Outro mecanismo ocorre de forma mais gradual e resulta numa difusão constante de iões através do núcleo do cimento. Neste caso, a libertação de flúor provoca pouca ou nenhuma deterioração das propriedades mecânicas<sup>(1,5)</sup>.

Nas primeiras 24h, verifica-se uma libertação mais intensa de flúor dos ionómeros de vidro, provavelmente causada por um pico de libertação do ião aquando da reacção entre as partículas de vidro e o ácido poli-alquenoico durante a reacção de presa.

Ionómeros de vidro reforçados por metais parecem libertar menor quantidade de flúor do que os convencionais. Tal facto pode explicar-se pela existência de uma concentração de flúor inicial mais baixa nestes materiais, devido à substituição por prata ou à formação de fluoreto de prata que impede o flúor de ser libertado. Por outro lado, no caso dos ionómeros de vidro com vidro bio-activo ou com fosfato de cálcio caseína fosfopeptídeo amorfo, a libertação de flúor parece estar aumentada quando comparada com o que ocorre nos ionómeros de vidro convencionais.

Depois do pico inicial, há libertação de flúor em menor quantidade, facto este que persiste por um longo intervalo de tempo<sup>(1,3)</sup>. Isto ocorre à medida que o vidro se dissolve na água acidificada da matriz do hidrogel.

Diversos estudos concluem que as elevadas quantidades iniciais de flúor libertado diminuem rapidamente passadas 24-72h, estabilizando em 10 a 20 dias num nível de libertação praticamente constante<sup>(1)</sup>.

### **Cimento de ionómero de vidro modificado por resina**

Estes materiais, à semelhança dos cimentos de resina modificados por poli-ácidos, foram desenvolvidos devido à necessidade de superar algumas limitações típicas dos ionómeros de vidro convencionais: problemas de sensibilidade à humidade e más propriedades mecânicas iniciais<sup>(1)</sup>.

O termo "ionómero de vidro modificado por resina" implica que as características dos ionómeros de vidro são mantidas, mas modificadas pela presença de resina. Alguns autores houve que sugeriram que tal designação deveria apenas ser usada quando uma parte substancial da reacção de presa envolvesse uma reacção ácido-base<sup>(9)</sup>.

São materiais constituídos por ácido poli-acrílico ao qual foram adicionados grupos metacrilatos que são fotopolimerizáveis, complementando a reacção ácido-base<sup>(1,4,5,14)</sup>.

A maior parte dos materiais deste grupo apresenta um potencial de libertação de flúor em quantidades equivalentes às libertadas pelos ionómeros de vidro convencionais, porém,

podem ser afectados não só pela formação de complexos de flúor, mas também pelo tipo e quantidade de resina usada para a fotopolimerização.

Tal como acontece com os ionómeros de vidro convencionais a libertação de flúor é mais intensa nas primeiras 24h, dependendo do meio envolvente. Em vários estudos verificou-se que estes materiais continuavam a libertar flúor em pequenas quantidades, in vitro, durante 1 – 2.7 anos<sup>(1)</sup>.

Apesar da maior parte destes materiais serem foto-activados<sup>(4,5)</sup>, alguns não possuem um longo tempo de trabalho, que está associado à maioria das resinas compostas foto-activadas. Alguns destes ionómeros de vidro foto-activáveis apresentam uma profundidade de polimerização semelhante à dos compósitos, outros têm uma profundidade de polimerização muito limitada. Durante a presa, dá-se uma contracção volumétrica, tal como ocorre para as resinas compostas. Esta contracção é muitas vezes seguida de uma marcada expansão, sendo um dos principais factores que contribui para tal facto a presença do monómero hidrofílico HEMA. As consequências clínicas desta expansão são desconhecidas. No entanto, é possível que seja gerada uma pressão considerável sobre as paredes da cavidade. Quanto às propriedades mecânicas, todos os materiais deste tipo apresentam valores de resistência a forças de flexão/compressão e rigidez significativamente mais elevadas do que os ionómeros de vidro convencionais. A polimerização que ocorre nestes materiais contribui de forma marcada para o desenvolvimento precoce de boas propriedades mecânicas. A rigidez deste tipo de materiais tende a ser menor que a dos compósitos, como é demonstrado pelos seus baixos valores de módulo de elasticidade<sup>(6)</sup>.

### **Resina composta modificada por poli-ácidos ("compómeros")**

O termo "compómero" foi proposto como designação de um sub-grupo de materiais que combinam características dos compósitos e ionómeros de vidro<sup>(5,6,13,21)</sup>.

Este grupo de materiais advoga a combinação de propriedades mecânicas e estéticas de resinas compostas com as vantagens da libertação de flúor dos ionómeros de vidro convencionais<sup>(1,8,9)</sup>. São constituídos por macro-monómeros convencionais também usados em compósitos (ex: Bis-GMA, UDMA) juntamente com monómeros possuidores de grupo funcional ácido. O tipo de vidro é idêntico ao vidro libertador de iões utiliza-do nos ionómeros de vidro convencionais, mas apresenta tamanho mais pequeno que o que está presente nos compósitos<sup>(1,4,6,7,8)</sup>. Este vidro reactivo é também parcialmente silanizado, para que ocorra uma boa adesão entre

a matriz e o conteúdo inorgânico do material. A silanização inibe a reacção ácido-base secundária, reacção esta que é necessária para que o material desenvolva as propriedades dos ionómeros de vidro. Decorrente deste facto, verificam-se diminuições estatisticamente significativas na resistência a forças de flexão bi-axial e também um aumento da captação de água pelo material<sup>19,13</sup>. Estes produtos apresentam, então, os principais componentes, quer dos compósitos, quer dos ionómeros de vidro, com uma diferença importante: não possuem água. A exclusão de água é essencial na prevenção de uma reacção de presa precoce do material, mas também assegura que esta mesma reacção ocorra apenas por polimerização<sup>15,6,7,13</sup>.

Inicialmente, a presa ocorre devido a uma fotopolimerização que é seguida por uma reacção ácido-base subsequente à absorção de água. Apesar dos compómeros serem fabricados de forma a absorverem água, esta é responsável por um declínio de grande parte das suas propriedades mecânicas, relativamente às resinas compostas convencionais. Com o tempo, o material inicialmente fotopolimerizado capta água fazendo com que os grupos carboxílicos do monómero ácido promovam uma reacção ácido-base com os iões metálicos das partículas de vidro, libertando flúor<sup>11,6</sup>. Esta absorção de água leva à ionização dos grupos ácidos, decorrendo a um ritmo lento, atingindo um ponto de saturação decorrido cerca de 1 mês. Por estes motivos, espera-se que a libertação cumulativa de flúor dos compómeros durante os primeiros dias seja menor comparativamente aos ionómeros de vidro convencionais<sup>11</sup>.

A maior parte não apresenta o efeito de pico inicial libertador de flúor, que ocorre nos ionómeros de vidro convencionais e modificados por resina, no entanto, a libertação de flúor permanece relativamente constante ao longo do tempo. A libertação de flúor inicial, apesar de mais intensa, é bastante menor quando comparada com os ionómeros de vidro convencionais e modificados por resina.

A diferença entre os ionómeros de vidro e os compómeros durante a primeira fase de libertação de flúor advém do facto de que depois de polimerizar e antes do contacto com água, o flúor nos compómeros não está livre, mas sim ligado a partículas inorgânicas incorporadas na matriz polimerizada. Durante esta primeira fase de presa (foto-polimerização) os compómeros comportam-se exactamente como resinas compostas. Na segunda fase de libertação de flúor, a difusão deste é menor em compómeros e resinas compostas do que em ionómeros de vidro. Pensa-se que o mecanismo que conduz a este facto se baseia numa ligação mais forte do flúor e/

ou a uma matriz menos hidrofílica da resina composta. Um estudo referiu que os com-pómeros podem libertar menos flúor durante o primeiro ano após terem adquirido presa, mas depois deste período a taxa de libertação de flúor torna-se similar à dos ionómeros de vidro<sup>11</sup>.

A principal fracção inorgânica nos compómeros e na resina composta difere significativamente. Nas resinas compostas são usados tipicamente vidros de bário inerte ou semelhantes, ao passo que nos compómeros o tipo de vidro é idêntico ao que está presente nos ionómeros de vidro. Em complemento, fluoreto de estrôncio ou trifluoreto de itérbio é adicionado, como forma de conferir maior radiopacidade, podendo também aumentar a libertação de flúor<sup>11</sup>.

Vários autores encontraram diferenças na libertação de flúor em compómeros com diferentes componentes inorgânicos. Compómeros que contêm partículas de vidro e trifluoreto de itérbio demonstraram libertar maiores quantidades de flúor relativamente a compómeros com fluoreto de estrôncio<sup>11</sup>. Estes materiais não apresentam capacidade de adesão aos tecidos dentários, requerendo agentes adesivos<sup>16,13,19,20</sup>. Quanto à profundidade de polimerização, esta é muito variável consoante a marca, cor do compómero e tipo de resina composta presente, no entanto, em geral, os valores de profundidade de polimerização são comparáveis aos apresentados pelas resinas compostas<sup>6,10</sup>. Assim como acontece nas resinas compostas convencionais, existe uma contracção de polimerização nas resinas compostas modificadas por poli-ácidos. Foi sugerido que o rápido desenvolvimento de forças de contracção intensas poderia ser uma causa de fracasso da adesão à estrutura dentária.

Estudou-se o efeito do volume da porção inorgânica sobre as propriedades mecânicas das resinas compostas modificadas por poli-ácidos. Verificou-se que a viscosidade do compómero não polimerizado aumenta com o aumento da percentagem de conteúdo inorgânico, embora acima de 20-30% não haja melhoria das propriedades mecânicas. Em geral, as propriedades mecânicas dos compómeros não diferem muito das dos compósitos (resistência a forças de compressão, resistência a forças de flexão bi-axial, tensão e dureza de superfície)<sup>16,8</sup>. Apenas uma propriedade mecânica difere significativamente relativamente às resinas compostas, a resistência à fractura. Nos compómeros existe uma reduzida resistência à propagação de fracturas, motivo pelo qual não devem ser usados em áreas sujeitas a cargas oclusais intensas<sup>6,16,17</sup>. Também nos compómeros há libertação de outros iões (sódio, cálcio, estrôncio, alumínio, fósforo), sendo mais intensa em condições ácidas. São materiais que apresentam capacidade de tamponamento, neutralizando

um pH ácido<sup>[6,9]</sup>. Esta capacidade é desejável em condições clínicas, pois permite reduzir a acidez provocada por ácidos causadores de cáries (a maioria lácticos), diminuindo assim o desenvolvimento de cáries *in vivo*. Quanto às suas aplicações clínicas, eles são concebidos para serem utilizados no mesmo tipo de indicações que os compósitos convencionais: cavidades do tipo classe II e classe V, selantes de fissuras, agentes de adesão na retenção de bandas ortodônticas, sendo amplamente utilizados em dentição decídua, embora não exclusivamente<sup>[6,16,19]</sup>.

### Resina composta libertadora de flúor

As resinas compostas podem conter flúor sob variadas formas, tais como: sais inorgânicos, vidros libertadores de flúor ou flúor orgânico. Não só a quantidade de flúor, mas também o tipo e tamanho da partícula inorgânica fluoretada da matriz, o tipo de resina, tratamento de silanização e porosidade podem ser factores importantes que contribuem para a libertação de flúor. Além do mais, a libertação de flúor aumenta com a hidrofília e com o carácter ácido da matriz polimérica.

Três perspectivas diferentes foram consideradas tendo em vista o desenvolvimento dos compósitos libertadores de flúor, incluindo a adição de sais solúveis em água (NaF ou o SnF<sub>2</sub>), sistemas de partículas inorgânicas libertadoras de flúor ou matriz com ligação de flúor.

A incorporação de flúor inorgânico resultou num aumento da libertação de flúor, mas conduziu à formação de lacunas na matriz à medida que o flúor vai sendo libertado do material. A dispersão de vidro libertador de flúor ou de sais de flúor solúveis na matriz polimérica permite uma difusão de flúor a partir da resina composta para o meio. A maior parte de flúor já foi libertada durante a reacção de presa, seguindo-se a libertação de uma menor quantidade de flúor durante um longo período de tempo.

Distinguem-se principalmente dois tipos de constituintes inorgânicos: componentes solúveis, como o fluoreto de estrôncio ou o trifluoreto de itérbio; e partículas de vidro libertadoras de flúor. Como foi referido anteriormente, as partículas de silicato de flúor pre-sentes nos ionómeros de vidro convencionais e nos ionómeros de vidro modificados por resina são mais solúveis e, como tal, libertam mais flúor, especialmente quando reagem com o ácido poli-acrílico. Por fim, componentes orgânicos fluoretados foram adicionados à matriz, aumentando a libertação de flúor. Estão disponíveis matrizes com flúor ligado, tais como sais HF-amino-acrílicos, ácido metacrilol fluoretado e BF<sub>3</sub>-amino-acrílico.

Os níveis de flúor libertados a partir de compósitos são maioritariamente muito mais baixos quando comparados

com os níveis libertados pelos ionómeros de vidro convencionais ou modificados por resina e, também, mais baixos quando comparados com compómeros.

Discute-se que a alta libertação de flúor de compósitos altamente fluoretados é o resultado de um alto conteúdo em flúor combinado com uma alta solubilidade da matriz orgânica, alta captação de água e matriz polimérica altamente difusível, sendo as duas últimas razões causas de insucessos clínicos<sup>[1]</sup>. A simples adição de sais de flúor orgânico nos monómeros de resina vai originar resinas compostas com más propriedades físicas e mecânicas<sup>[11]</sup>.

### Amálgama libertadora de flúor

Vários estudos investigaram os níveis de libertação de flúor do amálgama. Num estudo, restaurações do tipo classe V com amálgama convencional, quando colocadas em água destilada, revelaram níveis de flúor diminutos passado um mês, tendo outro estudo revelado valores pouco mais elevados passado um ano<sup>[1]</sup>.

Alguns autores compararam dois tipos de amálgamas: uma de partícula de tamanho regular e outra de tamanho de partícula pequena. A captação de flúor foi maior no caso da amálgama com partículas de pequeno tamanho. Tal facto deve-se, muito provavelmente, à maior superfície de área total neste tipo de amálgamas. Concluiu-se que o uso de 1% de fluoreto de estanho em amálgamas de pequena partícula tem potencial para minimizar o desenvolvimento de cáries adjacentes à restauração<sup>[12]</sup>.

## FACTORES QUE INFLUENCIAM A LIBERTAÇÃO DE FLÚOR PELAS RESTAURAÇÕES

A eluição de flúor é afectada por muitas variáveis inerentes ao material, tais como sua formulação e composição inorgânica. É de igual modo influenciada por factores experimentais: meio de armazenamento, frequência de substituição da solução de armazenamento, composição e pH da saliva, formação de película e placa bacteriana<sup>[1,2]</sup>. Demonstrou-se que a relação pó/líquido em sistemas de duas fases, procedimentos de mistura, tempo de polimerização, quantidade de área exposta e diferentes meios de armazenamento influenciam a libertação de flúor.

Vários estudos experimentais investigaram a quantidade de flúor libertado em meios como água, saliva artificial e soluções ácidas. Foi demonstrado que os padrões de libertação de flúor de ionómeros de vidro convencionais, modificados por resina, compómeros e compósitos em diferentes meios de

armazenamento são semelhantes. No entanto, a quantidade diária e acumulada de flúor libertado por estes materiais é diferente. A longo prazo, os compósitos demonstram libertar maioritariamente menores quantidades de flúor comparando com ionómeros de vidro convencionais, modificados por resina e compómeros. Em geral, a maior libertação dá-se em meios acídicos e em condições de desmineralização/remi-neralização (simulam situações de cáries), ao passo que a menor libertação ocorre em saliva. A quantidade aumentada de flúor em meios acídicos pode ser explicada pelo facto de uma diminuição de pH aumentar a dissolução do material. Alguns estudos referem que a proporção de iões flúor livre (não complexados) é mais baixa em condições acídicas do que em condições neutras.

Um outro factor que influencia a libertação de flúor pelos materiais é a aplicação de agentes adesivos, podendo influenciar a libertação a longo e a curto prazo. Ao recobrir a superfície de material com agente adesivo há uma redução significativa da libertação de flúor pelos ionómeros de vidro e compómeros.

Nem o branqueamento nem a escovagem dos materiais restauradores aumentam a quantidade de flúor libertado.

A remoção da camada mais superficial dos compómeros aquando do acamento pode levar a um aumento de libertação de flúor, o que se explica pela exposição de zonas mais profundas de material que possuem maior concentração de flúor. Apesar disto, a escovagem de um compómero com dentífrico sem flúor não demonstrou manter os níveis inicialmente elevados de libertação de flúor por um período de tempo mais alargado<sup>(1)</sup>.

Deve ter-se em conta que a relevância clínica de estudos *in vitro* sobre este assunto é bastante questionável. A saliva artificial não toma em linha de conta o efeito da película e placa bacterianas sobre a libertação de flúor, dado que podem funcionar como barreiras à difusão do ião. Portanto, existe um desentendimento quanto à interpretação dos resultados obtidos em laboratório.

É ainda de ressaltar que certos fabricantes publicitam que alguns dos seus produtos libertam flúor, no entanto, verifica-se que estes dificilmente libertam quantidades mensuráveis e clinicamente significativas<sup>(2)</sup>.

### **CAPTAÇÃO DE FLUOR PELA ESTRUTURA DENTÁRIA ADJACENTE**

Durante muitos anos atribuiu-se o efeito cariostático do flúor à incorporação do flúor ligado a cristais de hidroxiapatite e à reduzida solubilidade da designada hidroxiapatite fluoretada. Contudo, estudos recentes concluíram que o flúor na

fase aquosa em volta dos cristais de apatite é muito mais eficaz na inibição da desmineralização que o flúor incorporado nos cristais. O ião flúor pode precipitar na superfície dentária sob a forma de uma camada do tipo fluoreto de cálcio, que serve como reservatório de flúor quando o pH diminui. Esta camada do tipo fluoreto de cálcio permite a reprecipitação de minerais, formando fluoroapatite ou fluoro-hidroxiapatite, prevenindo perda de mais estrutura mineral. Para além disto, a resistência do esmalte à formação de lesão também aumentou com a elevação do flúor ligado à estrutura dentária.

Quer os ionómeros de vidro, quer outros materiais restauradores libertadores de flúor aumentam o flúor ligado à estrutura dentária e a camada do tipo fluoreto de cálcio da estrutura dentária adjacente. A captação de flúor pelos tecidos dentários, na ausência de um meio acídico, ocorre principalmente por difusão lenta.

A quantidade de captação de flúor a partir das restaurações e a profundidade da penetração de flúor são maiores para a dentina e para o cimento do que para o esmalte, isto deve-se a diferenças da microestrutura e a porosidades dos tecidos dentários. A penetração de flúor a partir de diferentes materiais na dentina é mais elevada para os ionómeros de vidro convencionais, seguida pelos ionómeros de vidro modificados por resina e compósitos.

Podem concluir-se que a captação de flúor pelos tecidos dentários adjacentes é maior na dentina e no cimento que no esmalte, mas é altamente influenciada pela interface entre a restauração e o dente. Deste modo, uma camada de material intermédio, como uma camada híbrida adesiva, pode bloquear a captação de flúor. No entanto, a concentração de flúor incorporado nos tecidos dentários pode ser de menor importância quando comparada com a concentração de flúor na fenda marginal preenchido com fluido entre a restauração e a estrutura dentária. Vários materiais restauradores poderão aumentar a concentração de flúor na fenda marginal, de modo a que esta esteja com-preendida entre 5 a 80 ppm que se estima ser o valor capaz de prevenir o desenvolvimento de cáries<sup>(1)</sup>.

### **INFLUÊNCIA DA LIBERTAÇÃO DE FLÚOR NO DESENVOLVIMENTO E PROGRESSÃO DE CÁRIES**

#### **Influência na desmineralização do esmalte adjacente às restaurações libertadoras de flúor**

Vários materiais libertadores de flúor inibem a desmineralização do esmalte e da dentina *in vitro*, provocada por

géis ácidos ou soluções desmineralizantes, sendo, portanto, eficazes na prevenção de cáries secundárias. A inibição da desmineralização do esmalte atinge uma distância até 7mm a partir da superfície do material restaurador libertador de flúor (“efeito à distância”). Observou-se em diversos estudos que, 6 a 10 semanas após colocação de diferentes materiais libertadores de flúor, fazendo uma comparação da superfície de esmalte e do desenvolvimento e progressão de lesão da parede dentária adjacente à restauração, a grande maioria revelou uma protecção mais elevada de desmineralização para os ionómeros de vidro, seguidos pelos ionómeros de vidro modificados por resina, resinas compostas modificadas por poliácidos e resinas compostas<sup>1,2</sup>.

A quantidade de flúor no material restaurador parece influenciar as propriedades anti-cariogénicas.

A relevância clínica de estudos com cáries artificiais é discutível. Actualmente, existem muito poucos estudos referidos na literatura referentes ao comportamento da desmineralização do esmalte adjacente a restaurações libertadoras de flúor *in situ* ou *in vivo*<sup>1</sup>.

Verificou-se que vários estudos *in vitro* referiram uma inibição da desmineralização do esmalte, enquanto que estudos *in situ* e *in vivo* obtiveram resultados contraditórios, o que não permite concordar em definitivo com o efeito de inibição de cárie dos materiais restauradores libertadores de flúor<sup>1,3</sup>.

### **Influência na desmineralização da dentina adjacente às restaurações libertadoras de flúor**

Tanto os ionómeros de vidro convencionais como os modificados por resina, bem como as resinas compostas modificadas por poli-ácidos aumentam a resistência da dentina a influências cariogénicas ou acídicas. A incorporação de fosfato de cálcio caseína-fosfopeptido amorfo ou vidro bioactivo num ionómero de vidro está associado com o aumento da libertação de flúor e a uma protecção aumentada da dentina adjacente ao sofrer estímulos acídicos, quando comparada com materiais inalterados.

A desmineralização em margens de restaurações libertadoras de flúor pode ser influenciada por regimes de aplicação tópica de flúor. Os ionómeros de vidro demonstram uma muito menor desmineralização de dentina que restaurações em amálgama quando não é aplicado flúor exógeno ou quando as restaurações são escovadas com dentífrico fluoretado 2 vezes ao dia ou expostos a um colutório fluoretado. Não há diferença significativa na desmineralização de dentina adjacente aos materiais quando tanto um colutório fluoretado como um dentífrico fluoretado são usados diariamente durante um mês.

Actualmente existe apenas um estudo disponível que avalia os efeitos dos materiais de restauração libertadores de flúor no desenvolvimento de cáries de dentina *in situ*.

Apesar de diversos estudos *in vitro* verificarem o efeito de inibição de cárie pelos materiais restauradores libertadores de flúor na dentina, a pequena quantidade de dados *in situ* não é suficiente para retirar conclusões creíveis<sup>11</sup>.

As cáries secundárias continuam a ser uma das principais razões para o insucesso clínico das restaurações, embora sejam possíveis efeitos cariostáticos por materiais libertadores de flúor<sup>11</sup>.

## **CONCLUSÕES**

1. Existem vários materiais restauradores libertadores de flúor que vão desde os que libertam níveis iniciais elevados deste ião (ionómeros de vidro convencionais e ionómeros de vidro modificados por resina), aos que libertam níveis intermédios de flúor (resinas compostas modificadas por poli-ácidos), até aos que libertam baixos níveis de flúor (resinas compostas libertadoras de flúor e amálgama libertadora de flúor).
2. O potencial de libertação de flúor varia entre os diferentes materiais e, ainda, dentro de um mesmo grupo de material, entre marcas comerciais.
3. A libertação óptima de flúor (a curto e longo prazo) a partir do material de restauração depende de factores como: matriz, mecanismo de presa, conteúdo em flúor e condições ambientais<sup>11,2</sup>.
4. A libertação de flúor é apenas considerável no momento imediatamente após a colocação do material. Ainda assim, não é evidente se clinicamente é mais relevante na prevenção de cáries o pico inicial ou a libertação a longo prazo, uma vez que alguns mecanismos remineralizantes necessitam de quantidades baixas, mas constantes, de flúor.
5. Os materiais libertadores de flúor podem servir de reservatório deste ião obtido por fluoretação tópica, podendo levar a um aumento do nível de flúor na placa bacteriana ou na saliva, nas proximidades da restauração.
6. Apesar do efeito cariostático conseguido devido a um aumento de flúor na saliva, placa bacteriana e tecidos mineralizados do dente, os estudos clínicos revelam dados controversos no que diz respeito a estes materiais serem ou não capazes de prevenir ou inibir cáries secundárias quando comparados com materiais restauradores não fluoretados.
7. Deste modo, são necessários mais estudos clínicos para

avaliar a influência dos materiais libertadores de flúor no desenvolvimento e progressão de cáries secundárias, principalmente em pacientes que apresentam acesso limitado

ou má colaboração no que diz respeito à adopção e prossecução de medidas profiláticas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride restorative materials – Fluoride release and uptake characteristics, anti-bacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater* 2007; 23:343-362.
- 2 - Hörsted-Bindslev P. Fluoride release from alternative restorative materials. *J Dent* 1994; 22 (Suppl 1): S17-S20.
- 3 - Perez C, Hirata R, Sérgio P. Evaluation of antimicrobial activity of fluoride releasing dental materials using a new in vitro method. *Dent Mater* 2003; 34: 473-477.
- 4 - Nicholson J, Croll T. Glassionomer cements in restorative dentistry. *Rest Dent* 1997; 28:705-714.
- 5 - McCabe J. Resin-modified glass ionomers. *Biomaterials*, 1998; 19:521-527.
- 6 - Nicholson J. Polyacid-modified composite resins (“compomers”) and their use in clinical dentistry. *Dent Mater* 2007; 23: 615-622.
- 7 - Meyer J, Cattani-Lorente M, Dupuis V. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials*, 1998; 19:529-539.
- 8 - El-Kalla H, García-Godoy F. Mechanical properties of compomer restorative materials. *Oper Dent* 1999;24: 2-8.
- 9 - Adusei G, Deb S, Nicholson J. The role of the ionomer glass component in polyacid modified composite resin dental restorative materials. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 2004; 15: 751-754.
- 10 - Anderson-Wenckert I, Folkenson U, van Dijken J. Durability of a polyacid-modified composite resin (compomer) in primary molars. *Acta Odontol Scand* 1997; 55: 255-260.
- 11 - Xu X, Ling L, Wang R, Burgess J. Formulation and characterization of a novel fluoride releasing dental composite. *Dent Mater* 2006; 22: 1014-1023.
- 12 - Souganidis D, Athanassouli T, Papastathopoulos D. A study of in vivo Fluoride Uptake by Dental Tissues from Fluoride-containing Silver Amalgams. *J Dent Res* 1981;60: 105-108.
- 13 - Ruse N. What is a “Compomer”? *J Can Dent Assoc* 1999; 65: 504.
- 14 - Sidhu S, McCabe J. The adaptation and cavity sealing ability of compomer restorative materials. *Am J Dent* 2004; 17:327-330.
- 15 - Toshiyuki I, Carrick T, Yoshiyama M, McCabe J. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*, 2003; 20, 789-795.
- 16 - Huth K, Manhart J, Selbertinger A, Paschos E, Kaaden C, Kunzelmann K, Hickel R. 4-year clinical performance and survival analysis of Class I and II compomer restorations in permanent teeth. *Am J Dent* 2004; 17:51-55.
- 17 - Wucher M, Grobler S, Senekal P. A 3-year clinical evaluation of a compomer, a composite and a compomer/composite (sandwich) in Class II restorations. *Am J Dent* 2002; 15: 274-278.
- 18 - Kawadia K, Kakaboura A, Vanderas A, Papagiannoulis L. Clinical Evaluation of a Compomer and an Amalgam in Primary Teeth Class II Restorations: A 2-year Comparative Study. *Pediatr Dent* 2004;26: 245-250.
- 19 - Manhart J, Chen H, Kunzelmann K, Hickel R. Bond strength of a compomer to dentin under various surface conitions. *Clin Oral Invest* 1999; 3: 175-180.
- 20 - Abate P, Bertacchine S, Polack M, Macchi R. Adhesion of a compomer to dental structures. *Rest Dent* 1997; 28:509-512.
- 21 - Munack J, Haubert H, Dogan S, Geurtsen W. Effects of various storage media on surface hardness and structure of four polyacid modified composite resins (“compomers”). *Clin Oral Invest* 2001; 5: 254-259.