

O EMPREGO DE FLUORETOS SISTÊMICOS: UMA BREVE DISCUSSÃO
THE USE OF SYSTEMIC FLUORIDES: A BRIEF DISCUSSION

Paula Raiane Ferraz Carreiro¹, Leila Maria Chevitarese de Oliveira²

¹Graduanda em Odontologia, Escola de Ciências da Saúde da Universidade do Grande Rio -
Professor José de Souza Herdy (UNIGRANRIO)

²Mestre e Doutora em Odontopediatria/UFRJ. Professora de Graduação da Escola de Ciências
da Saúde – UNIGRANRIO. Coordenadora do Pró-Saúde I UNIGRANRIO

*Trabalho de Conclusão de Curso

RESUMO

O objetivo deste estudo é fazer uma breve discussão sobre o emprego de fluoretos sistêmicos e tópicos, mas cujos efeitos podem ser sistêmicos se deglutidos. O flúor é um elemento químico de extrema importância em Odontologia pelo seu papel inquestionável na prevenção e controle da cárie dentária. Por outro lado, ele pode ser altamente perigoso caso não seja usado de forma adequada. Assim, para que acidentes com esse elemento sejam prevenidos, é imprescindível que se conheçam a natureza desse halogênio e seu comportamento no organismo. Além disso, deve-se considerar que o flúor quase sempre aparece em sua forma iônica ou combinada; devendo, portanto, ser chamado de fluoreto.

Descritores: fluoretos, cárie dentária, Odontologia.

ABSTRACT

The aim of this study is to make a brief discussion on the use of systemic fluorides and topical fluorides but whose effects might be systemic if swallowed. Fluorine is an extremely important chemical element in Dentistry for its unquestionable preventive and therapeutic role in dental caries control. On the other hand, fluorine can be highly hazardous if not used properly. Thus, in order to prevent accidents with this element, it is indispensable to be familiar with the nature of this halogen and its behaviour in the organism. Furthermore, it must be considered that fluorine is almost always in its ionic or combined form; hence, it should be called fluoride.

Keywords: fluorides, dental caries, Dentistry.

INTRODUÇÃO

O termo flúor vem do latim *fluere* e significa ‘fluir’. Embora dado por Humphry Davy, o nome foi sugerido por A. M. Ampère devido à presença do flúor no mineral fluorespato, empregado como fundente ou fluxo em soldas. O fluorespato, ou fluorita, consiste essencialmente em fluoreto de cálcio (PEIXOTO, 1998).

O elemento flúor foi descoberto pelo sueco Carl Scheele em 1771 (SAMPAIO, 2006). Desde então, muitos cientistas, como H. Davy, G. Aimé e M. Faraday, tentaram isolá-lo sem sucesso. A dificuldade advinha da alta reatividade do flúor e da estabilidade de seus compostos (PEIXOTO, 1998).

Henri Moissan, um químico francês de 34 anos, foi o primeiro a isolar o flúor através da eletrólise. O fato ocorreu em 28 de junho de 1886. Sua contribuição à Química Inorgânica lhe rendeu o Prêmio Nobel de Química de 1906. Todavia, ele não pôde usufruir da fama por ter morrido no ano seguinte aos 54 anos, provavelmente pelos efeitos do flúor e dos compostos fluorados aos quais se dedicara (DINOIU, 2006).

O flúor (símbolo atômico F) é um elemento químico de características singulares. Além de ser o elemento mais reativo e eletronegativo da natureza, é também o mais leve dos halogênios, família à qual pertence na tabela periódica. O número atômico (Z) do flúor é 9. Assim, o núcleo do átomo desse elemento possui 9 prótons (p), uma vez que $Z = p$. A quantidade de nêutrons (n) que o átomo de flúor apresenta é 10. Desse modo, o número de massa (A) do átomo de flúor é igual a 19u, porquanto $A = p + n$. A massa dos elétrons (e^-) é desprezível para o cálculo da massa por ser aproximadamente 1836 vezes menor que a dos prótons e nêutrons. Um átomo neutro de flúor apresenta 9 elétrons e^- . Isso porque, em um átomo eletricamente neutro, o número de prótons (que possuem carga positiva) é igual ao número de elétrons (que possuem carga negativa) (SARDELLA, 2001).

Conforme supracitado, o flúor pertence à família dos halogênios; conhecida também como grupo 7A ou 17. A família dos halogênios, nome de origem grega que significa formadores de sais, é formada pelos seguintes elementos químicos: flúor, cloro (Cl), bromo (Br), iodo (I) e astato ou astatínio (At). Na forma curta da tabela periódica esses elementos ocupam a décima sétima coluna e apresentam algumas similaridades em suas propriedades físicas e químicas por possuírem a mesma organização eletrônica na periferia dos seus átomos, que é ns^2np^5 (BRADY et al, 2003).

Segundo a regra do octeto, os átomos ganham, perdem ou compartilham elétrons até apresentarem oito elétrons de valência. Os elétrons de valência são aqueles que se localizam na camada eletrônica mais externa do átomo. Os halogênios apresentam 7 elétrons em sua camada de valência, necessitando somente de um elétron para atingirem a configuração eletrônica de um gás nobre. Para tanto, precisam reagir com metais e não-metais, por meio de ligações iônicas e covalentes, respectivamente. Nas ligações covalentes, há a partilha de elétrons entre os átomos; ao passo que nas ligações iônicas há a perda ou ganho de elétrons. Assim, ao receberem um elétron, os halogênios formam um íon negativo (ânion) monovalente. O flúor forma o íon fluoreto; o cloro, o íon cloreto e assim por diante (SARDELLA, 2001).

Os halogênios são altamente reativos e eletronegativos. Define-se como eletronegatividade a habilidade que um átomo apresenta de atrair elétrons para si. A eletronegatividade do flúor é igual a 4,0 de acordo com a escala de Linus Pauling. É a eletronegatividade que determina se uma ligação química será covalente apolar, covalente polar ou iônica. A eletronegatividade de um átomo em uma molécula está associada à sua energia de ionização e a sua afinidade eletrônica, sendo que as duas últimas são propriedades de átomos isolados (BROWN et al., 2005).

Ainda de acordo com Brown et al (2005), os halogênios possuem afinidade eletrônica bastante negativa e alta energia de ionização, o que significa que eles exibem grande facilidade em ganhar um elétron e que seguram firmemente os elétrons que já possuem. Esses elementos representativos são os mais reativos dentre os não-metais. Em forma elementar, formam moléculas diatômicas (F_2 , Cl_2 e Br_2 , por exemplo). Quanto maior o número atômico do elemento, mais escuro ele parecerá e maiores serão seus pontos de fusão e ebulição. Assim, o flúor, o elemento com o menor número atômico do grupo, apresenta a cor mais clara e os mais baixos pontos de fusão e ebulição.

Nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão), o flúor é um gás amarelo pálido – de odor irritante –, o cloro é um gás verde-amarelado, o bromo é um líquido marrom-avermelhado e o iodo é um sólido preto lustroso que, ao sublimar, forma um gás violeta. O astato, por sua vez, não possui isótopos estáveis, e muitas de suas características químicas permanecem desconhecidas em virtude da raridade desse elemento (MCQUARRIE et al., 2011).

Apesar das características em comum, os elementos do grupo 17 apresentam particularidades. E uma das mais importantes está relacionada ao número de camadas da

eletrosfera de cada um. O átomo de flúor, elemento do 2º período, tem 2 camadas; ao passo que o átomo de cloro, do 3º período, apresenta 3 camadas e assim por diante (BROWN et al, 2005).

Por ser o elemento mais eletronegativo da tabela periódica, o flúor dificilmente é encontrado sozinho na natureza. Na maioria dos casos ele se apresenta como fluoreto, sua forma iônica, rapidamente formando compostos com diversos metais (MURRAY, 1986). Na verdade, o flúor apresenta grande afinidade por metais bivalentes e trivalentes, tais como o ferro, o cálcio e o magnésio (BUENDIA, 1996). Ele reage também com não-metais como o fósforo e o hidrogênio. Ao reagir com o hidrogênio, por exemplo, forma o ácido fluorídrico (HF). Em contato com a pele, o HF causa sérias queimaduras (SILVA, 2003).

Na realidade, o flúor reage com praticamente todos os elementos da tabela periódica, até mesmo com certos gases nobres (criptônio, xenônio e radônio), raramente envolvidos em ligações químicas com outros átomos (BROWN et al, 2005). A alta reatividade do flúor pode ser atribuída à fraca força de ligação entre dois átomos de flúor e à forte força de união entre átomos de flúor e os demais elementos químicos (DINOIU, 2006).

Segundo Weinstein e Davison (2004), a abundância do flúor na crosta terrestre varia conforme a literatura considerada, uma vez que para Smith e Hodge (1979), o flúor é o 13º elemento mais abundante; ao passo que para Fleischer (1953), Bell (1970) e NAS (1971), o flúor está na 17ª posição. No mar, o flúor é o 15º elemento mais abundante (BRASIL, 2012). Segundo Murray (1986), o flúor, combinado na forma de fluoreto, representaria de 0.06-0.09% da crosta terrestre; podendo estar naturalmente presente na água, no solo, no ar e nos alimentos; tanto em compostos orgânicos quanto em inorgânicos.

Com relação à presença de fluoretos nas rochas e nos solos, são conhecidos centenas de minerais que contêm esse íon (MURRAY, 1986). Porém, os mais importantes são a fluorita (CaF_2), a fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) e a criolita (Na_3AlF_6) (WEINSTEIN; DAVISON, 2004). Além desses, rochas vulcânicas, rochas hipoabissais e depósitos salinos contêm teores consideráveis de fluoretos, podendo apresentar até 2500 mg/kg. No entanto, apesar da abundância dos fluoretos na Terra, a maior parte se encontra fortemente ligada a minerais e outros compostos; não estando em geral biologicamente disponível (MURRAY, 1986).

O conteúdo de fluoretos no solo varia de 20 a 500 partes por milhão (ppm), sendo que já foi registrado o teor de 8500 ppm (NARVAI, 2000). Deve-se considerar ainda que essa concentração aumenta de acordo com a profundidade, o que faz com que as águas subterrâneas apresentem maiores teores de fluoretos (BRASIL, 2012).

Por outro lado, em locais de altitude elevada, a concentração de fluoretos é relativamente baixa devido à erosão constante, que carrega os fluoretos para regiões menos elevadas e/ou para o mar. É devido a isso que os continentes perdem continuamente o conteúdo original de fluoreto e por que a concentração de fluoreto na água do mar é relativamente alta (MURRAY, 1986).

A importância de conhecer o conteúdo de fluoretos no solo é que uma vez presente na terra, o flúor iônico é capaz de se incorporar a plantas consumidas pelo homem, como o chá, o inhame e a mandioca (BRASIL, 2012).

Assim como no solo, o fluoreto também está presente no ar em diferentes teores, variando de insignificantes a altíssimos. O fluoreto presente no ar origina-se da poeira do solo rico em fluoretos, da combustão de carvão e dos gases emitidos por vulcões e certas indústrias (MURRAY, 1986). Alguns dos processos industriais que liberam compostos fluorados são: a fundição de alumínio e outros metais não-ferrosos; a produção de adubos minerais como o superfosfato; o uso de incineradores de grande porte, mormente aqueles à base de carvão; a fabricação de certos materiais como o vidro e a cerâmica, entre outros (ARNDT et al 1995 apud VITTI; FARIA; OTTO, 2004).

Assim, em locais próximos a fábricas que liberam compostos fluorados, o teor de fluoretos pode atingir 1,4 mg/F m³ (MURRAY, 1986). Conseqüentemente, há maior exposição aos fluoretos através da inalação nessas regiões (FAWELL et al., 2006).

Todavia, a concentração normal de fluoreto no ar de áreas não industriais gira em torno de 0,05 a 1,90 microgramas de fluoreto (MURRAY, 1986); tornando insignificante a inalação diária de fluoreto pela maior parte da população mundial. Deve-se considerar ainda que o fluoreto do ar pode ser absorvido pelas plantas, uma vez que nelas a incorporação do íon se dá, sobretudo, pelas folhas. Embora também haja absorção de fluoretos pelas raízes, isso só acontece em solos muito ácidos ou arenosos, ou quando o teor de flúor iônico no solo excede a capacidade da planta de inativá-lo por meio da formação de compostos insolúveis. (VITTI; FARIA; OTTO, 2004).

Com relação à presença de fluoretos na água, pode ser tido que quase toda água contém fluoretos naturalmente em diferentes concentrações. Conseqüentemente, pode-se considerá-la uma fonte praticamente universal de fluoretos. Na água do mar, os níveis de fluoreto geralmente oscilam de 0,8 a 1,4 mg/kg; expondo plantas e animais marinhos a quantidades significativas de fluoretos. Águas termais em regiões vulcânicas, por sua vez, apresentam níveis de fluoretos ainda mais altos do que a água do mar, oscilando de 3-6

mg/kg. Já em lagos, rios e poços artesianos os valores são comumente inferiores a 0,5 mg/kg. No entanto, teores bem maiores do que esse têm sido registrados ao redor do mundo, como na Tanzânia, onde foi verificado o teor de 95 mg/kg. Entretanto, o maior valor já encontrado foi no Lago Nakuru, no Vale Rift, no Quênia: 2800 ppm (MURRAY, 1986).

No tocante aos alimentos, a concentração de fluoretos naqueles que são cozidos é baixa (0,1-2,5 mg/kg). No entanto, o teor de fluoretos pode ser maior em alimentos nos quais tecidos ósseos forem incluídos durante o processamento (MENEZES, 2006).

Certas plantas, como o taro (ou inhame-coco), o inhame e a mandioca, constituintes básicos da dieta de muitas áreas tropicais, apresentam teores consideravelmente altos de fluoretos (MURRAY, 1986). Teores elevados de fluoretos foram observados ainda na cevada e no arroz (aproximadamente 2 mg/kg) (FAWELL et al., 2006).

Na carne, os níveis de fluoretos costumam ser baixos (0,2-1 mg/kg). Nos peixes, por exemplo, há pouca concentração de fluoreto (2-5 mg/kg). Por outro lado, em peixes enlatados, como a sardinha e o salmão, o conteúdo é maior (podendo chegar a 40 mg/kg) por causa da ingestão da pele e dos ossos. Já na proteína concentrada de peixe, os teores chegam a 370 mg/kg (FAWELL et al., 2006).

Assim, embora os alimentos sólidos possam constituir importante fonte de fluoretos, a maior parte do consumo diário é proveniente da água (MURRAY, 1986). Entretanto, nem sempre a água é o maior contribuinte, uma vez que variações na dieta e altas concentrações de fluoretos no ar podem implicar em maior exposição aos íons fluoretos em alguns casos (FAWELL et al., 2006).

O teor de fluoreto nas bebidas reflete o teor da água com a qual elas são preparadas. De modo geral, o conteúdo encontrado se situa de 0,1 a 1,4 ppm com exceção do chá (WHITFORD, 1994). Segundo Murray (1986), em infusões a concentração pode chegar a 8,6 mg/L, dependendo do tempo de infusão, da quantidade e da variedade do chá.

No que se refere ao leite, este apresenta baixos teores de fluoretos. No leite humano, a concentração é de, aproximadamente, 0,02 mg/L de fluoreto, ao passo que no leite de vaca a concentração é suavemente maior (0,02-0,05 mg/L de fluoreto). Assim, é pequena a contribuição do leite para o consumo diário de fluoretos (MURRAY, 1986).

Com base nos teores de fluoreto presente nos alimentos, Murray (1986) conclui que geralmente a dieta consumida nos países ocidentais contribui pouco para a ingestão diária de fluoreto. Entretanto, existem diferentes hábitos dietéticos em alguns países do Oriente. Logo, tais hábitos devem também serem considerados. Na Tanzânia, por exemplo, utiliza-se um

mineral denominado trona para tornar alguns vegetais mais macios. Trona contaminado por fluoretos tem sido relacionado à prevalência de fluorose dentária no país (MABELYA, 1997 apud FAWELL et al., 2006).

Em certas localidades da China, por sua vez, Fawell et al. (2006) expõem o consumo de milho contaminado por cinzas volantes oriundas da queima de carvão rico em fluoretos expõe os habitantes a doses mais altas de flúor iônico. Ainda na China, relatam o consumo de *brick tea* (chá em blocos), que possuem teores elevados de fluoretos.

A exposição aos fluoretos por meio do chá varia de 0,04 a 2,7 mg ao dia por pessoa (MURRAY, 1986). Todavia, a ingestão de chá em blocos supracitado, prática comum entre alguns tibetanos pode acarretar uma elevação nessa quantidade, podendo chegar a 14 mg de fluoreto por dia. Os blocos de chá são obtidos através da prensagem de folhas de chá envelhecidas, que contêm maiores teores de fluoreto do que os chás comuns, como o chá preto ou o chá verde (FAWELL et al., 2006).

Diversos produtos odontológicos utilizados no controle da cárie dentária possuem fluoretos em sua composição (dentifrícios, géis, vernizes, soluções para bochechos, entre outros). Assim, o acesso cada vez mais frequente a esses veículos, tornam tais produtos uma fonte relevante de fluoretos (WHITFORD, 1994).

Cimentos de ionômero de vidro e cimentos de ionômero de vidro modificados por resina são materiais dentários liberadores de fluoretos e foram desenvolvidos para prevenir a cárie secundária. Hoje, porém, são também usados como selantes de fósulas e fissuras, na colagem de aparelhos ortodônticos fixos e no TRA (tratamento restaurador atraumático). Esses materiais são indicados para indivíduos com alto risco ou histórico de cárie e para os que não usam dentifrícios com regularidade. A principal vantagem deles é a liberação constante de fluoreto em cavidade bucal para interferir na dinâmica do processo da cárie, independentemente se o indivíduo faz ou não uso de fluoretos por outro método, como os dentifrícios. Quanto às desvantagens, podem ser citadas menor retenção e qualidade estética (BRASIL, 2009).

Os alginatos, também apresentam fluoretos em sua fórmula e os pacientes são expostos através da moldagem e pela sua deglutição acidental. Já os cirurgiões-dentistas e auxiliares podem inalar o pó do alginato que escapa para o ar durante a manipulação do material, principalmente porque há recomendação do fabricante para que se agite a embalagem do produto antes do uso. Dentre outras razões, os fluoretos são acrescentados aos alginatos para acelerar a presa do material. Não coincidentemente, os alginatos que mais

liberaram fluoretos no estudo de Pithon et al (2009) foram aqueles de presa rápida, como o Jeltrate Plus[®] e o Jeltrate Chromatic Ortho[®].

Assim, para que os procedimentos de moldagem com esse hidrocoloide irreversível sejam mais seguros, é recomendável jogar água na boca do paciente depois da moldagem, pedir que ele cuspa e examinar sua cavidade oral para que quaisquer resquícios de alginato possam ser removidos. Já para prevenir a inalação do pó do alginato pelos profissionais, é sensata a utilização de máscara. Tais cuidados se tornam especialmente importantes quando do uso de alginatos com menor tempo de geleificação (PITHON et al., 2009).

Os dados disponíveis na literatura apontam que a ingestão diária de fluoretos varia conforme o país (MURRAY, 1986). Ainda assim, considera-se ótima a ingestão diária de 0,05 – 0,07 mg/kg de peso corporal (FARKAS & FARKAS, 1974 apud MURRAY, 1986). Essa faixa protege contra a cárie dentária com baixo risco de desenvolvimento de fluorose dentária (WHITFORD, 1994).

Estudos sobre o consumo diário de fluoretos mostraram valores de 0,2 mg para lactentes e 5 mg para adultos; sendo que teores maiores que 3,5 mg de fluoretos só são observados em indivíduos cujos hábitos alimentares são incomuns (MYERS, 1978 apud MURRAY, 1986).

A cárie dentária é uma doença infecciosa, transmissível e de caráter multifatorial (LIMA, 2007 apud Santos; Santos, 2011), que aflige a humanidade desde as civilizações mais remotas (NARVAI, 2000). A cárie dentária pode ser compreendida como uma afecção provocada por enzimas liberadas por algumas bactérias que fermentam os resíduos açucarados formando ácidos que desmineralizam o esmalte, deixando-o propenso à cavitação (BUENDIA, 1996).

Nas últimas três décadas do século passado observou-se redução na prevalência de cárie nos países desenvolvidos, tendência que tem persistido no século XXI (SANTOS; SANTOS, 2011), inclusive no Brasil (BRASIL, 2009). Apesar disso, a doença ainda representa um sério problema de saúde pública para indivíduos de baixo status socioeconômico que residem em nações desenvolvidas e para grande parte da população dos países do Hemisfério Meridional (RIBEIRO, OLIVEIRA, ROSENBLATT, 2005 apud SANTOS; SANTOS, 2011).

Os fluoretos não impedem o desenvolvimento da cárie dentária, porquanto não são capazes de interferir na formação de placa e na conversão de açúcares em ácido. No entanto, os fluoretos são considerados os maiores responsáveis pelo declínio da doença em todo o

mundo devido à sua capacidade de diminuir a progressão da cárie dentária. Assim, além do uso constante de fluoretos, para que se combata a cárie da melhor forma possível deve-se controlar a placa dentária e a dieta (CURY, 2001).

O mecanismo de ação dos fluoretos, independentemente do meio de utilização, é o seguinte: doar íons flúor para o meio bucal. Mantidos constantemente na cavidade bucal, os fluoretos podem interferir nos processos de desmineralização e de remineralização (CURY, 2001). O esmalte dentário é constituído basicamente por hidroxiapatita. Quando a hidroxila [OH⁻] é substituída na hidroxiapatita pelos fluoretos, tem-se a fluorapatita. Em pH ácido, tanto a hidroxiapatita quanto a fluorapatita são solúveis, mas a fluorapatita é menos solúvel do que a hidroxiapatita. Durante o processo de desmineralização e remineralização, a fluorapatita tem maior capacidade de se precipitar do que a hidroxiapatita. Desse modo, ainda que o pH desça a níveis que propiciem a dissolução de hidroxiapatita, a fluorapatita se precipitará desde que haja fluoretos disponíveis no meio. Isso contrabalança a perda mineral sofrida pelo esmalte e pela dentina durante a desmineralização e é assim que os fluoretos retardam o desenvolvimento das lesões cáries. Além disso, quando o pH da cavidade bucal retorna a níveis neutros, o fluoreto aciona a capacidade que a saliva possui de remineralizar o esmalte e a dentina (BRASIL, 2009).

Além de doar íons flúor, o mecanismo de ação dos fluoretos envolve a formação de fluoreto de cálcio através da reação entre esmalte-dentina com os íons flúor. Esse fluoreto de cálcio se deposita na placa e nas lesões incipientes de cárie e serve como reservatório de fluoreto em ambiente bucal, diminuindo a progressão da doença cárie (ZANIN; PARDI; PEREIRA, 2003).

Os fluoretos podem ser administrados pela via sistêmica e pela tópica. Entre os métodos sistêmicos estão os suplementos, a água, o sal, o leite e o açúcar fluoretados; que são ingeridos pelo indivíduo. Já os métodos tópicos incluem os dentifrícios, os géis, os vernizes, as soluções para bochecho, entre outros (CURY, 2001).

Pensava-se antigamente que o flúor sistêmico, após ingestão e absorção, seria distribuído pelo organismo e se incorporaria aos dentes em formação, conferindo-lhes maior resistência à cárie dentária pela formação de fluorapatita no lugar de hidroxiapatita. Acreditava-se ainda que uma vez incorporado ao dente, o fluoreto permaneceria ali para sempre (NARVAI, 2000). Assim, preconizava-se o uso de fluoretos apenas para indivíduos de até 13 anos, cujos dentes estavam em formação. No entanto, sabe-se atualmente que o fluoreto importante não é o incorporado ao dente durante a sua formação, mas sim o que é mantido de

forma constante em cavidade bucal interferindo no processo da desmineralização e remineralização (CURY, 2001).

Os métodos sistêmicos têm sido empregados há anos. Dentre eles, os mais comumente usados são a água e o sal fluoretados. Ambos os métodos beneficiam milhões de indivíduos ao redor do mundo, principalmente a água. Embora seus benefícios sejam comprovados, cuidados são necessários para evitar que as pessoas sejam expostas a doses excessivas de fluoretos. Para minimizar os riscos de toxicidade, preconiza-se que dois métodos sistêmicos não sejam utilizados simultaneamente (SILVA, 2003).

A fluoretação das águas de abastecimento público representa uma das mais significativas medidas de saúde pública, quiçá a mais importante. Como o fluoreto já está naturalmente presente nas águas em diferentes concentrações, fluoretar a água significa ajustar os teores existentes a níveis considerados ótimos (BUENDIA, 1996). Em abordagem coletiva, a água fluoretada pode ser considerada o método mais efetivo para prevenir a cárie dentária (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003a). A fluoretação das águas é também adequada, prática, segura, econômica e perene (BUENDIA, 1996). Segundo Brasil (2012), a fluoretação das águas representa a forma mais abrangente e socialmente justa de acesso ao flúor.

A fluoretação das águas de abastecimento público é o método mais antigo de se utilizar fluoretos no combate à cárie dentária. O início da fluoretação das águas começou nos Estados Unidos (Grand Rapids, Michigan e Newburgh, Nova York) e Canadá (Brantford, Ontário), nos anos de 1945 e 1946 (BRASIL, 2009). Para cada uma dessas cidades havia uma cidade controle onde não seria implantada a fluoretação (BUENDIA, 1996). Na 25ª Assembleia Mundial de Saúde, em 1975, a Organização Mundial de Saúde (OMS) apresentou um programa para promover a fluoretação das águas de abastecimento. No ensejo, o programa foi aprovado por unanimidade pelos quase 150 países-membros (BRASIL, 2012). No século XXI, a fluoretação continua sendo apoiada pela OMS e por todas as entidades brasileiras de odontologia, saneamento e saúde pública (BRASIL, 2009).

O processo de fluoretação das águas no Brasil começou no Espírito Santo em 31 de outubro de 1953, na cidade de Baixo Guandu. A cidade foi escolhida devido ao alto índice de cárie dentária verificado na população após inquérito odontológico. O fluossilicato de sódio foi o composto fluoretado a ser agregado à água de abastecimento (BRASIL, 2012). Catorze anos após o início da fluoretação, houve declínio de 65,4% de cárie dentária na faixa etária de 6 a 12 anos (BUENDIA, 1996).

Ainda conforme Buendia (1996), mais de duas décadas após o início da fluoretação das águas no Brasil, foi decretada e sancionada no dia 24 de maio de 1974, a lei nº 6050, que dispõe sobre o método até hoje. Essa lei foi regulamentada pelo Decreto Federal nº 76872 de 22 de dezembro de 1975. Em seus dois primeiros parágrafos ele dispõe da obrigatoriedade da fluoretação das águas onde houver estações de tratamento de água.

A fluoretação tem avançado muito e está presente em muitas cidades, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Por outro lado, ainda há milhões de brasileiros não beneficiados pela fluoretação das águas, mormente nas regiões Norte e Nordeste. Não obstante, o Brasil possui atualmente o segundo maior sistema de fluoretação de águas de abastecimento público do planeta, e em 2006 beneficiava aproximadamente 100 milhões de brasileiros (BRASIL, 2009). Um dos objetivos do Brasil Sorridente é levar água fluoretada a 100% dos municípios que possuam sistema de abastecimento (SANTOS; SANTOS, 2011). A concentração adequada de fluoretos a ser agregada nas águas de determinada região deve ser calculada com base nas temperaturas máximas do ar por, no mínimo, 1 ano; sendo 5 anos o período recomendado (BRASIL, 2012).

A concentração de fluoretos nas águas de abastecimento oscila entre 0,7 a 1,2 ppm, de acordo com o clima de cada região. Em locais quentes, onde o consumo de água é maior, a concentração de fluoretos deve ser mais baixa. Em locais frios, onde o consumo de água é menor, a concentração de fluoretos pode ser razoavelmente mais alta (WHITFORD, 1994).

Deve-se controlar o conteúdo de fluoreto na água, uma vez águas hipofluoradas não previnem a cárie e águas hiperfluoradas podem aumentar a prevalência de fluorose dentária em indivíduos com 9 anos ou menos de idade. No Brasil, 0,7 ppm é uma concentração adequada para a maior parte do território nacional. Na maior parte da região Sul, por sua vez, a concentração ideal é 0,8 ppm (BRASIL, 2009).

A escolha de determinado composto depende de vários fatores, tais quais: eficácia, grau de solubilidade, custo, transporte, manuseio do composto e riscos operacionais. A Portaria nº 635/Bsb do Ministério da Saúde, de 26 de dezembro de 1975 recomenda os seguintes compostos: fluoreto de cálcio (CaF_2), fluossilicato de sódio (Na_2SiF_6), fluoreto de sódio (NaF) e ácido fluossilícico (H_2SiF_6) (BUENDIA, 1996). No Brasil, os produtos mais usados são o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico (BRASIL, 2009).

Outro ponto a se considerar sobre a água fluoretada é a possibilidade de ela beneficiar regiões não fluoradas. Nessas regiões, pode haver ingestão significativa de fluoretos através do consumo de produtos processados em locais com água fluoretada. Esse tipo de exposição é

denominado “halo efeito” (SANTOS; SANTOS, 2011). O consumo de bebidas preparadas em regiões com água fluoretada em locais onde não há fluoretação das águas é apontado por Whitford (1994) como uma das causas que diminuiriam a diferença na ingestão de fluoretos entre áreas fluoretadas e não fluoretadas.

Deve-se ainda considerar que, onde não há água fluoretada, é recomendável o uso regular de dentifrício fluoretado associado a outro método tópico. A escolha entre verniz, gel ou bochecho dependerá de aspectos operacionais e do custo, porquanto os três meios citados apresentam eficácia e efetividade semelhantes. De modo geral o que diferencia o gel do verniz e dos bochechos é a eficiência, que se relaciona ao custo-benefício de determinada medida (BRASIL, 2009).

Assim como ocorre com as águas de abastecimento público, o sal de cozinha também pode ser fluoretado; sendo igualmente um método sistêmico e coletivo para a prevenção e controle da cárie dentária. A agregação de fluoretos ao sal foi introduzida na Suíça em 1955, e é recomendada para lugares onde não é possível a fluoretação da água. Além de ser praticada no país onde foi aplicada pela primeira vez, há a fluoretação do sal em países como a Hungria, a França, o México, a Jamaica, a Costa Rica, entre outros (SILVA, 2003).

Para a fluoretação do sal, geralmente se emprega o fluoreto de sódio (NaF), mas o fluoreto de potássio (KF) e o fluoreto de cálcio (CaF₂) também propiciam resultados satisfatórios. É importante ressaltar que os fluoretos são compatíveis com o iodato ou iodeto de potássio, acrescidos ao sal para prevenir o bócio endêmico (MARTHALER et al, 1978 apud SILVA, 2003).

A fluoretação do sal apresenta uma série de vantagens, dentre as quais destacam-se: a facilidade de aplicação; o custo; a possibilidade de implementação do método em locais afastados ou com um número reduzido de habitantes; e a compra do produto fluoretado fica a critério do consumidor, uma vez que coexistem no mercado sal com e sem fluoretos (SILVA, 2003).

Conforme supracitado, a aplicação de fluoreto ao sal apresenta custo baixo: US\$ 0,03 *per capita* anual quando o NaF é usado e US\$ 0,01 quando o CaF₂ é usado (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003a). Segundo Silva (2003), o preço do sal fluoretado geralmente é o mesmo dos demais tipos de sal; sejam eles acrescidos ou não de aditivos preventivos como o iodo.

Embora obtenha bons resultados em condições adequadas, o método possui desvantagens. Um dos principais problemas enfrentados pela fluoretação do sal é o controle; já que o monitoramento onde há muitas fontes produtoras é difícil. Outro problema

encontrado é a dosagem: o consumo de sal varia drasticamente conforme o indivíduo, existindo desde os que ingerem excesso de sal até os que se privam dele (MENEZES, 2006).

Além disso, as diferenças regionais no preparo de alimentos e a faixa etária de cada indivíduo também devem ser levadas em consideração antes de se estabelecer a quantidade adequada de fluoreto a ser adicionada ao sal. Conhecer os teores naturais de fluoretos na água que abastece determinada população é igualmente importante, para que se evite a associação desses dois métodos sistêmicos e se exponha o indivíduo ao risco de desenvolver fluorose dentária (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003a). Ainda antes de se implementar a fluoretação das águas em determinado local, deve-se realizar um levantamento sobre a prevalência da cárie dentária, para que os benefícios proporcionados pela fluoretação possam ser mensurados nos anos posteriores (BUENDIA, 1996).

No início da década de 1990, através da Portaria nº 1437 do Ministério da Saúde, houve tentativa de adicionar fluoretos ao sal de cozinha comercializado em algumas regiões do Brasil (Norte, Nordeste e parte da região Centro-Oeste). Porém, não houve sucesso e a fluoretação do sal foi revogada em 1992 pela Portaria nº 851 (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003a). Dentre as dificuldades encontradas estava o não consumo de sal refinado por parte da população de baixa renda, o que inviabilizava a fluoretação (CURY, 2001).

Por mais que seja possível fluoretar sal não refinado, tal método requer tecnologia complexa, o que encarece o preço final do produto. Consequentemente, o aumento do custo prejudicaria a população menos favorecida, justamente aquela que mais consome sal não refinado. Outro entrave para a fluoretação do sal no Brasil era a existência de inúmeras empresas produtoras de sal ao redor do país. Em 1987, havia mais de duzentas. Além disso, deve-se considerar que a iodação do sal ainda não era uniformizada no Brasil, uma vez que 20% do sal produzido no país apresentavam doses de iodo abaixo do recomendado; ao passo que 60% apresentavam doses acima do ideal. Assim, era improvável que a fluoretação do sal obtivesse sucesso, uma vez que altas doses provocariam fluorose e doses baixas não preveniriam a cárie dentária (SILVA, 2003).

No que concerne à dose de fluoreto a ser agregada ao sal, a concentração de 250 mg de fluoreto por quilograma é a mais empregada. Considera-se que tal quantidade seja capaz de combater a cárie dentária, bem como de oferecer riscos mínimos de desenvolvimento de fluorose. A dose de 90 mgF/kg de sal, usada até 1970, mostrou-se insuficiente (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003a).

Os suplementos, por sua vez, usados no passado como um meio coletivo de uso de fluoretos por escolares são usados atualmente, sobretudo em abordagem individual (CURY, 2001). Segundo Oliveira (1997), os suplementos devem ser indicados somente de forma alternativa ou complementar, em regiões onde a concentração de fluoretos for nula ou abaixo do ideal.

Quando os suplementos começaram a ser indicados, acreditava-se que o efeito do fluoreto advinha da sua incorporação ao dente. No entanto, sabe-se hoje que mesmo os métodos de uso sistêmico apresentam mecanismo majoritariamente tópico. Além disso, as pessoas vêm sendo mais expostas aos fluoretos a partir dos produtos de uso tópico e pelo halo efeito no caso das pessoas que não moram em regiões fluoretadas (WHITFORD, 1994). Assim, todas essas razões contribuem para não indicação dos suplementos. Os suplementos são geralmente indicados para crianças, fato que desconsidera que o efeito dos veículos de fluoreto é o mesmo independente da idade: aumentar a concentração de fluoreto na cavidade bucal. Outros pontos negativos do método incluem a necessidade de uso diário e médicos que prescrevem os suplementos de forma empírica e variada (BRASIL, 2009).

A dose da dose de suplemento a ser prescrita depende da idade da criança e deve ser ajustada conforme a sua ingestão diária de fluoretos. De 6 meses a 3 anos de idade indica-se 0,25 mg; de 3 a 6 anos indica-se 0,5 mg e de 6 a 16 anos indica-se 1 mg de fluoreto (OLIVEIRA, 1997).

No tocante aos suplementos pré-natais administrados a gestantes, não há evidências científicas que justifiquem seu uso uma vez que não diminuem a incidência de cárie em dentes decíduos (BRASIL, 2009).

Diferentemente dos métodos sistêmicos, os tópicos não precisam ser ingeridos para que desempenhem suas funções. Soluções para bochecho, dentifrícios, géis e vernizes fluoretados são exemplos de meios tópicos. Cada um deles apresenta particularidades que devem ser levadas em consideração antes de se indicá-los. Existem os fluoretos de uso caseiro e profissional (CURY, 2001).

Ainda conforme o estudo de Cury, a aplicação tópica de flúor profissional (ATFP) é indicada para indivíduos que apresentem maior risco ao desenvolvimento de cárie dentária. Preconiza-se a ATFP para os seguintes grupos: indivíduos com atividade de cárie, crianças com dentes recém-irrompidos, pessoas com hipossalivação ou xerostomia, pacientes especiais com comprometimento motor, pacientes ortodônticos, entre outros.

Os dentifrícios fluoretados começaram a ser utilizados nos países desenvolvidos durante a década de 1960 (BRASIL, 2009). Porém, eles só começaram a ganhar notoriedade duas décadas depois, quando estudos que apontaram redução da cárie dentária independentemente da fluoretação das águas (CURY, 2001).

No Brasil, por sua vez, a venda de dentifrícios fluoretados só atingiu a população de fato no final da década de 1980. Não obstante, o país apresenta hoje o terceiro maior consumo *per capita* de dentifrícios, sendo superado somente pelos Estados Unidos da América e Japão (CURY; ANDRADE; QUINTANA-GOMES JR., 2004).

Dentre os métodos tópicos para o controle da cárie dentária, o dentifrício fluoretado pode ser considerado o mais racional. Através da escovação com dentifrício fluoretado, há concomitantemente a desorganização da placa dental e manutenção do fluoreto na cavidade bucal (CURY, 2001). Em conjunto com a água fluoretada, os dentifrícios representam medidas universais de acesso aos fluoretos, sendo, portanto, cruciais na redução e controle da cárie dentária (BRASIL, 2009).

Os compostos fluoretados mais usados nos dentifrícios são o fluoreto de sódio (NaF) e o monofluorfosfato de sódio (MFP, Na₂PO₃F). No que diz respeito à eficácia do dentifrício, não há diferença entre os dois compostos. Isso porque ambos são capazes de doar flúor iônico para o meio bucal; seja por ionização como ocorre com o NaF em contato com a água; ou pela ação das fosfatases presentes na cavidade bucal, como ocorre com o MFP. Por outro lado, os demais componentes dos dentifrícios devem ser compatíveis com os compostos fluoretados utilizados. Do contrário, os íons de flúor podem reagir com outros íons formando compostos insolúveis. Quando isso acontece, sua ação preventiva é perdida. É por esse motivo que dentifrícios com fluoreto de sódio, por exemplo, não devem possuir carbonato de cálcio ou qualquer outro abrasivo que contenham cálcio. Em dentifrícios com tal composição, o fluoreto reage com os íons de cálcio formando fluoreto de cálcio dentro do tubo; não no dente (BRASIL, 2009). Durante a escovação, o fluoreto de cálcio previamente formado no dentifrício não libera o fluoreto em cavidade bucal, o que compromete sua ação, conforme dito.

A concentração de fluoreto nos dentifrícios compreende-se de 1000 a 1500 ppm. Nesses teores, os dentifrícios reduzem a cárie em até 30% (MURRAY et al, 2005). Atualmente, o declínio da cárie dentária no planeta mesmo nas localidades sem água fluoretada é atribuído à utilização de dentifrício fluoretado (BRASIL, 2009).

Por outro lado, não basta o dentifrício conter fluoreto; o fluoreto deve estar solúvel (iônico ou ionizável), desde a fabricação até a data de validade. De acordo com a Portaria nº 22 de 1989, após um ano, o dentifrício deve conter pelo menos 600 ppm de fluoreto solúvel e a partir daí um mínimo de 450 ppm até o vencimento do produto. Porém, mudanças na portaria não deixam claro que o fluoreto deve estar solúvel no dentifrício, o que pode comprometer a qualidade dos dentifrícios brasileiros (ZANIN; PARDI; PEREIRA, 2003).

Por fim, deve-se considerar que, embora tópico, o dentifrício pode constituir uma fonte sistêmica de fluoreto por causa da deglutição. Segundo Whitford (1994), embora a deglutição de dentifrícios ocorra principalmente em crianças, adultos também o fazem, só que em menor quantidade.

Os bochechos são soluções concentradas, geralmente de fluoreto de sódio, que podem ser usados semanalmente (NaF a 0,2%; 900 ppm de fluoretos) ou diariamente (NaF a 0,05%; 225 ppm de fluoretos). São indicados para indivíduos com alto risco ou atividade de cárie dentária (BRASIL, 2009).

As soluções para bochecho não são recomendadas para menores de seis anos porque nelas o controle reflexo da deglutição ainda não está bem desenvolvido (KRAMER; FELDENS; ROMANO, 1997).

Os géis fluoretados são veículos tópicos de uso profissional. Podem ser empregados tanto em abordagem individual como coletiva. A literatura mostra que o gel fluoretado reduz de 19% a 37% a cárie dentária (MARINHO et al 2003 apud BRASIL, 2009). O composto geralmente utilizado é o flúor-fosfato acidulado (FFA) a 1,23%. A aplicação do gel não requer profilaxia e deve ser realizada com moldeiras ou através da escovação durante 1 ou 4 minutos (BRASIL, 2009).

O FFA possui pH 3, o que propicia maior incorporação de fluoreto pelo esmalte. Entretanto, para evitar que próteses de porcelana e restaurações com compósitos resinosos sejam danificadas, foram desenvolvidos géis de NaF a 2% com pH neutro (KRAMER; FELDENS; ROMANO, 1997).

Ainda segundo Kramer, Feldens e Romano (1997), embora o uso do gel seja seguro, alguns cuidados devem ser tomados, principalmente se a aplicação se der através de moldeiras: não utilizar muito gel, colocar o paciente em posição vertical com a cabeça levemente inclinada para frente, usar sugador e instruir ao paciente que cuspa o excesso de gel. Deve-se ainda conhecer o estado de jejum do paciente, porquanto o estômago vazio e

consequentemente mais ácido propicia maior absorção do fluoreto do que o estômago após as refeições.

Porquanto o flúor, na forma de fluoreto, é abundante no mundo, todos os seres vivos estão expostos a pequenas quantidades dele sem que isso normalmente lhes traga algum dano. Contudo, o flúor iônico pode estar presente na água, no solo e no ar em altos teores; representando um risco em potencial à saúde. Além disso, há exposição a outras fontes de fluoretos por meio de produtos fluoretados e diversos alimentos. Assim, conhecer o metabolismo e os possíveis efeitos colaterais dos fluoretos é fundamental para que se possa reverter eventuais quadros de intoxicações e prevenir outros (ARNEBERG e SAMPAIO, 2000).

O metabolismo dos fluoretos compreende a absorção, a distribuição e a excreção. Para compreendê-las, é essencial estar familiarizado com alguns conceitos. Um deles é que, ao serem ingeridos, os compostos fluoretados solúveis sofrem dissociação iônica pelo ácido clorídrico (HCl) produzido no estômago (BRASIL, 2012). Ou seja, os íons que formam os compostos são separados. Assim, o flúor iônico reage de forma reversível com o hidrogênio para formar o ácido fluorídrico (HF); um conhecimento de grande valia no estudo dos fluoretos, uma vez que muito do seu comportamento no organismo se deve exatamente à difusão do HF pelo corpo.

Igualmente, deve-se considerar a alta afinidade do fluoreto com o cálcio. É devido a ela que o fluoreto se associa aos tecidos calcificados: esqueleto e dentes em formação (BUENDIA, 1996). Estima-se que 99% do fluoreto retido no corpo esteja no esqueleto (ARNEBERG e SAMPAIO, 2000).

A maior parte do fluoreto ingerido é excretada pelo sistema renal, embora haja eliminação também pelas fezes (WHITFORD, 1994).

A absorção dos fluoretos pode ocorrer pelo trato gastrointestinal, pela mucosa bucal, por inalação ou pela pele (SILVA, 2003). A maior parte dos fluoretos é absorvida através do trato gastrointestinal na forma de ácido fluorídrico por difusão passiva. A absorção dos fluoretos é rápida e sua meia-vida é de meia hora. Deste modo, 50% do fluoreto ingerido são absorvidos pelo trato gastrointestinal em 30 minutos. Já o pico de concentração plasmática se dá geralmente entre 30 e 60 minutos (WHITFORD, 1994).

Tal absorção se dá, sobretudo, no estômago e no intestino delgado, sendo inversamente proporcional ao pH estomacal. Por conseguinte, quanto menor o pH, maior será a absorção. Assim, o estômago vazio, que é mais ácido, permitirá maior absorção do que o

estômago cheio, que apresenta pH mais alcalino. Estima-se que até 40% do fluoreto ingerido seja absorvido pelo estômago como ácido fluorídrico (FAWELL et al., 2006).

Isso porque, em meios ácidos, onde o pH é baixo devido à quantidade de íons hidrogênio (H^+) disponível ser alta, o fluoreto reage com os íons hidrogênio formando ácido fluorídrico ($F^- + H^+ \Leftrightarrow HF$). O ácido fluorídrico é um ácido fraco cujo pKa é igual a 3.45. Isso significa que esse ácido será formado quando o pH do meio igual ou menor que 3.45. Assim sendo, em meios com pH mais alto como na saliva, no plasma sanguíneo e nos fluidos tissulares o fluoreto se apresentará majoritariamente na forma iônica (MENEZES, 2006).

A formação de ácido fluorídrico favorece a absorção porquanto o seu coeficiente de permeabilidade supera em mais de um milhão de vezes o do flúor iônico (Gutknecht e Walter, 1981 apud Whitford 1994). Isso significa que, diferentemente do fluoreto, o ácido fluorídrico é capaz de transpor as barreiras biológicas por difusão passiva e chegar ao plasma, de onde será distribuído para posteriormente ser excretado.

A taxa de absorção dos fluoretos pode ser afetada também pela presença de certos cátions no meio. Caso o estômago apresente altas concentrações de íons de cálcio e alumínio, por exemplo, eles reagirão com os fluoretos formando compostos insolúveis posteriormente eliminados pelas fezes. Porém, na ausência de altas concentrações desses cátions, aproximadamente 80-90% do fluoreto ingerido é absorvido pelo trato gastrointestinal. Esse conhecimento é fundamental tanto para a prevenção e tratamento de intoxicações agudas por fluoretos. O fluoreto não absorvido no estômago é absorvido pelo intestino delgado (WHITFORD, 1994).

Depois de absorvido, o fluoreto atinge o plasma e é distribuído pelo corpo. Considera-se o plasma o compartimento central do fluoreto, uma vez que é por ele que o fluoreto tem de passar para ser distribuído para os tecidos moles ou compartimento periférico e posteriormente excretado. Estima-se que metade do fluoreto absorvido seja excretada na urina dentro de 24 horas (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000).

A concentração de fluoretos no plasma e nos fluidos intersticiais oscila de 0,01 a 0,05 ppm (WHITFORD, 1990 apud BRASIL, 2012). Porém, deve-se considerar que essa concentração tende a aumentar conforme a idade, o que pode estar relacionado à maior reabsorção óssea e menor capacidade do esqueleto em removê-lo da corrente sanguínea (SINGER & OPRAUGH, 1979 apud SILVA, 2003).

A concentração de fluoretos em quase todos os tecidos moles é menor do que a concentração no plasma. A exceção são os rins saudáveis, onde pode haver acúmulo de fluoreto devido à produção de urina (MURRAY, 1986).

Uma parcela do fluoreto volta à cavidade bucal pelos vasos sanguíneos, saliva e outros fluidos bucais. Quando captada na saída dos ductos salivares, a concentração de fluoretos na saliva equivale a aproximadamente $2/3$ da concentração plasmática (MURRAY, 1986). O restante da saliva apresenta teores mais elevados de fluoretos por causa da contribuição dos alimentos, água, produtos odontológicos e fluoretos oriundos da placa dentária (WHITFORD, 1994).

Outra parcela do fluoreto se acumula nos ossos, e o restante é posteriormente excretado. A taxa de associação dos fluoretos aos tecidos calcificados está relacionada à idade. Quanto mais novo for o indivíduo, maior a retenção de fluoretos. Em crianças que ingerem 0,25 mg de fluoreto, a retenção de fluoretos pode atingir 80%; ao passo que em adultos a retenção é bastante inferior. Porém, deve-se considerar que mesmo o fluoreto retido nos tecidos calcificados não se encontra irreversivelmente ligado, sendo liberado durante o remodelamento ósseo. (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000).

Depois que 50% do fluoreto ingerido é absorvido, os níveis plasmáticos declinam de forma rápida. Isso se deve à excreção renal e à associação dos fluoretos pelos tecidos calcificados (WHITFORD, 1994), principalmente pelo tecido ósseo (SILVA, 2003).

A velocidade de eliminação dos fluoretos é proporcional a seus níveis plasmáticos; ou seja, é um processo de primeira ordem (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000). Contudo, existem certos fatores que podem acelerá-la ou retardá-la. A velocidade de eliminação do flúor pelos rins, se comparada à velocidade de outros elementos químicos, como o sódio e o cloro, pode ser considerada mais rápida (WHO, 1994 apud Silva, 2003).

Do mesmo modo que na absorção, o pH apresenta um papel importante na excreção dos fluoretos. A excreção dos fluoretos é diminuída quando a urina é ácida nos túbulos renais, porquanto há a formação de ácido fluorídrico que é redifundido para o plasma. Por outro lado, quando a urina é neutra ou alcalina, o fluoreto não consegue atravessar a parede dos túbulos renais por permanecer em sua forma iônica; sendo então excretado pelo organismo. Assim, a composição da dieta implica maior ou menor retenção de fluoretos. Dietas ricas em proteínas, que resultam em maior acidez na urina do que dietas vegetarianas; diminuem a excreção de fluoretos pelos rins (FAWELL et al., 2006).

Outro fator envolvido na excreção é a velocidade de excreção urinária. Por conseguinte, indivíduos que apresentem insuficiência renal crônica apresentarão maiores níveis plasmáticos de fluoretos. Conforme citado anteriormente, os rins são responsáveis pela eliminação da maior parte dos fluoretos, enquanto que apenas 10% dos fluoretos são eliminados pelas fezes. A excreção através do leite materno e do suor é desprezível (ARNEBERG; SILVA, 2000).

Em concordância ao que foi dito antes, o papel preventivo e terapêutico dos fluoretos no controle da cárie dentária é conhecido mundialmente. Não obstante, os fluoretos podem provocar intoxicações agudas e crônicas se não ingeridos em quantidades adequadas; causando toxicidade em homens, animais (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000) e plantas (WEINSTEIN; DAVISON, 2004).

Um exemplo da ocorrência de fluorose em animais foi descrita por Arndt et al (1995), citado por Vitti, Faria e Otto (2004). Segundo eles, certos herbívoros, em especial bovinos e ovinos, podem apresentar fluorose dentária e esquelética por ingerirem vegetação com quantidades excessivas de fluoretos.

Quando altas doses são ingeridas de uma só vez, tem-se uma intoxicação aguda. Por outro lado, quando doses maiores do que o recomendado são ingeridas por um longo período de tempo tem-se uma intoxicação crônica (BRASIL, 2012).

Há três mecanismos sob os quais o flúor pode ser tóxico: por sua ação corrosiva, pela afinidade dos fluoretos pelos íons de cálcio e pela ação do fluoreto sobre enzimas. As três vias pelas quais os fluoretos podem provocar intoxicações são por via oral, pela inalação e pela pele. (MENEZES, 2006).

Recapitulando, a intoxicação aguda é caracterizada pela ingestão de grande quantidade de flúor de uma só vez, o que pode acarretar desde irritação gástrica à morte. Com base em acidentes fatais provocados quando do uso de doses anteriormente tidas como seguras, estabeleceu-se a dose de 5 mg F/kg como a dose provavelmente tóxica (DPT)(CURY, 2001).

Alguns dos sinais e sintomas da intoxicação aguda por fluoretos incluem: náuseas, cólicas, vômitos, dores abdominais, diarreia, cefaleia, hipersalivação; suor; frio; tetania, hipocalcemia, hipomagnesemia, hipercalcemia, queda da pressão arterial, depressão respiratória; arritmia cardíaca; desorientação ou coma e morte (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000; CURY; ANDRADE; QUINTANA-GOMES JR., 2004).

Para Cury, Andrade e Quintana-Gomes Jr. (2004), a consequência mais grave de altas doses de fluoretos é a hipocalcemia porque os íons cálcio são imprescindíveis para que o

sistema nervoso mantenha sua integridade funcional. Assim, eles descrevem que, quando os níveis de íons cálcio no soro caem abruptamente pela ligação com o fluoreto, há consequente parestesia, tetania, diminuição da contratilidade do miocárdio, convulsões, fibrilação muscular e possível colapso cardiovascular.

O aumento do potássio na corrente sanguínea, a hipercalemia, é também apontado como possível causa de arritmia ventricular e parada cardíaca. Parece que o fluoreto induz alterações na permeabilidade das membranas celulares, permitindo a saída desse metal alcalino. Há evidências ainda que o fluoreto também intervenha em sistemas enzimáticos, tais quais as glicolíticas, as colinesterases e outras onde há magnésio e manganês. No entanto, os mecanismos pelos quais isso ocorre ainda não foram elucidados (Cury, Andrade e Quintana-Gomes Jr., 2004).

Um dos maiores problemas em quadros agudos é estimar a dose à qual o paciente foi submetido (ARNEBERG; SAMPAIO, 2000), uma vez que o tratamento a ser instituído em intoxicações agudas depende da dose estimada à qual o paciente foi submetido. Assim, caso o indivíduo tenha ingerido menos de 5 mg/kg de fluoretos, ele deverá: receber 5ml de hidróxido de alumínio em gel ou leite e ser observado durante 1 hora. Não é necessária a indução de vômito nesse caso. Por outro lado, quando uma pessoa ingere de 5 a 15 mg/kg de fluoreto, o tratamento consistirá em: administrar substâncias eméticas para induzir o vômito; administrar hidróxido de alumínio; administrar cálcio por via oral e internar o paciente imediatamente, para observação médica (CURY; ANDRADE; QUINTANA-GOMES JR., 2004).

Porém, caso o paciente ingira dose superior a 15 mg/kg de fluoreto, ele deverá: ser levado ao hospital imediatamente; ser induzido a vomitar através de substâncias eméticas, com posterior administração de hidróxido de alumínio (independentemente se o paciente vomitar ou não) ou de cálcio por via oral. Uma vez em ambiente hospitalar, deve-se proceder ao monitoramento cardíaco, administrar solução de gluconato de cálcio 10% por via intravenosa; administrar glicose e soro bicarbonatado; administrar diuréticos para que o fluoreto seja excretado mais rapidamente e outras medidas de suporte que previnam colapso respiratório e cardiovascular (CURY; ANDRADE; QUINTANA-GOMES JR., 2004).

A intoxicação crônica pelo fluoreto se dá quando um indivíduo ingere doses excessivas e prolongadas de fluoretos. Esse tipo de intoxicação pode causar fluorose dentária e fluorose esquelética (ou óssea), sendo a primeira a mais comum e de maior interesse em Odontologia.

A fluorose dentária é causada pelo consumo excessivo de fluoretos durante a amelogênese. O esmalte fluorótico é hipomineralizado e poroso porque os espaços intercristalinos (onde há água e proteínas) são maiores e os cristais são desorganizados (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003b).

Os casos de fluorose dentária vêm aumentando ultimamente pelas múltiplas fontes de fluoretos a que as pessoas têm sido expostas: água fluoretada, suplementos, dentifrícios, bebidas e alimentos com teores consideráveis de flúor iônico. Desse modo, torna-se necessário que os fluoretos sejam utilizados de forma segura, consciente e parcimoniosa (BRASIL, 2009).

A severidade depende dose, duração da exposição, estágio da atividade do ameloblasto, idade do indivíduo e suscetibilidade individual. Além disso, outras variáveis que afetam a fluorose são: o fator nutricional, aspectos socioeconômicos, temperatura, inalação de gases e altitude (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003b).

As manifestações do esmalte vão desde estreitas linhas brancas e opacas no esmalte de dentes homólogos até quadros onde o esmalte se rompe por lesões mecânicas e se torna pigmentado pelos corantes dos alimentos. A fluorose dentária leve afeta apenas a estética, ao passo que a fluorose dentária moderada e severa apresentam comprometimentos estéticos, morfológicos e funcionais. O tratamento das formas mais brandas consiste na microabrasão do esmalte com ácidos (cítrico, fosfórico, hidrocloreídrico) associados a agentes abrasivos. A microabrasão, no entanto, não é indicada para casos mais severos que necessitariam de desgastes mais profundos no esmalte. Em muitos casos assim, recomenda-se a confecção de facetas (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003b).

Com base no exposto anteriormente, o objetivo deste estudo é discutir o uso de fluoretos sistêmicos. O estudo também se destina à discussão dos métodos tópicos que, ao serem inadvertidamente deglutidos, são absorvidos, distribuídos e excretados pelo organismo tais quais os sistêmicos.

DISCUSSÃO

Dada a importância do uso do flúor em Odontologia, principalmente na prevenção e controle da cárie dentária, torna-se fundamental que os profissionais da área possuam um conhecimento sólido sobre o assunto. Somente dessa forma é possível lidar com o flúor racionalmente, tirando proveito de seus benefícios e prevenindo seus efeitos colaterais.

O primeiro conceito a ser esclarecido é o porquê de chamar o flúor de fluoreto. O termo genérico flúor se refere ao elemento químico mais eletronegativo e reativo da tabela periódica. Só que devido a essas características, o flúor dificilmente é encontrado em sua forma elementar na natureza, existindo quase sempre em sua forma combinada – o fluoreto, como apontado por Murray (1986). O fluoreto é forma iônica do flúor, que diferentemente do átomo neutro, se apresenta negativamente carregado pelo ganho de 1 elétron em sua camada de valência. E é justamente o íon fluoreto que desempenha um papel importante na prevenção e controle da cárie dentária.

Ainda sobre a química, a alta afinidade dos fluoretos pelos metais bi e trivalentes, particularmente pelo cálcio, facilita o entendimento sobre o comportamento do fluoreto no organismo. Ele se liga aos ossos e dentes em formação pela forte ligação com o cálcio, o que também justifica a hipocalcemia que provoca quando ingerido em doses elevadas. Quando dentifrícios que contêm fluoreto de sódio apresentam abrasivos com cálcio, eles reagem dentro do tubo formando fluoreto de cálcio. Logo, ao ser usado na escovação, o fluoreto ligado ao cálcio não será liberado. Portanto, o efeito anticárie do fluoreto será perdido, como apontado pelo Guia de Fluoretos. Assim, para Buendia (1996), a afinidade do íon fluoreto pelos metais bi e trivalentes auxilia na compreensão do seu comportamento no organismo. No que diz respeito ao metabolismo, a absorção do íon flúor é menor após a ingestão de alimentos pela formação de compostos insolúveis com o cálcio ou outros metais, tais como o alumínio. E é por isso que Cury, Andrade e Quintana-Gomes Jr. preconizam a administração de cálcio e gluconato de alumínio a indivíduos com quadro de intoxicação aguda: para diminuir ou retardar a absorção de fluoreto e assim diminuir os sinais e sintomas da intoxicação.

Pelo fato do elemento flúor ser abundante no mundo – é um dos vinte elementos químicos mais abundantes da crosta terrestre –, os seres vivos são expostos a ele de várias formas, como observado em vários estudos como o de Murray (1986). Assim, é importante conhecer suas concentrações presentes na água, no ar, nos solos e nos alimentos. Segundo o autor, quando presente no solo, ele pode se incorporar em algumas plantas que servem de alimento ao homem, contribuindo para a ingestão total de fluoretos.

A concentração de fluoretos no ar também deve ser conhecida. Em geral, o teor de fluoretos na atmosfera é desprezível. Todavia, os teores podem ser mais elevados em regiões industriais e onde há atividade vulcânica. Nessas regiões, de acordo com Fawell et al. (2006), as pessoas apresentam maior risco de desenvolver quadros de intoxicação em decorrência da

inalação do íon. O conteúdo de fluoretos no ar é importante também porque as plantas absorvem fluoreto pelas folhas mais do que pelas raízes, como mostra o estudo de Vitti, Faria e Otto (2004).

A água, natural ou artificialmente fluoretada, geralmente representa a maior fonte de fluoretos, conforme o estudo realizado por Murray (1986). Assim, conhecer a concentração do íon na água é fundamental. Para que se conheça o conteúdo de fluoreto na água de abastecimento público, é necessário que haja vigilância sanitária para assegurar se a concentração de fluoreto é eficaz e previne a cárie ao mesmo tempo em que apresenta risco pequeno de fluorose, como mostrado por Brasil (2009). Segundo Whitford (1994), no entanto, não é mais possível calcular a ingestão diária de fluoretos apenas pelo conteúdo de flúor iônico na água, tal qual se fazia antigamente. Hoje em dia, as múltiplas fontes de fluoretos como alimentos sólidos; bebidas como sucos, chás e Gatorade e produtos odontológicos constituem um contribuinte relevante. Outros fatores complicadores apontados pelo autor é o uso de purificadores de água e o consumo de água mineral engarrafada. Os purificadores por osmose reversa, por exemplo, têm a capacidade de remover o fluoreto da água.

Ainda no tocante à água fluoretada, o método mais antigo do uso de fluoreto, discute-se em alguns lugares sua interrupção. Algumas das razões alegadas incluem o custo operacional, o declínio da cárie dentária e o aumento da fluorose. No entanto, por mais que a cárie tenha regredido nos países desenvolvidos, continua atingindo um contingente expressivo da população mundial, especialmente as pessoas de baixo poder socioeconômico. Além disso, a fluoretação da água apresenta custo muito inferior aos tratamentos odontológicos curativos.

Assim, além de ilegal, a interrupção da fluoretação das águas é insustentável do ponto de vista científico e socialmente injusta, uma vez que a água fluoretada beneficia principalmente os indivíduos que mais precisam dela (NARVAI, 2000). Para Narvai et al., (2004) citados por Brasil (2009), a fluoretação das águas é uma questão de cidadania.

É importante ressaltar que fluoreto não combate a cárie sozinho. Por mais que ele seja o grande responsável pelo declínio da doença no mundo desde as três últimas décadas do século XX, é imprescindível que haja controle da ingestão de carboidratos fermentáveis e da placa dentária para que a proteção contra cárie seja total. Por vezes, o controle químico terapêutico também se faz necessário (CURY, 2001).

Os fluoretos usados na prevenção e controle da cárie dentária podem ser tópicos ou sistêmicos. É preconizado que sejam usados em baixas concentrações e alta frequência, conforme Kramer, Feldens e Romano (1997). Ambos aumentam a concentração de fluoreto

na saliva para que o íon interfira no processo cariioso; a diferença entre um é outro está apenas no modo de administração: os sistêmicos precisam ser ingeridos e os tópicos não. No entanto, acreditava-se no passado que o fluoreto sistêmico possuía a capacidade de se incorporar ao dente em formação e torná-lo mais resistente à cárie, pela substituição da hidroxiapatita por fluorapatita, como apontado por Cury (2001). O trabalho de Cury mostra ainda que os profissionais da época preconizavam o uso de flúor iônico apenas para indivíduos cujos dentes estavam em formação. Atualmente, por outro lado, além de saber que o meio de ação do fluoreto é tópico, sabe-se também que ele deve ser usado por pessoas de todas as idades e que, se o indivíduo para de consumir o íon, seu efeito é perdido. Dessa forma, o autor conclui que os indivíduos devem receber fluoretos durante toda a vida, porquanto é a presença constante do íon na cavidade bucal que desempenha ação anticárie.

Exemplos de métodos sistêmicos são a água, o sal, o leite, o açúcar e os suplementos fluoretados. Os mais frequentemente usados no mundo são a água e o sal fluoretados. Não se deve haver sobreposição de métodos sistêmicos para que as concentrações de fluoretos ingeridas não se somem podendo levar à toxicidade. Além da água e do sal, os suplementos também são meios sistêmicos e deve-se ter cuidado ao prescrevê-los. A literatura chama atenção para alguns profissionais que o fazem de forma empírica e sem considerar as outras fontes de fluoretos aos quais as crianças são submetidas (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003a).

Os fluoretos tópicos, por sua vez, incluem os dentifrícios, os géis e soluções para bochecho, pasta profilática fluoretada dentre outros, como apontado por Oliveira (1997). Por mais que sejam de uso local, esses veículos podem ser deglutidos, igualando-se aos métodos de uso sistêmico, que após absorção, serão distribuídos pelo organismo e posteriormente excretados ou retidos pelo organismo. Nesses casos, os métodos tópicos de fluoretos também constituem um fator de risco ao desenvolvimento de fluorose dentária, como apontado por Cangussu et al., (2002).

Desse modo, é importante considerar o somatório de fontes tópicas e sistêmicas de fluoretos que são ingeridas pelos pacientes, sejam elas externas ou internas à região onde ele vive ou trabalha. Isso porque as fontes se somam e formam o que a literatura classifica como “halo efeito” do fluoreto, que pode causar fluorose dentária (WHITFORD, 1994).

Considerando o risco de fluorose dentária em crianças a partir da deglutição de métodos tópicos, os responsáveis devem empregar pouco dentifrício durante a escovação; incentivar a criança a cuspir; não usar dentifrícios com sabor e evitar a utilização de dentifrício em bebês. Para tanto, atividades de educação em saúde se fazem necessárias.

Ainda para evitar a deglutição de fluoreto por crianças pequenas, recomenda-se o uso de verniz – que adere à superfície dental e endurece em contato com água ou saliva – e não do gel para indivíduos de até 3 anos de idade. É pela mesma razão que não se indicam soluções para bochechos em crianças menores de 6 anos (KRAMER; FELDENS; ROMANO, 1997).

No Brasil, uma parcela considerável da população está exposta múltiplos produtos fluoretados (BRASIL, 2009). Isso põe as crianças em risco de desenvolver fluorose dentária, porquanto seus dentes estão em formação. Estima-se que a deglutição de dentifrício por algumas crianças represente a ingestão 0,5 a 0,75 mg de fluoreto diariamente (MURRAY, 1986).

Além do risco de fluorose dentária, a toxicidade crônica mais comum causada pelos fluoretos, há também o risco de intoxicação aguda quando do uso de métodos tópicos, especialmente os géis. Ao serem aplicados com moldeiras, sua deglutição é maior, o que pode provocar náuseas e vômitos. No entanto, doses maiores causam problemas mais sérios, podendo levar à morte. Porém, segundo Brasil (2009), há poucos relatos na literatura sobre fatalidades provocadas por fluoretos usados em produtos odontológicos.

Cury, Andrade e Quintana-Gomes Jr. (2004) relatam quatro casos fatais de intoxicações por fluoretos. No primeiro, ocorrido nos Estados Unidos da América, uma criança de 3 anos, com 17,8 kg, ingeriu alta quantidade de fluoreto estanhoso a 4% durante procedimento clínico. Estima-se que a dose ingerida tenha sido 35 mg F/kg. A criança morreu 3 horas depois da ingestão. No segundo caso, uma criança austríaca de 3 anos, com 12,5 kg de massa, ingeriu 200 comprimidos de 1 mg de F. Estima-se que ele tenha ingerido 16 mg F/kg. O infante foi a óbito 7 horas depois da ingestão. O terceiro caso aconteceu no Canadá, no qual uma criança de 4 anos ingeriu 120 mL de solução de fluoreto de sódio a 2,2%, que contém 10 mg F/mL. A dose estimada foi de 60 mg/kg e a criança morreu 4 horas após a ingestão. O último caso de fatalidade aconteceu no Brasil. Uma criança de 3 anos de idade ingeriu Fluudent (fluoreto de sódio a 33%) e morreu 4 horas após a ingestão. Estima-se que a criança tenha ingerido entre 15 a 30 mg F/kg. Os autores apontaram o uso indevido do produto pelo cirurgião-dentista e a falta de conhecimento sobre o uso seguro de fluoretos como a causa da morte da criança.

Contudo, por mais que os episódios supracitados tenham sido pontuais, eles poderiam ter sido evitados. Dessa forma, os cirurgiões-dentistas, que lidam com os fluoretos no cotidiano, precisam conhecê-los para que o uso seja adequado; com ética e bioética, tanto a nível individual como coletivo. Para tanto, as faculdades de Odontologia devem tratar os

fluoretos como um tema transversal, abordado consistentemente em diversas disciplinas para consolidar o conhecimento na cabeça dos alunos. É necessário que eles estejam a par dos protocolos a serem seguidos para o uso seguro dos fluoretos. Alguns exemplos são a aplicação dos géis fluoretados com o paciente sentado; o uso de verniz para crianças pequenas; a não indicação de soluções de bochecho para menores de seis anos; a não indicação de suplementos em áreas com teores elevados de fluoretos na água de abastecimento; entre outros.

Porém, o investimento em educação não deve ocorrer apenas em Odontologia. Os prejuízos da cárie dentária afetam a saúde geral, não só bucal do indivíduo. Assim, é fundamental que os profissionais de saúde, não só os dentistas, mas também médicos, enfermeiros, nutricionistas, fisioterapeutas entre outros estejam informados a respeito. Segundo Brasil (2009), uma parcela considerável dos profissionais de saúde não apresenta informações fundamentais acerca do uso de fluoretos.

Para mudar esse quadro, é necessário que as informações sobre os fluoretos sejam difundidas dentro das universidades, para que os acadêmicos adquiram conhecimento a respeito do tema durante sua formação. A formação é principalmente importante para que os profissionais saibam lidar com quadros de intoxicação aguda, que podem levar os pacientes a óbito em poucas horas, como mostra o estudo de Cury, Andrade e Quintana-Gomes Jr. (2004).

Além dos profissionais de saúde, a população também deve ser instruída para: não deixar produtos fluoretados ao alcance das crianças; conhecer a importância de ir à consulta alimentado; restringir o consumo de carboidratos fermentáveis às principais refeições; realizar higiene oral adequada, entre outros. Em síntese, os profissionais de saúde devem dar autonomia ao paciente, para que ele seja capaz de realizar o autocuidado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se a partir deste estudo que há a necessidade de se conhecer melhor o emprego de fluoretos em Odontologia dado o efeito que ele pode causar. Ainda hoje a cárie dentária representa um sério problema de saúde pública, no Brasil e no mundo. Estimular o uso de fluoretos de forma mais contundente faz-se necessário, porquanto o íon, se utilizado para a vigilância da cavidade bucal pode manter a cárie dentária em níveis subclínicos. No entanto, para que se aproveitem os benefícios do fluoreto com riscos mínimos, é

imprescindível que se tenha conhecimento a respeito. Nesse aspecto, as faculdades de Odontologia deveriam trabalhar os fluoretos com seus alunos como um tema transversal, discutido em várias disciplinas. Além disso, é necessário que este assunto esteja mais presente na prática clínica dos estudantes para que eles possam agir de forma correta caso o paciente ingira doses excessivas de fluoretos, uma vez que isso pode levar à morte.

Daí a importância de se investir na formação acadêmica dos profissionais de saúde, não só dos estudantes de Odontologia. Uma integração maior entre Odontologia, Medicina, Enfermagem, Nutrição, entre outros é também desejável, uma vez que é um dos princípios do SUS a integralidade. Afinal, a cárie dentária provoca problemas que transcendem a cavidade bucal, causando dor, sofrimento, perda de dentes, absenteísmo à escola e ao trabalho.

A erradicação da cárie dentária melhoraria sobretudo a qualidade de vida das pessoas e certamente revolucionaria a Odontologia em todas as suas especialidades. Quantos dentes poderiam ter sido salvos de exodontias, quantos tratamentos endodônticos, próteses e restaurações poderiam não ter sido necessários caso a cárie dentária tivesse sido prevenida ou revertida em seus estágios iniciais? Refletir a respeito nos faz concluir que é possível diminuir a prevalência de cárie. As medidas para tanto são mais simples do que imaginamos e estão ao nosso dispor, basta que estejamos dispostos a nos responsabilizar pelo cuidado pelos nossos pacientes e acreditarmos que é possível mudar a história de uma doença que atinge a humanidade desde seus primórdios. E, certamente, os fluoretos representam um papel de protagonista nesta empreitada.

REFERÊNCIAS

1. ARNEBERG, P.; SAMPAIO, F. C.. Fluoretos. In: BUISCHI, Y. P. Promoção de saúde bucal na Clínica Odontológica. São Paulo: Artes Médicas, 2000. p 217-245.
2. BRADY, J. E.; RUSSEL, J. W.; HOLUM, J. R. Química: a matéria e suas transformações. 3ª edição. LTC editora. v. 2. 2003. 406 p.
3. BRASIL. Guia de recomendação para o uso de Fluoretos no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde. 2009. 56 p.
4. _____. Fundação Nacional de Saúde: Manual de fluoretação da água para consumo humano. Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2012. 72 p.
5. BROWN: T. L. et al. Química: a ciência central. Pearson Education do Brasil. 9ª edição. 2005 p. 992

6. BUENDIA, O. C. Fluoretação de águas: manual de orientação prática. São Paulo: American Med Editora Ltda, PNUD. 1996. 138 p.
7. CANGUSSU, M. C. T. et al. A fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v 18, p 7-15, jan-fev, 2002
8. CURY, J. A. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri L.N. et al. *Odontologia Restauradora: fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Ed. Santos, 2001, cap. 2, p.31-68.
9. CURY, J. A.; ANDRADE, E. D.; QUINTANA-GOMES JR, V.. Intoxicação aguda pela ingestão de fluoreto. In: ANDRADE, E. D.; RANALI, J.: *Emergências Médicas em Odontologia – Medidas preventivas. Protocolos de atendimento. Equipe de emergência*. 2ª edição. Artes Médicas. 2004. cap 13, p 131-138
10. DINOIU, V.: Fluorine Chemistry: Past, present and future. Bucharest, *Revue Roumaine de Chimie*, 51(12), 1141–1152, 2006
11. FAWELL, J. et al. (editors.) *Fluoride in Drinking-water*. World Health Organization (WHO) Drinking-water Quality Series. London: World Health Organization; 2006. 144 p.
12. KOZLOWSKI FC, PEREIRA A. C. Métodos de utilização de flúor sistêmico. In: Pereira A.C, organizador. *Odontologia em saúde coletiva*. Porto Alegre: Editora Artmed; 2003a. p.265-274
13. _____. Aspectos clínicos e epidemiológicos da fluorose dentária. In: PEREIRA, A. C., editor. *Odontologia em Saúde Coletiva: Planejando ações e promovendo saúde*. Editora Artmed. 1ª edição. 2003b: p 326-339
14. KRAMER, P. F.; FELDENS, C. A.; ROMANO, A. R. Tratamento não invasivo. In: _____. *Promoção de saúde bucal em odontopediatria*. São Paulo: Artes Médicas, 1997. cap. 6, p. 91-125.
15. MCQUARRIE, D. A.; ROCK, P. A.; GALLOGLY, E. B.: *General Chemistry*. 4th edition. Mill Valley, CA: University Science Books, 2011
16. MENEZES, L. M. B. Flúor e a Promoção da Saúde Bucal. In: DIAS, A. A. *Saúde Bucal coletiva: metodologia de trabalho e práticas*. São Paulo, SP: Santos Ed., 2006. p 211-230
17. MURRAY, J.J. *Appropriate use of fluorides for human health*. World Health Organization. Geneva. 1986
18. _____. Fluoreto e cárie dentária. In: MURRAY, J.J.; NUNN, J.H.; STEELE, J.G. *Doenças Orais: medidas preventivas*. 4ª edição. Guanabara Koogan, 2005. p. 35-59

19. NARVAI, P.C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciência & Saúde Coletiva* 2000; 5: 381-92
20. OLIVEIRA, L. M. C. Concentração do fluoreto na urina em função da presença de CIV na cavidade bucal. 1997. 108 p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
21. PEIXOTO, E. M. A. *Química Nova na Escola* N° 8, Nov. 1998
22. PITHON, M. M. et al.: Avaliação *in vitro* da liberação de flúor de alginatos odontológicos da linha Jeltrate® *Rev.Saúde.Com* 2009; 5(1): 31-37
23. SAMPAIO, F. C. Flúor: Pesquisas atuais. In: DIAS, A. A. *Saúde Bucal coletiva: metodologia de trabalho e práticas*. São Paulo, SP: Santos Ed. 2006. p 175-186
24. SANTOS, M. G. C.; SANTOS, R. C. Fluoretação das Águas de Abastecimento Público no Combate à Cárie Dentária, *João Pessoa*, v. 15, n. 1, p. 75-80, 2011
25. SARDELLA, A.: *Química, Série Novo Ensino Médio. Volume único. 5ª edição*. Editora Ática, São Paulo, 2001.
26. SILVA, M. F. A.. Flúor: Metabolismo, toxicologia, fluorose e cárie dental. In: KRIGER, L. (coord.). *Promoção de Saúde Bucal. 3ª edição*. São Paulo: Aboprev, Artes Médicas, 2003. p 153 – 180
27. VITTI, G. C; FARIA, R. M.; OTTO, R. Efeitos do flúor em cana de açúcar. Piracicaba: ESALQ (USP) 2004 22p.
28. WEINSTEIN, L.H.; DAVISON, A.: *Fluorides in the Environment – Effects on plants and animals*. CAB Publishing. 2004
29. WHITFORD, G. M.: Intake and metabolism of fluoride. *Adv Dent Res* 1994; 8:5-14
30. ZANIN, L.; PARDI, V.; PEREIRA, A. C. Métodos de utilização de flúor tópico. In: PEREIRA, A. C., editor. *Odontologia em Saúde Coletiva: Planejando ações e promovendo saúde*. Editora Artmed. 1ª edição. 2003: p 275-286.