

Parecer Técnico-Científico

**Padrões de Potabilidade da Água para Consumo Humano quanto ao teor
de Flúor: subsídios para a revisão da Portaria MS 518/2004**

Paulo Frazão
Marco Peres
Jaime Cury

Elaborado a pedido da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde do Brasil com a finalidade de subsidiar o Grupo de Trabalho instituído pela Portaria MS 1.288/2009

São Paulo

2010

Especialistas Responsáveis

Prof. Dr. Paulo Frazão (FSP-USP)

Professor Doutor do Departamento de Prática de Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
Membro do Grupo de Trabalho instituído pela Portaria MS 1.288/2009 para revisar as normas de potabilidade de água para consumo humano

Prof. Dr. Marco Peres (CCS-UFSC)

Professor Doutor do Departamento de Saúde Pública do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Jaime Cury (FOP-UNICAMP)

Professor Doutor do Departamento de Ciências Fisiológicas da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas

Serviços de Apoio à Pesquisa

Dra. Regina de Amorim Marques

Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal
Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

Resumo

A água de consumo humano é um importante fator para a saúde pública por se constituir num veículo de transmissão de doenças. O monitoramento da sua qualidade é um dos instrumentos de avaliação dos riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água possam representar para a saúde humana. Nesse processo, a determinação de padrões de potabilidade é essencial para a definição de critérios de qualidade. Com a finalidade de revisar a Portaria nº 518, de 25/03/2004, que aprovou normas de qualidade da água para consumo humano, incluindo seu padrão de potabilidade, foi instituído Grupo de Trabalho (GT) junto a Secretaria de Vigilância à Saúde do Ministério da Saúde. Este documento foi elaborado para subsidiar o GT responsável pelos trabalhos de revisão da mencionada Portaria no que diz respeito ao parâmetro flúor, elemento químico presente naturalmente nas águas, sejam aquelas provenientes de fontes de superfície, como os rios e lagos, sejam as de fontes subterrâneas como nascentes e poços. O documento está estruturado em cinco tópicos. No primeiro, foram destacadas as propriedades químicas do flúor, as características dos métodos de dosagem usualmente empregados e as principais características ambientais associadas ao teor encontrado nas águas. Em seguida, foram sumarizados aspectos relativos à importância do flúor para o controle e a prevenção da cárie dentária. Os principais distúrbios associados a níveis elevados de flúor nas águas foram descritos no item seguinte. No tópico quatro, informações sobre padrões de potabilidade em relação ao parâmetro flúor em países selecionados e no Brasil, incluindo as Portarias 635/1975 e 518/2004 e outras normas de nível estadual foram sistematizadas. Ao final são apresentadas as principais conclusões e recomendações.

Sumário

1. Apresentação.....	5
2. Propriedades do flúor.....	7
3. Fluoretação das águas e prevenção da cárie dentária.....	15
4. Efeitos adversos associados ao fluoreto na água.....	21
5. Padrões de potabilidade em relação ao parâmetro flúor.....	33
6. Considerações finais e recomendações.....	43
7. Agradecimentos	47
8. Referências.....	48

1. Apresentação

Nas últimas décadas do século XX, um fato epidemiológico nunca antes observado foi descrito em vários países do mundo desenvolvido. Esse fenômeno, inédito até então, era o declínio da cárie dentária na população infantil. Entre as causas desse declínio, a expansão do uso do flúor foi considerada o principal atributo. Por muito tempo, se acreditou que o principal efeito preventivo era decorrente da sua ingestão durante a formação do esmalte dentário tornando-o mais resistente ao ataque de cárie. Hoje, sabe-se que o efeito anticárie do flúor depende essencialmente de sua presença constante no meio ambiente bucal (saliva, placa bacteriana dentária, superfície do esmalte), o que pode ser assegurado tanto pelo uso sistêmico do flúor (água, sal de cozinha) quanto pelo uso tópico (dentífrico, enxaguatório, gel, verniz).

O emprego do flúor em medidas de saúde pública é bastante amplo em todo o mundo. Em alguns países, a difusão do uso de creme dental fluorado fez com que essa opção se tornasse a única estratégia populacional para prevenção da cárie dentária. Apesar disso, a seleção da melhor opção para assegurar o acesso a flúor em termos de estratégia de saúde pública depende da prevalência e da distribuição da doença, da mobilidade e do nível educacional e econômico da população, e da aceitabilidade cultural e política.

No Brasil, a fluoretação das águas de abastecimento público foi adotada como medida de saúde pública pela primeira vez em 1953 no município de Baixo Guandu, estado do Espírito Santo. Em 1957, a Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul aprovou Lei tornando obrigatória a fluoretação da água nas hidráulicas do estado. Um ano depois, lei similar foi aprovada no âmbito do

estado de São Paulo. Esse processo culminou com a regulamentação da medida por lei federal em 1974. Desde então, a cobertura da fluoretação das águas no país vem aumentando. Atualmente, cerca de metade da população brasileira é beneficiada pela estratégia que vem sendo apoiada, nas últimas décadas, tanto pelas deliberações aprovadas nas Conferências de Saúde e de Saúde Bucal realizadas no país, quanto pelos vários dirigentes à frente do Ministério da Saúde, e das principais entidades profissionais de âmbito nacional.

Em 1988, fluoretos foram adicionados às principais marcas de creme dental comercializadas no país e em 1989 estavam fluorados mais de 90% dos produtos disponíveis para os consumidores.

Essas estratégias têm sido responsáveis por significativo declínio da experiência de cárie na população infantil brasileira projetando uma importante mudança que poderá conferir um distinto quadro epidemiológico do ponto de vista da saúde bucal para as próximas gerações.

Em que pesem esses aspectos, e apesar de tantos benefícios e da segurança conseguida, o uso de produtos fluoretados na prevenção da cárie dentária, em ações de saúde pública, continuará exigindo medidas de vigilância sanitária cada vez mais precisas. Por essas razões é importante manter constante atualização dos conhecimentos.

Este documento foi produzido com o propósito de subsidiar o Grupo de Trabalho instituído pela Portaria MS 1.288/2009 responsável pela revisão das normas de qualidade da água para consumo humano (Portaria nº 518, de 25/03/2004).

2. Propriedades do flúor

Flúor como tal é raramente encontrado na natureza porque devido a sua alta reatividade ele forma sais com a maioria dos elementos químicos (por exemplo, NaF) sendo encontrado na forma iônica de íon flúor (F^- também denominada de fluoreto). Na natureza ele é raramente encontrado ligado covalentemente a outras moléculas, sendo produto industrial (por exemplo, MFP = monofluorfosfato de sódio).

Dessa forma, quando o flúor está na forma de sal o efeito biológico será do íon flúor e daí decorre o fato de na maioria das vezes quando se aborda a questão flúor se use o termo mais adequado que é fluoreto e não flúor, por ser essa a forma comumente encontrada na natureza. Por outro lado, uma série de substâncias químicas tendo flúor ligado covalentemente têm sido produzidas para varias finalidades e em odontologia se destaca o MFP que é agregado a dentifrícios contendo Ca no abrasivo.

O MFP é facilmente hidrolisado com liberação de F^- e assim sendo o efeito final biológico é do fluoreto. Isso contrasta, por exemplo, com outras formas sintéticas de flúor como o flúor acetato de sódio, substância usada no controle de desequilíbrio de espécies animais, como proliferação de ratos em esgotos. Nesse caso o flúor está ligado fortemente ao carbono, não sendo liberado quando entra no organismo animal, onde exercerá um efeito tóxico letal devido ao íon flúor acetato e não ao íon flúor (F^-). Essa letalidade do flúor acetato é totalmente distinta do efeito do íon flúor no organismo humano, mas infelizmente por um desconhecimento de química usaram esse fato contra a fluoretação da água como medida de saúde publica no Brasil quando animais

do Zoológico de São Paulo foram em 2004 envenenados por esse sal de flúor. O flúor é agregado à água de abastecimento público na forma de flúor silicato de sódio ou ácido flúor silícico, os quais originam na água fluoretada.

Do ponto de vista biológico o fluoreto é classificado como substância traço porque é encontrado em pequena concentração no organismo humano, geralmente da ordem de partes por milhão (ppm = mg F/litro ou mg F/kg) ou menos. Entretanto, o fluoreto está amplamente espalhado pela natureza, sendo o 13º elemento químico em abundância na crosta terrestre e na forma ligada a outros elementos constitui aproximadamente 0,065% por peso de crosta.

Assim, o fluoreto está naturalmente presente na atmosfera, na litosfera, hidrosfera e conseqüentemente nas espécies animais e vegetais expostas a essas fontes. Ele pode também entrar nessas vias através de vários processos industriais, se destacando no Brasil a poluição ambiental provocada pela indústria de fertilizantes. O impacto dessa emissão de flúor na atmosfera afeta a vegetação ao redor das mesmas, mas também poderia afetar trabalhadores expostos ou populações vivendo próximo dessas indústrias.

A presença natural de fluoreto na litosfera brasileira é bem conhecida se destacando nossa reserva de fluorita (CaF_2). As principais minas se localizam nos Estados de Santa Catarina (58%), Paraná (29%) e Rio de Janeiro (13%)¹.

No Brasil, as principais minas de fluorita em operação encontram-se no distrito fluorítico de Santa Catarina, compreendendo uma área da ordem de

¹ Disponível em <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/fluorita.pdf>

2.000 km². No estado de Santa Catarina encontram-se as maiores reservas de fluorita da América do Sul (Hoff et al 2004).

Do solo, o fluoreto é liberado para a água e a presença de íon flúor na hidrosfera do Brasil é conhecida em praticamente toda a extensão do nosso território, atingindo desde concentrações menores que 0,1 até maiores que 10,0 ppm F⁻ (Tabela 1).

Tabela 1
Fluoreto natural na água de municípios brasileiros selecionados de diferentes regiões
(dados de mais de 1500 análises)

Região	Estado	Cidade	mg F/L	Ano
Norte	Tocantins	Miracema	4,58	1991
Nordeste	Rio Grande do Norte	Grossos	0,49	1991
		Santa Cruz	0,90	1991
Sudeste	São Paulo	Godinhos	2,40	1980
		Corumbataí	10,20	1984
		Assistência	2,00	1986
		Itu (zona rural)	7,30	1998
Sul	Santa Catarina	Cocal	4,25	1987
	Paraná	Castro	1,50	1990
	Rio Grande do Sul	Atlântida	1,91	1991

Fonte: Cury 2002

Em 1950, foi publicado o primeiro estudo abrangente feito no Brasil sobre flúor abordando o seu teor na água e em outras fontes no estado de São Paulo. Segundo Gandra (1950), o flúor acha-se distribuído amplamente na natureza geralmente em quantidade diminutas, excetuando-se as jazidas de minerais do elemento. Está mais concentrado em regiões fosfáticas, de alumínio e cinzas vulcânicas onde entra na formação de filões de jazidas minerais. Águas que passam através dessas jazidas minerais apresentam

geralmente maior concentração de flúor, caso da concentração de F^- nos rios Taperoá e Paraíba do Estado da Paraíba (Sampaio, 1993). As águas profundas de poços artesianos são geralmente mais ricas. O flúor é encontrado tanto no reino animal, como no vegetal, embora em pequeníssimas quantidades.

Em águas subterrâneas do estado de São Paulo foram encontradas concentrações de fluoreto entre 2,1 a 17,6 mg/L (Alchera et al 1987).

As informações relativas à presença do fluoreto na hidrosfera são provenientes, via de regra, de estudos empregando amostras de água de consumo distribuída por meio de sistemas de abastecimento e por soluções alternativas correspondentes a fontes subterrâneas (nascentes e poços) usadas para a produção de águas minerais. A presença de fluoreto em fontes subterrâneas no Brasil é um fato comprovado pela presença desse íon em águas minerais em concentrações de até 4,4 ppm (Villena et al. 1996). A porcentagem da população brasileira abastecida com água naturalmente fluoretada é desconhecida, mas estudo feito em 74% dos municípios do estado da Paraíba mostrou que embora em 151 deles a concentração foi baixa ($<0,3$ ppm F) em 13 deles havia de 0,31 a 0,59 ppm F (Silva et al. 2009). Entretanto, não há dados disponíveis sobre outros estados e pouco conhecimento se dispõe sobre fontes de superfície (rios e lagos) e sobre as características da água bruta o que justifica o fomento de estudos a fim de se obter um panorama nacional da população brasileira exposta naturalmente a flúor.

Avaliação do controle da qualidade da água para consumo humano em serviços públicos municipais de saneamento mostrou que apenas um terço dos serviços realiza análise da água bruta, sendo mais freqüente a análise de água

proveniente de mananciais superficiais (Resolução CONAMA 357/2005) do que de mananciais subterrâneos (Bercht 2008). Por todos esses aspectos, considera-se a necessidade de maior completude de dados e sistematização das informações sobre a presença do fluoreto na hidrosfera do território brasileiro.

Por outro lado, poucos vegetais têm a capacidade de captar o F⁻ do solo-água e o acumular nas suas varias estruturas, com exceção do chá (*Camellia sinensis*) onde em folhas de chá preto podem ser encontrados centenas de ppm F⁻ (Cury 1981, Hayacibara et al., 2004), sendo a única fonte vegetal na natureza que pode contribuir para um efeito biológico do F⁻. A concentração de fluoreto no chá matte, amplamente consumido no sul do Brasil, é desprezível (Cury et al., 1981).

Detecção de fluoreto na natureza

A presença de fluoreto na água, solo, minerais, vegetação, alimentos e em amostras biológicas como osso, esmalte dentário, dentina, sangue, saliva e tecidos pode ser detectada usando métodos analíticos apropriados.

Quando o F⁻ presente nessas amostras é separado de interferentes, usando procedimentos analíticos apropriados, ele pode ser facilmente determinado por técnicas clássicas de espectrofotometria, fluorimetria e modernamente por cromatografia gasosa ou capilar. Por outro lado, um dos maiores avanços na determinação de F⁻ na natureza ocorreu a partir de 1966 com o desenvolvimento do eletrodo íon específico. O eletrodo é tolerante a presença de íons sulfato, fosfato e orgânicos os quais interferem nas análises espectrofotométricas e fluorimétricas. Devido seu baixo custo, alta

sensibilidade, boa especificidade e possibilidade de adaptações para análises de amostras de volumes reduzidos (menores que 1,0 µl) o eletrodo específico para F^- é amplamente usado.

Especificamente com relação à determinação e controle da concentração de F^- na água de abastecimento público, as três técnicas de análise mais conhecidos são o potenciométrico (eletrométrico) e os métodos colorimétricos SPADNS e da Alizarina.

Essas técnicas podem fornecer resultados precisos e exatos da concentração de fluoreto na água, mas isso requer o conhecimento das limitações de cada uma. Assim, o método colorimétrico (Alizarina e SPADNS) está sujeito a interferentes normalmente presentes em águas tratadas, como por exemplo, o sulfato que subestima as dosagens (Crosby et al. 1968, Brossok et al. 1987). Se a concentração do interferente é conhecida o efeito pode ser corrigido adicionando aos padrões a mesma concentração do interferente, caso contrário a amostra de água deve ser destilada para eliminar os interferentes. Por outro lado, embora o método que usa eletrodo específico não requeira pré-tratamento da água para análise de íon flúor, cátions como Ca e Al interferem nessa dosagem. Esses interferentes são eliminados se for adicionado à água um tampão contendo complexante de cátions, mas em águas naturais uma alta concentração de íon cálcio (água dura) pode superar a capacidade de quelação, e isso não pode ser ignorado pelo analista.

Do mesmo modo, o analista deve conhecer as limitações dos métodos colorimétricos da Alizarina e SPADNS para a determinação de fluoreto em águas brutas (presença de F^- natural). Esses métodos se baseiam na reação

do F^- com um corante e a relação entre a concentração de fluoreto e a cor decorrente da reação só é linear até aproximadamente 1,4 ppm de fluoreto. Isso implica considerar que se a água tem uma concentração de fluoreto natural 10 vezes maior (14,0 ppm), a análise acusará um valor 10 vezes menor. O analista atento faria uma diluição da amostra e corrigiria a concentração obtida pela diluição feita, para não haver conseqüências maiores de um resultado falso. Essas colocações são importantes porque em sistemas de abastecimento nos quais o fluoreto é agregado à água tratada, sua concentração está abaixo do limite superior de sensibilidade dos métodos colorimétricos de análise de F^- .

Na Tabela 2 são comparadas as técnicas de dosagem de flúor mencionadas.

Tabela 2
Características das técnicas de dosagem de flúor mais conhecidas.

Técnica de análise	Linearidade (ppm F)	Limite de Detecção (ppm F)	Sensibilidade (0,9 a 1,1 ppm F)	Pré-tratamento da Amostra
Alizarina	0 – 1,25	0,02	0,10	Sim
Eletrométrico	0 – 100	0,05	0,01	Não
SPADNS	0 – 1,40	0,02	0,04	Sim

Impacto ambiental do fluoreto

Não tem sido relatado impacto ambiental do fluoreto naturalmente presente na atmosfera ou água na flora e fauna exposta, mas isso tem sido documentado quando de poluição industrial provocada pela produção de alumínio e fosfatos. Gases e particulados aéreos emitidos afetam a flora e

fauna ao redor dessas indústrias, podendo atingir pessoas vivendo nessas regiões.

Deve ser destacado que a adição de fluoreto a água de abastecimento público não provoca nenhum impacto ambiental, porque além da concentração ser baixa (0,7 ppm) ela é rapidamente diluída quando os efluentes são lançados nos rios das cidades abastecidas.

Com relação ao impacto ambiental em humanos do fluoreto presente naturalmente na natureza, a preocupação se restringe a água ingerida. O F^- ingerido pela água pode provocar no homem dois efeitos crônicos, a fluorose dental e esquelética (óssea), dependendo da dose de exposição, aspectos que serão abordados no tópico 4.

3. Fluoretação das águas e prevenção da cárie dentária

A utilização dos fluoretos como meio preventivo e terapêutico da cárie dentária iniciou-se em 1945 e 1946 nos Estados Unidos da América (EUA) e Canadá com quatro estudos pioneiros, considerados clássicos da epidemiologia, com o principal objetivo de investigar a efetividade da medida:

1. A fluoretação artificial de *Grand Rapids, Michigan*, EUA (grupo experimental) em janeiro de 1945, foi a primeira na história. A cidade de *Muskegon*, foi utilizada como cidade controle (sem fluoreto). Adicionalmente, crianças residentes em *Aurora, Illinois*, residentes em áreas com fluoretação natural (1,4 ppm F) foram examinadas para fornecer informações de linha de base. Os efeitos, após seis anos e meio de fluoretação, foram incontestáveis: crianças de 6 anos de idade que viviam em *Grand Rapids* apresentaram aproximadamente metade da experiência de cárie do que as crianças de *Muskegon*. Em julho de 1951, autoridades de *Muskegon*, convencidas da eficácia da fluoretação, decidiram implementar a medida e desta data em diante a cidade não foi mais usada como grupo controle. Permaneceu como grupo controle apenas os grupos investigados na linha de base do estudo de *Grand Rapids*. Dados após 10 e 15 anos do início da fluoretação revelaram uma redução de aproximadamente 50% na experiência de cárie em adolescentes de 15 anos expostos à fluoretação de águas. Além disso, a experiência de cárie após a fluoretação foi muito semelhante às registradas em *Aurora*, cidade com teores de fluoretos (1,4 ppm) naturalmente presentes;

2. Estudo de *Newburgh, New York*, com *Kingston* como cidade controle, foi realizado com adolescentes entre 13-14 anos de idade, iniciado em maio de 1945. Após dez anos da implementação da medida foi constatada uma redução de 70,1% no índice CPO-D (índice que mede a experiência de cárie na dentição permanente, representado pelo componente “C” relativo aos dentes cariados não tratados, “P” dentes perdidos por cárie e “O” obturados ou restaurados devido à cárie);
3. Estudo de *Evanston, Illinois*, EUA com *Oak Park* como cidade controle. Iniciado em janeiro de 1946, incluiu adolescentes entre 12 e 14 anos. Observou-se uma redução de 48,4% no índice CPO-D no período 1946-1959;
4. Estudo de *Brandford, Ontario*, Canadá, com *Sarnia* como cidade controle (sem fluoretação) e *Stratford, Ontario*, como controle adicional (com água naturalmente fluoretada). Os resultados, após 15 anos indicaram uma redução de 56,7% na experiência de cárie entre adolescentes de 12 a 14 anos de idade (Burt & Eklund 1999).

Em 1951, a fluoretação de águas passa a ser política oficial dos EUA por meio do *US Public Health Service*. Em 1960, cerca de 50 milhões de residentes nos EUA eram beneficiados pela medida que atingiu, em 2006, cerca de 60% da população do país.

No Reino Unido, estudos da década de 1950 revelaram que os níveis de cárie em regiões com água naturalmente fluoretada (1,4 ppm) eram 50% menores que em região com 0,25 ppm F. Em 1953, o governo britânico enviou

aos EUA e Canadá uma missão para estudar a operacionalização da fluoretação de águas. A missão concluiu que a fluoretação era uma valiosa medida de saúde pública e que deveria, antes de sua expansão, ser implementada em algumas comunidades britânicas selecionadas. Três áreas experimentais (*Kilmarnock e Ayr; Warford e Sutton; Anglesey* – duas áreas) iniciaram a fluoretação de águas em 1955-6. Cinco anos depois a experiência de cáries em crianças de 5 anos de áreas fluoretadas foi 50% menor que a registrada em crianças residentes em áreas controle (sem fluoretação). A partir destes resultados a medida ampliou-se consideravelmente incluindo grandes cidades como *Leeds* (Nunn & Steele 2003; The British Fluoridation Society 2004).

No Brasil, a agregação de F ao tratamento das águas de abastecimento público (fluoretação) iniciou-se em 1953 no município capixaba de Baixo Guandu. Comparações entre o índice de cárie em crianças e adolescentes entre 6 e 14 anos de idade entre 1953 e 1963 mostraram resultados semelhantes aos obtidos nos estudos dos EUA e Canadá. Estudo realizado em Barretos, SP, com crianças e adolescentes entre 6 a 14 anos de idade entre 1971 e 1981 confirmou os resultados de Baixo Guandu (Pinto 2001). Após tornar-se lei federal (Lei 6.050 de 1974), a medida expandiu-se intensamente nos anos 1980 e, em 2006, beneficiava cerca de 100 milhões de pessoas. O Brasil apresentou uma importante redução na experiência de cárie em crianças e adolescentes no período compreendido entre o primeiro estudo epidemiológico nacional realizado em 1986 e o último realizado em 2003. O índice de cárie aos 12 anos reduziu-se de 6,7 para 2,8 no período. Dados de

2003 informam que crianças e adolescentes residentes em cidades com fluoretação das águas apresentam um índice de cárie cerca de 1/3 menor do que aqueles residentes em cidades sem o benefício (Brasil, 2004).

Na Nova Zelândia, um dos países com maior consumo de açúcar do mundo, a fluoretação de águas foi implementada em 1953 e já em 1968 perto de 65% da população recebia o benefício. Na República da Irlanda, legislação sobre a fluoretação da água data de 1960 e, após mudanças na constituição, duas de suas maiores cidades, Dublin e Cork tiveram seus sistemas de fluoretação implementados em 1964; por volta de 1996, 66% da população do país da população era beneficiada pela medida (The British Fluoridation Society 2004).

Três revisões sistemáticas da literatura foram realizadas desde 1996 com objetivo de verificar a efetividade da fluoretação de águas na prevenção de cáries dentárias. A primeira foi um estudo comissionado pelo *Chief Medical Officer of the Department of Health* do Reino Unido (McDonagh et al. 2000). A segunda foi desenvolvida por recomendação da *Task Force on Community Preventive Services* dos EUA (Truman et al. 2002). A terceira foi solicitada pelo governo da Austrália (Australian Government 2007).

A revisão britânica incluiu dois estudos de coorte prospectivos, um estudo de coorte retrospectivo e 23 estudos comparando índices de cárie antes e depois da fluoretação de águas. Os resultados indicaram que a fluoretação das águas foi efetiva na prevenção de cáries e foi estatisticamente associada com i) a diminuição da proporção de crianças com cavidades de cárie dentária, com uma mediana das médias dos estudos de 14,6%; ii) redução nas médias

de dentes cariados, perdidos e obturados devido à cárie equivalente a 40% de prevenção de novas cáries. O efeito da fluoretação das águas foi evidente, mesmo se assumindo a presença de outras fontes de uso de fluoretos, como os dentifrícios fluoretados; e iii) quando a fluoretação foi interrompida, as diferenças nos desfechos de cárie entre regiões com e sem fluoretação se reduzem (McDonagh et al. 2000).

A revisão elaborada por Truman et al (2002) incluiu 8 estudos transversais, um ensaio clínico não randomizado, 8 estudos prospectivos e um estudo de séries temporais. Os resultados indicaram i) uma redução média entre 30 a 50% na experiência de cáries de indivíduos residentes em regiões com água fluoretada comparados com indivíduos residentes em regiões sem a medida; ii) a paralisação da medida implicou em um aumento de 17,9% na experiência de cáries.

A revisão australiana (Australian Government 2007) contemplou os estudos das revisões dos EUA e Reino Unido e adicionou o estudo conduzido na Finlândia realizado por Seppä et al (2000) sem que esta inclusão modificasse as conclusões relativas à redução da prevenção de cáries decorrentes da fluoretação de águas resultantes das revisões dos EUA e Reino Unido. O estudo de Seppä, ao contrário das revisões anteriores, não mostrou diferenças na experiência de cáries após a interrupção da medida no contexto finlandês.

Por todos esses aspectos, pode-se concluir que a fluoretação de águas é uma medida efetiva de controle e prevenção da cárie dentária em todas as idades. O método tem sido recomendado pela Organização Mundial de Saúde

(OMS) entre outras importantes entidades mundiais da área da saúde. Em 1986 a Organização Mundial da Saúde e Federação Dentária Internacional (FDI) realizaram uma conferência intitulada “Uso apropriado de fluoretos” e dentre as conclusões destacaram que a fluoretação de águas é efetiva, segura e barata. Recomendaram que a fluoretação de águas deveria ser implementada e mantida onde fosse possível (WHO 1986).

Vários países e regiões asseguram aos seus cidadãos o acesso à medida. Nos EUA, onde a fluoretação das águas foi considerada uma das dez medidas de saúde pública mais importantes do século XX (CDC 1999), duas em cada três pessoas consomem água fluoretada. No início do século XXI, a fluoretação vem beneficiando cerca de 400 milhões de pessoas. Dentre os mais de 60 países em todo o mundo que adotaram a fluoretação de águas de consumo humano como método de prevenção e controle da cárie dentária destacam-se, com maiores coberturas da medida, a Austrália (61%), Brasil (aproximadamente 50%), Brunei (56%), Canadá (43%), Chile (40%), Colômbia (70%), Hong Kong (100%), Estados Unidos da América (61%), Irlanda (66%), Israel (75%), Malásia (aproximadamente 70%), Nova Zelândia (61%) e Singapura (100%) (British Fluoridation Society, 2004).

4. Efeitos adversos associados ao fluoreto na água

Sob apoio do Centro para Revisão e Disseminação da Universidade de York, McDonagh et al. (2000) produziram uma revisão sistemática na qual os efeitos negativos da fluoretação das águas documentados na literatura científica foram investigados. A principal associação encontrada foi com fluorose dentária, um distúrbio de desenvolvimento do esmalte que ocorre durante a formação do dente caracterizado por hipomineralização e maior porosidade da região imediatamente abaixo da superfície do esmalte dentário. O flúor retarda a mineralização do esmalte afetando a estrutura e o crescimento dos cristais de apatita. Com teores acima de 1 mg/L de fluoreto na água de abastecimento, opacidades começam a ficar visíveis na superfície de esmalte.

Cury (2002) relata que as opacidades são simétricas, pois os dentes formados no mesmo período deverão ter a mesma alteração. Assim, os mesmos defeitos deverão ser vistos em ambos os incisivos. Por outro lado, existem outras opacidades de esmalte de origem não-fluorótica, e que se podem manifestar simetricamente. Deste modo, trauma e intrusão de ambos os incisivos decíduos podem afetar a formação dos permanentes homólogos. Porém, enquanto as opacidades não-fluoróticas são arredondadas e delimitadas (Figura 1) as fluoróticas são difusas e transversais (Figura 2).

O efeito sobre o esmalte é dose-dependente. Isto implica dizer que sempre que houver ingestão de fluoreto durante a formação do esmalte, haverá fluorose, porém o significado clínico desta, não é imediato, mas vai depender das várias fontes a que o indivíduo está exposto.

Figura 1

Manchas arredondadas e delimitadas caracterizando opacidade não fluorótica.



Nota: Imagem gentilmente cedida pela Prof. Dr. Livia Tenuta (FOP-UNICAMP)

Figura 2

Manchas difusas e transversais caracterizando opacidade fluorótica. Quando envolve entre 25% e 50% da superfície é chamada fluorose dentária leve. (sem significado estético ou funcional)



Nota: Imagem gentilmente cedida pela Prof. Dr. Maria da Luz Rosário de Sousa (FOP-UNICAMP)

Com o aumento da dose, as opacidades ficam ainda mais visíveis, podendo caracterizar a fluorose dentária num grau mais severo. Na Figura 3 é apresentado um caso de fluorose severa devido a água de poço com 3,6 ppm

de fluoreto – um valor cinco vezes a concentração ótima. Com 10 mg/L, a porosidade é tal que o esmalte fica comprometido a ponto de fraturar em decorrência dos esforços mastigatórios (Robinson et al 2004).

Figura 3

Fluorose dentária severa em uma criança exposta a água com 3,6 ppm de fluoreto.
(Com significado estético e funcional)



Nota: Imagem gentilmente cedida pelo Prof. Dr. Jaime Cury (FOP-UNICAMP)

O período crítico de exposição a doses excessivas de fluoreto para as duas dentições é do nascimento até oito anos de idade (Mascarenhas 2000).

No final dos anos 1930, observações de Trendley Dean realizadas em várias localidades com diferentes teores de fluoreto, naturalmente presente nas águas de abastecimento nos EUA, haviam mostrado que a partir de determinados teores de fluoreto, a experiência de ataque de cárie não diminuía de modo importante, mas a porcentagem de adolescentes afetados por fluorose dentária aumentava significativamente. Essa série de estudos foi essencial para estimar o teor ótimo que representava o máximo de redução de

cárie (benefício) com o mínimo de efeito colateral (fluorose dentária esteticamente aceitável), expressa por valores em torno de 1,0 mg F/L.

Devido aos efeitos esperados em termos de saúde pública da fluoretação da água diante dos elevados padrões de prevalência e gravidade da cárie dentária na época, a fluorose dentária esteticamente aceitável decorrente da medida foi considerada como o preço a ser pago pelo benefício da prevenção da cárie.

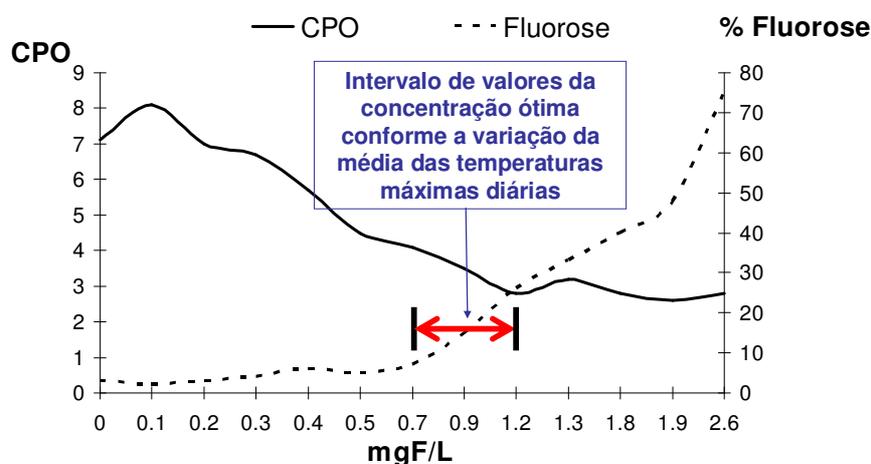
Entretanto, reconhecia-se que esse valor poderia variar conforme o volume diário de ingestão de água, e algum tempo depois, foi mostrado que crianças residentes em regiões mais quentes tinham menos cárie e mais fluorose quando comparadas com crianças residentes em regiões mais frias, mas de mesmo teor de fluoreto nas águas de consumo.

Por essa razão, Galagan e Vermillion (1957) descreveram um método para determinar o teor ótimo de fluoreto na água de abastecimento levando em consideração o efeito da média das temperaturas máximas diárias sobre o consumo de água em crianças. Por meio deste método, foi possível identificar um intervalo de valores que expressava a concentração ótima (0,7 a 1,2 mg F/L) conforme a variação da média das temperaturas máximas diárias nas diferentes regiões dos EUA (Figura 4) cuja amplitude das temperaturas variava de 10,9°C (51,7°F) no estado de Montana a 29,6°C (85,3°F) no Arizona. Assim, a determinação do teor ótimo de fluoreto específico para cada região passou a ser definida por meio da fórmula proposta por esses pesquisadores.

O conhecimento sobre os efeitos adversos provocados pela ingestão prolongada de elevados teores de fluoreto na água para consumo humano também não é novo em nosso meio.

Figura 4

Ataque de cárie e fluorose em adolescentes de 12 a 14 anos de idade segundo concentração de fluoreto na água em vinte e uma cidades dos EUA nos anos 1930.



Fonte: Adaptado de Burt & Eklund 1999.

Em 1969, Uchoa e Saliba (1970) documentaram a ocorrência de distúrbios no esmalte dentário de escolares de Pereira Barreto-SP, expostos a águas naturalmente fluoradas com os teores variando entre 2,5 a 17,5 mg/L. Um registro importante de situação similar, tendo em vista a mobilização comunitária que ensejou, foi feito por Capella et al. (1989), ao analisar escolares do então distrito de Cocal, em Urussanga-SC (atualmente o território é um município denominado Cocal do Sul). Os pesquisadores constataram que 97,6% das crianças apresentavam fluorose. Observaram que houve exposição,

entre 1985 e 1988, a águas hiperfluoradas, com os teores variando de 1,2 até 5,6 mg F/L. Com a interdição da fonte, os casos múltiplos de fluorose, caracterizando a endemia, deixaram de ocorrer.

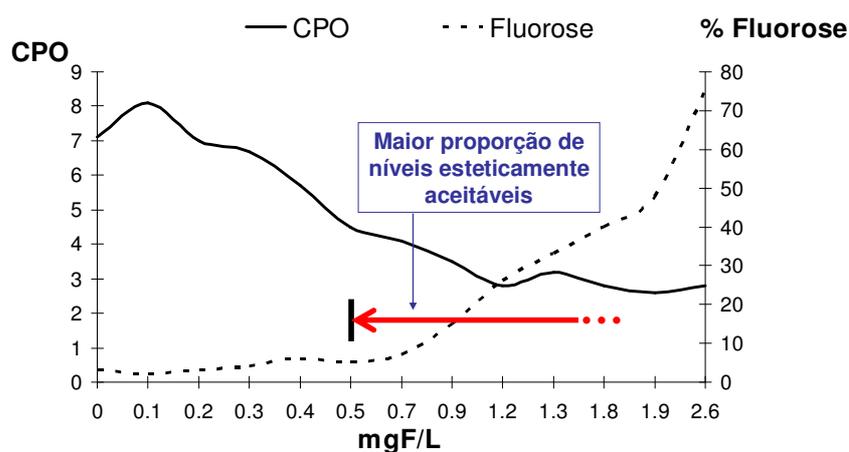
Entretanto, apenas uma parte dos casos de fluorose dentária, representa um problema estético. Na publicação da Universidade de York, McDonagh et al. revisaram um total de 88 estudos que atenderam aos critérios de inclusão, separando os efeitos decorrentes de qualquer grau de fluorose dentária dos efeitos associados a fluorose de significado estético. A prevalência de qualquer grau de fluorose dentária em população exposta a água com 0,7 mgF/L foi estimada em 42% (IC95% 34 a 51%) e com 1 mg/L em 48% (IC95% 40 a 57%). Para fluorose de significado estético, a prevalência estimada foi 10,0% (IC95% 5,0 a 17,9%) e 12,5% (IC95% 7,0 a 21,5%) respectivamente para 0,7 e 1,0 mg F/L. Análise de regressão mostrou forte associação entre o nível de fluoreto e a proporção de população com qualquer grau de fluorose. O efeito da exposição a diferentes teores de fluoreto comparado com áreas de até 0,4 mgF/L foi estimado encontrando-se uma diferença de 15% (IC95% 4,1 a 27,2%) em áreas com 1,0 mg F/L e de 18,9% (IC95% 7,2 a 30,6%) em áreas com 1,2 mg/L.

Os resultados desses estudos têm confirmado a correlação entre os teores de fluoreto e os níveis de fluorose. Com base nesses conhecimentos pode-se inferir que a proporção de níveis de fluorose de significado estético, diminui conforme os teores de fluoreto se aproximam do intervalo entre 0,5 ou 0,7 mg F/L. Isto corresponde maior proporção de fluorose esteticamente aceitável significando um teor seguro de fluoreto seja na água natural seja na

água artificialmente fluoretada, em relação ao risco de fluorose dentária de significado estético em crianças e adolescentes (Figura 5).

Figura 5

Ataque de cárie e fluorose em adolescentes de 12 a 14 anos de idade segundo concentração de fluoreto na água em vinte e uma cidades dos EUA nos anos 1930.



Fonte: Adaptado de Burt & Eklund 1999.

Em nosso país, estudos avaliando a influência da fluorose dentária, em populações residentes em áreas com teor ótimo de fluoreto na água, não têm mostrado impacto na insatisfação com a aparência dos dentes e no comprometimento da qualidade de vida das crianças (Menezes et al. 2002; Michel-Crosato et al. 2005). Um estudo com adolescentes na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, onde a água é fluoretada desde 1962 e a maioria dos casos de fluorose diz respeito às categorias muito leve e leve, mostrou associação positiva entre fluorose dentária e valores mais favoráveis de qualidade de vida (Peres et al 2009).

Do exposto resulta que a maioria dos estudos incluídos na revisão sistemática diz respeito a populações de países desenvolvidos da Europa e da América do Norte. A percepção acerca da estética corporal, particularmente a dentária, varia segundo aspectos culturais e sociais. Estudos realizados no Brasil não identificaram associação entre fluorose dentária e insatisfação com a estética dentária. A prevalência de fluorose entre adolescentes brasileiros não atinge 10% da população sendo a maioria dos casos de graus muito leve e leve.

Águas engarrafadas também podem constituir risco, principalmente quando não há controle sobre os teores de fluoreto nelas contido. Analisando 12 tipos de águas engarrafadas (minerais ou de fontes) obtidas em dois supermercados do Reino Unido em relação aos teores de fluoreto existentes e os declarados nos rótulos, Toumba e Curzon (1994) verificaram teores variados de fluoreto oscilando entre 0,1 e 0,8 mgF/L. Examinando 104 marcas comerciais de águas minerais adquiridas no mercado de vendas brasileiro no período de agosto de 1994 até fevereiro de 1996, Villena et al. (1996) notaram teores acima de 0,7 mg F/L em 10,6% delas, sendo duas no Estado de São Paulo (1,36 e 1,98 mg F/L), uma em Santa Catarina (1,02 mg F/L), uma no Paraná (0,92 mg F/L), quatro no Rio Grande do Sul (0,87 mg F/L; 1,69 mg F/L; 1,66 mg F/L e 4,44 mg F/L) e duas de origem estrangeira (argentina com 1,89 mg F/L e portuguesa com 3,16 mg F/L).

Os autores chamaram atenção para a necessidade de maior controle nas águas minerais industrializadas no Brasil, com o propósito de prevenir a eventual ocorrência de fluorose dentária. Alertaram ainda que, com base na

dose máxima de fluoreto que pode ser ingerida diariamente (0,05 a 0,07 mg F/dia/kg peso corporal), a ingestão de pouco menos de meio copo de água por dia (158 ml) como a encontrada no Rio Grande do Sul (4,44 mg/L de fluoreto), por uma criança de 10 kg, seria suficiente para a intoxicação crônica. Segundo os autores, águas com teores elevados de fluoreto deveriam ser contraindicadas para crianças menores de 7 anos de idade, o que deveria constar do rótulo padronizado do produto (concentração em mg/L de flúor iônico ou solúvel).

Estudos que investigaram possível associação entre fratura óssea e problemas de desenvolvimento do osso com fluoretação das águas de abastecimento foram revisados. Foram incluídos 29 estudos envolvendo fratura de quadril e outros sítios. Não foi identificada uma clara associação da fratura óssea com a fluoretação da água. A fluorose esquelética tem sido observada em áreas com teor de fluoreto acima de 5,6 mg F/L (Cury 1989). Apresenta-se como uma osteosclerose generalizada e pode ser caracterizada por queixas de dores articulares, musculares e lombares, podendo evoluir para a limitação de movimentos, principalmente da coluna (Narvai & Forni 2004). Radiograficamente observa-se aumento da densidade óssea, calcificações de ligamentos e membranas interósseas. Podem ser identificados diferentes tipos de fluorose esquelética em adultos conforme suas características etiológicas.

Populações expostas por mais de 20 anos a água contendo fluoreto natural na concentração de 5 a 10 vezes o valor ótimo, não apresentaram nenhum problema clínico de aumento de fraturas ósseas ou deformações, ou seja, essas alterações eram detectadas apenas radiograficamente, sem reflexo

clínico, à semelhança da fluorose dentária quando da concentração ótima de fluoreto na água.

Do ponto de vista da água para consumo humano, Chavassieux e Meunier (1995) designaram fluorose esquelética hídrica esporádica para aquela decorrente do consumo regular de quantidades importantes (mais de 2 litros/dia), durante muitos anos, de águas minerais contendo elevados teores de fluoreto (os autores mencionam a água *Saint-Yorre Royale* com 8,5 mg F/L).

A esse respeito, Vestergaard et al. (2008) publicaram uma meta-análise examinando os efeitos do tratamento com flúor na densidade mineral óssea (DMO) e risco de fratura. Os autores concluíram que tratamento com flúor aumentou DMO de quadril e coluna vertebral dependendo do tempo de duração. Nenhuma evidência foi observada em relação ao risco de fratura de quadril ou coluna. Análise de um subgrupo específico mostrou que dose baixa de flúor (20 mg por dia ou menos) estava associada com uma significativa redução do risco de fratura.

Para avaliar a eficácia da terapia com flúor na perda óssea, nas fraturas vertebrais e não vertebrais e efeitos adversos em mulheres na pós-menopausa, Haguenuer et al. (2000) realizaram uma revisão sistemática. Os autores concluíram que embora o flúor seja capaz de aumentar a DMO da coluna lombar, ele não provoca redução de fraturas vertebrais. O aumento da dose de flúor pode resultar em maior risco de fraturas não vertebrais e efeitos adversos gastrointestinais sem qualquer efeito na taxa de fratura vertebral. Demos et al. (2001) revisaram vários estudos e concluíram que flúor até 1 mg F/L não tem

qualquer efeito adverso na resistência óssea, na DMO e na incidência de fraturas.

Além desses problemas, na revisão da Universidade de York foi pesquisada também a relação entre a fluoretação da água e a ocorrência de câncer. Foram incluídos 26 estudos envolvendo incidência e mortalidade por todos os tipos de câncer, por osteossarcoma e câncer ósseo e ainda por câncer de glândula tireóide. Não foi encontrada uma clara associação entre fluoretação da água e câncer.

Frente à literatura científica sobre o tema, pode-se concluir que elevados teores de fluoreto em águas para consumo humano representam risco de fluorose dentária quando consumidos por crianças de até oito anos de idade. A gravidade do efeito em nível populacional está relacionada à quantidade de fluoreto presente na água. A temperatura ambiental é um fator importante quando o fluoreto é ingerido pela água. Em climas tropicais, as pessoas transpiram mais e, portanto, precisam beber mais água para manter o equilíbrio hídrico em relação a populações que vivem em região de clima temperado. Esta foi a razão, há 50 anos, de se estabelecer a concentração ótima de fluoreto na água de abastecimento público com base na temperatura. Por outro lado, isto não se mostrou válido para climas tropicais asiáticos onde uma prevalência maior de fluorose dental, em relação ao esperado, foi observada. Para esses países, tem sido sugerido que 0,50 mg F/L deva ser um limite inferior mais apropriado (WHO 1994). Crianças que vivem em regiões montanhosas têm maior prevalência de fluorose dental que outras que ingerem fluoreto pela água na mesma concentração, porém morando em regiões de

menor altitude. Isto tem sido explicado por uma alteração no metabolismo do flúor, mas é assunto em estudo e, a princípio, não preocupante no Brasil, considerando nossa geografia (Cury 2002).

Em nível individual, muitos outros fatores estão relacionados a manifestações dos efeitos adversos, como por exemplo: a presença de fluoreto em produtos/fórmulas infantis e outros elementos da dieta, e aspectos relacionados ao creme dental fluorado como idade de início de sua utilização, quantidade usada e responsável pela colocação do produto na escova dental (Mascarenhas 2000).

Diante dos aspectos mencionados, pode-se concluir que a concentração de fluoreto nas águas de consumo é um parâmetro relevante para sua qualidade seja pela possibilidade de prevenção da cárie dentária, quando presente em níveis adequados, seja pelo potencial de provocar fluorose dentária esteticamente inaceitável, quando presente em níveis elevados. Por essa razão, estabelecer níveis de segurança para a presença de fluoreto em águas de consumo é uma medida de proteção à saúde humana imprescindível.

5. Padrões de potabilidade em relação ao parâmetro Flúor

A fluoretação das águas é obrigatória no Brasil desde 1974, onde exista Estação de Tratamento de Água (ETA). Tal obrigatoriedade foi estabelecida pela Lei Federal 6.050 (BRASIL 1974), regulamentada pelo Decreto 76.872, de 22/12/75 (BRASIL 1976). A Portaria 635, de 26/12/1975, estabeleceu padrões para a operacionalização da medida (BRASIL 1976), incluindo os limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias. Foram descritos ainda os compostos químicos de flúor que podem ser empregados nos sistemas públicos de abastecimento de água, os métodos de análise e procedimentos para determinação da concentração do fluoreto na água. Além disso, foram indicados os tipos e precisão tolerada dos equipamentos para adição dos compostos de flúor, e as técnicas de fluoretação de acordo com o composto químico em função da vazão do sistema com a dosagem a seco ou por via úmida.

Em relação à determinação do teor ótimo de fluoreto, a Portaria 635/75 definiu a concentração recomendada de fluoreto nas águas de abastecimento público com base na seguinte equação:

$$C = \frac{22,2}{\epsilon}$$

Onde:

$$\epsilon = 10,3 + 0,725 T$$

T = média de temperaturas máximas diárias observadas durante um período mínimo de 1 ano (recomendado 5 anos) em graus centígrados.

Essa equação foi derivada da fórmula proposta por Galagan & Vermillion em 1957 para determinar a concentração ótima de fluoreto. A Portaria 635/75 apresenta também valores mínimos e máximos. Conforme a Tabela 3 para o intervalo de temperatura entre 10,0 e 12,1°C, o valor máximo corresponde a um aumento absoluto de 0,5 mgF/L em relação ao teor ótimo e o valor máximo aceitável equivale a 1,7 mg F/L.

Dois anos depois, o Ministério da Saúde, por meio da Portaria 56/1977 aprovou normas e critérios de padrão de potabilidade da água. Do ponto de vista da presença de fluoreto em águas de consumo humano, agregado ou natural, 1,7 mg F/L foi fixado como “*Valor Máximo Permissível*”.

Tabela 3

Limites recomendados para a concentração de fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias

Média das temperaturas máximas diárias do ar (em °C)	Concentração do fluoreto em mg/L		
	mínimo	máximo	ótimo
10,0 – 12,1	0,9	1,7	1,2
12,2 – 14,6	0,8	1,5	1,1
14,7 – 17,7	0,8	1,3	1,0
17,8 – 21,4	0,7	1,2	0,9
21,5 – 26,3	0,7	1,0	0,8
26,4 – 32,5	0,6	0,8	0,7

Fonte: Portaria MS 635/75

Em 19 de janeiro de 1990 foi aprovada a Portaria 36 na qual foram reafirmados os valores recomendados até então para a concentração de fluoreto.

Dez anos depois, foi publicada a Portaria 1469, de 29/12/2000, na qual é definido o valor de 1,5 mg F/L como Valor Máximo Permitido (VMP). Destaca-se na norma que *“os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela”*.

Essa orientação é mantida na Portaria 518/2004 que também determinou como VMP o teor de 1,5 mg F/L para todo o território nacional. Esse valor foi baseado em relatórios técnicos da Organização Mundial da Saúde de 1984 e 2004 os quais serviram de referência para muitos países, independente de suas condições climáticas.

Segundo Cesa (2007) quando a Secretaria Municipal de Saúde de Porto Alegre assumiu a responsabilidade pela vigilância dos teores de fluoreto nas águas de abastecimento público, o intervalo recomendado para os meses de inverno encontrava-se entre 1,0 e 1,4 mg F/L. Somente em 1998, foi definido o intervalo de 0,6 a 0,9 mg F/L para todas as estações do ano posteriormente aprovado por legislação estadual (Rio Grande do Sul 1999).

De fato, é preciso reafirmar que quando Galagan & Vermillion publicaram sua fórmula para determinação do teor ótimo de fluoreto, ao considerar a correlação em ingestão de líquidos e a média das temperaturas do ar trouxeram importante contribuição para a aplicação do método. Deve ser ressaltado, que o cálculo da concentração ótima foi feito com base na oscilação de temperatura dos EUA cujo clima é temperado, podendo não se aplicar para países de climas tropicais, para os quais 0,5 mg F/L pode ser considerado apropriado (WHO 1994). No caso do Brasil essa não é a preocupação para as

regiões sul e sudeste de clima subtropical (Lima e Cury 2001), mas pode ser para cidades das regiões de climas genuinamente tropicais.

Tem sido sugerido estabelecer uma concentração ótima de F na água não com base na temperatura, mas sim levando em conta a dose de F que crianças são submetidas, isto é, mg F/dia/kg de peso corporal, particularmente com a preocupação com risco de fluorose dental. Assim, Burt (1992) sugeriu em 1992 que a dose diária de 0,07 mg F por Kg de peso corporal deveria ser considerada o limite superior para que a fluorose decorrente não comprometesse os benefícios anticárie do F ingerido voluntária ou inadvertidamente por criança na faixa etária de risco. Entretanto, essa sugestão foi feita sem nenhum estudo longitudinal de dose-efeito e uma associação entre dose e fluorose decorrente não foi encontrada (Martins et al., 2008) requerendo outros estudos.

Tomando-se por referência os dados da média das temperaturas máximas diárias registradas nas capitais brasileiras apenas para o ano de 2008 (Tabela 4) é possível calcular os valores de concentração ótima de fluoreto conforme a fórmula recomendada na Portaria 635/75 e verificar sua variação em torno de 0,6 (Boa Vista) a 0,8 (Curitiba).

Embora não haja registro dos valores diários de temperatura do ar para todos os municípios brasileiros, com base nas características da temperatura nas diferentes regiões de nosso país, pode-se afirmar que é em torno dessa faixa, a variação do teor ótimo de fluoreto, recomendada para a maioria dos municípios brasileiros (Tabela 4).

Tabela 4

Coordenadas geográficas das estações meteorológicas, média das temperaturas máximas diárias e teor ótimo de fluoreto recomendado (mg/L) segundo as capitais e o Distrito Federal. Brasil, 2008.

Cidades	Latitude (S)	Longitude(W)	Altitude (metros)	Médias das temperaturas máximas diárias	Teor ótimo (mg F/L)
Aracaju	10°57'	037°03'	4,72	29,8	0,696
Belém	01°26'	048°26'	10,00	31,9	0,664
Belo Horizonte	19°56'	043°56'	915,00	27,3	0,737
Boa Vista*	02°49'	060°39'	90,00	33,8	0,638
Brasília (DF)	15°47'	047°56'	1159,54	27,0	0,744
Campo Grande	20°27'	054°37'	530,73	29,4	0,702
Cuiabá	15°33'	056°07'	151,34	32,5	0,655
Curitiba	25°26'	049°16'	923,50	23,3	0,817
Florianópolis	27°35'	048°34'	1,84	24,9	0,783
Fortaleza	03°45'	038°33'	26,45	31,1	0,676
Goiânia	16°40'	049°15'	741,48	31,3	0,673
João Pessoa	07°06'	034°52'	7,43	30,0	0,692
Macapá	00°03'	051°07'	14,46	31,8	0,665
Maceió	09°40'	035°42'	64,50	31,0	0,678
Manaus	03°07'	059°57'	67,00	32,1	0,662
Natal	05°55'	035°12'	48,60	29,8	0,695
Palmas	10°11'	048°18'	280,00	33,6	0,640
Porto Alegre	30°03'	051°10'	46,97	25,0	0,780
Porto Velho	08°46'	063° 55'	95,00	30,8	0,680
Recife	08°03'	034°57'	10,00	29,6	0,699
Rio Branco	09°58'	067°48'	160,00	30,9	0,679
Rio de Janeiro	22°53'	043°11'	11,10	29,8	0,696
Salvador	13°00'	038°30'	51,41	29,4	0,703
São Luis	02°32'	044°13'	50,86	31,1	0,676
São Paulo	23°30'	046°37'	792,06	25,6	0,769
Teresina	05°05'	042°49'	74,36	33,8	0,638
Vitória	20°19'	040°19'	36,20	28,9	0,710

Nota: Dados de latitude, longitude, altitude e temperatura fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia
*Boa Vista Latitude Norte.

Numa consulta as bases eletrônicas das legislações estaduais e municipais, observou-se que dois estados apresentam legislação complementar. No Estado de São Paulo, a Resolução SS-250/95, de 15/08/95 estabelece que para os municípios do Estado de São Paulo as águas devem conter 0,7 mg de fluoreto por litro (0,7 ppm). Segundo este documento, é aceitável variação no teor de fluoreto desde que oscile entre 0,6 a 0,8 mg/L

(onde a média das temperaturas máximas diárias do ar, observadas durante um período mínimo de 1 ano, encontrar-se abaixo de 14,7 graus Celsius, o limite superior da variação é 1,0 mg/L). Teor de fluoreto abaixo ou acima desse intervalo caracteriza a água como “fora do padrão de potabilidade” (SÃO PAULO 1995), portanto, inaceitável para consumo humano do ponto de vista da prevenção da cárie e da fluorose dentária. Em 2005, a Resolução SS-65/2005, de 12 de maio de 2005, reiterou a orientação ao afirmar que outros teores serão aceitos mediante comprovação do atendimento da Portaria 635/BSB de 26/12/75 e Resolução Estadual SS 250 de 26/04/1995, ou instrumento normativo que vier a substituí-las. No Estado do Rio Grande do Sul, a Portaria SSMA 10/99, de 16 de agosto de 1999, estabelece que o teor de concentração ideal do íon fluoreto na água destinada ao consumo humano no RS é 0,8 mg/L, sendo considerados dentro do padrão de potabilidade as águas que apresentarem a concentração de íon fluoreto dentro da faixa de 0,6 a 0,9 mg/L (Rio Grande do Sul 1999).

Do exposto, cabe ressaltar a desarmonia entre o valor máximo no intervalo de temperatura mais baixa definido pela Portaria MS 635/75 (Tabela 5.1) e o valor máximo permitido estabelecido pela Portaria MS 518/2004. De fato, a Portaria 635/75 foi aprovada para orientar as estações de tratamento na operacionalização da agregação de fluoreto nas águas de abastecimento, enquanto a Portaria 518, é resultado da necessidade de garantir a segurança da água que é consumida e distribuída, seja por sistemas de abastecimento, seja por meio de soluções alternativas representadas por fontes, poços, cisternas etc. Uma das razões para essa falta de sintonia pode estar

relacionada a não diferenciação entre fluoreto natural e fluoreto agregado. No artigo 14 da Portaria 518 é mencionado que “a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3”. A observação contida no rodapé da Tabela citada diz que “*os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela*”. Essa redação pode levar à interpretação de que a expressão “*em qualquer caso*” diz respeito tanto ao fluoreto naturalmente presente quanto ao fluoreto agregado para fins de prevenção de cárie dentária, o que não se justifica diante dos conhecimentos apresentados. Assim, o VMP para fluoreto naturalmente presente na água não pode ser usado para limite do fluoreto agregado durante o tratamento da água.

No plano internacional, as informações disponíveis em sítios eletrônicos governamentais indicam que alguns países principalmente da Europa e da América do Norte, possuem legislação e recomendações específicas. Nos EUA, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) definiu 4 mg F/L como o nível de concentração máximo para os fluoretos em sistemas de abastecimento público de água como padrão de potabilidade da água. Entretanto, existe recomendação específica para que se adote o limite de 2mg F/L a fim de reduzir o risco de fluorose dentária (US Environment Agency 2003). No Canadá, a fluoretação das águas é uma decisão de cada município em colaboração com as autoridades provinciais ou territoriais. Para as comunidades que desejam fluoretar a água, o Comitê Federal sobre Fluoretação de Águas recomenda

uma concentração ótima entre 0,8 a 1,0 mg/L. O Governo canadense recomenda em seu *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality* o valor de 1,5 mg/L como a concentração máxima aceitável de fluoretos (Canada 2008). Nos países europeus, a concentração máxima de fluoretos permitida em águas de abastecimento é de 1,5 mg/L. A Irlanda adota legislação específica, mais restritiva que a europeia, limitando a 1,0 mg/L a concentração de fluoretos em água de abastecimento público². Na América do Sul, análise comparando as legislações mostrou que a maioria dos países adota como VMP o teor de 1,5 mg F/L (Pinto 2006). Na Ásia, Hong Kong, uma ex-colônia do Império Britânico e atualmente uma região administrativa especial da República Popular da China, têm reduzido nos últimos anos os níveis ótimos de fluoretos adicionados à água de abastecimento. Até 1978, o teor ótimo adotado era 1,0 mg F/L quando foi reduzido para 0,7 mg F/L (Evans et al.1987). Em 1988, o teor foi diminuído para 0,5 mgF/L permanecendo esse valor até hoje (Lo & Wong 2006). Cabe destacar que a média das temperaturas máximas diárias da região é 24,7°C. Quanto aos níveis máximos permitidos, não há informação.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) definiu o valor de 1,5 mg F/L, em 1984, como limite para considerar uma água potável e segura. Esse valor foi reavaliado na última revisão (WHO 2004) concluindo-se não haver evidências para alterá-lo. Entretanto, a OMS enfatiza que o valor de 1,5 mg F/L não é um valor “fixo”, mas deve ser considerado em cada contexto local.

² Council Directive 98/83/EC (OJ L330, p32, 5/12/1998) of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. European Communities (Drinking Water) Regulations, 2000 (S.I. No 439 of 2000) In: Report to the Board of the Food Safety Authority of Ireland. Obtido em 5 abr 2010. Disponível em: <http://www.fsai.ie/>

Deve ser destacado que o VMP da concentração de fluoreto na água definido pela Portaria 518/2004 se refere ao fluoreto presente naturalmente em águas de consumo humano, sendo que o valor máximo para o fluoreto agregado ao tratamento de água deve obedecer legislação específica relativa à Portaria 635/75. Assim, uma água com concentração de 1,4 ppm de fluoreto natural seria aceitável em termos de saúde pública se a população não dispõe de outras fontes de abastecimento de água. Entretanto, esse mesmo valor seria inaceitável para um local onde o máximo agregado pelo tratamento da água deveria ser 0,8 mg F/L, porque é uma simples questão de controle operacional.

Outra preocupação é a interface dessa revisão de potabilidade da água quanto ao teor de fluoreto e a discussão sobre flúor como micronutriente. Esse conceito tem provavelmente raízes no conhecimento do passado que seria necessário ingerir fluoreto durante a formação dos dentes para que aumentasse a sua resistência ao processo de cárie. Assim, se a concentração de fluoreto na água não fosse ótima deveria haver uma suplementação medicamentosa ou mesmo ele poderia ser adicionado a alimentos. O conceito sobre o mecanismo anticárie do flúor mudou totalmente nos últimos anos e hoje água fluoretada não é mais conhecida como um método sistêmico de usar flúor, mas como um importante meio de saúde pública com a finalidade de manter flúor constante na cavidade bucal das populações para interferir no processo de cárie (Cury & Tenuta, 2009).

Entretanto, flúor ainda é considerado um micronutriente na legislação de muitos países e no Brasil (MercoSul) a ingestão diária recomendada é de 4,0

mg F/dia. Essa recomendação sem base no conhecimento da concentração e quantidade de fluoreto necessária para o balanço do equilíbrio entre os benefícios do seu efeito anticarie e o risco de fluorose dental, tem levado a uma distorção e no mercado são encontrados medicamentos (Calcigenol) e gomas de mascar (HappyDent) que se sustentam nessa desatualizada recomendação.

Assim, a recomendação de uma determinada quantidade de ingestão diária de flúor tem sido feita mais com base do seu efeito anticarie do que qualquer evidência dele ser essencial para o organismo humano (Hunt and Stoecker, 1996), não devendo servir de pretexto para considerar aceitável F natural numa determinada água porque só bebendo 10 litros dessa seria atingido o recomendável 4,0 mg/dia. Ainda há um agravante maior com relação a flúor ser considerado micronutriente, pois de acordo com a legislação do Mercosul, ele pode ser adicionado a qualquer produto do mercado e sua existência e a quantidade no mesmo é de declaração voluntária do fabricante.

6. Considerações finais e recomendações

Neste documento foram destacadas as propriedades químicas do flúor, as características das técnicas de dosagem usualmente empregadas e condições ambientais associadas ao teor encontrado nas águas. Foram sumarizados aspectos relativos à importância do fluoreto para o controle e a prevenção da cárie dentária e os principais distúrbios associados a níveis elevados nas águas. Informações sobre padrões de potabilidade em relação ao parâmetro flúor em países selecionados e no Brasil, incluindo as Portarias 635/1975 e 518/2004, e outras normas de nível estadual, foram descritas.

Foi identificada a necessidade da realização de estudos a fim de se obter um panorama nacional da população brasileira exposta ao fluoreto naturalmente presente nas águas. Além disso, é preciso que os serviços de saneamento efetuem, com o rigor e periodicidade adequada, a análise do parâmetro flúor na água bruta proveniente tanto de mananciais superficiais como de mananciais subterrâneos (Resolução CONAMA 357/2005).

Ao longo das últimas décadas, observa-se a consolidação do conhecimento sobre os benefícios do uso do flúor na prevenção da cárie dentária, e ao mesmo tempo, constata-se ampla difusão do seu uso, por meio de diferentes produtos e veículos, de âmbito individual e também em ações de saúde pública. Os riscos decorrentes da ingestão de teores elevados durante a formação dos dentes também são claramente conhecidos. Por todos esses aspectos, é importante manter sistemas de controle e de heterocontrole (Narvai 2000) dos seus teores nas águas de consumo como parte de um sistema de vigilância e proteção à saúde.

Apesar da efetividade (alcance dos objetivos no mundo real) e eficiência (relação custo benefício) exaustivamente demonstradas, a fluoretação das águas ainda é questionada do ponto de vista ético. A suposta violação do princípio da autonomia dos indivíduos frente a uma medida que beneficia o coletivo (princípio da beneficência) é o argumento contrário à medida mais invocado. Mendonza (2007) considera que tal polêmica, baseada nos princípios da beneficência e autonomia, é apropriada quando está em jogo a relação individual (profissional-paciente, pesquisador-pesquisado).

Em Saúde Pública, a relação entre a dimensão coletiva e a individual é bem mais complexa. Como a fluoretação das águas é uma medida essencialmente populacional, considerar a objeção individual como direito inviabiliza a medida coletivamente e, conseqüentemente, acarreta prejuízo à população como um todo, em especial aos mais vulneráveis socialmente (injustiça sanitária).

Como enfatizaram Kalamatianos e Narvai (2006), o dilema ético da fluoretação das águas pode ser resumido da seguinte forma *“Empregar produto com flúor para prevenir cárie dentária tem o inconveniente de produzir graus leves de fluorose dentária, mas não utilizá-lo em saúde pública tem o inconveniente de não impedir o aparecimento de uma doença (cárie) evitável com o seu uso.”*

Trata-se, portanto, de ponderar sobre as perdas (riscos) e ganhos (proteção) implicadas quando da adoção de uma medida de saúde pública. Riscos conhecidos resumem-se à fluorose dentária, em graus muito leve e leve, e sem evidências de comprometimento estético por parte dos afetados,

enquanto os benefícios incluem a redução da prevalência e extensão da doença em escala populacional, a redução das necessidades de tratamento, a promoção da equidade - uma vez que a doença atinge em maior proporção os grupos sociais mais vulneráveis - e uma relação custo-benefício bastante favorável quando comparada às medidas individuais. Pode-se acrescentar que não é eticamente aceitável violar uma medida estabelecida em lei.

Diante do exposto, cabe enfatizar o importante papel desempenhado no Brasil pela água e pelo creme dental, considerados pilares da estratégia populacional de uso de flúor para prevenção da cárie dentária.

Quanto às recomendações, há ampla evidência que o único efeito colateral da ingestão de fluoreto pela água na concentração ótima (no Brasil em torno de 0,7 ppm F) é a fluorose dentária, em graus muito leve e leve, sem significado funcional. Nesses graus, a fluorose dentária é considerada aceitável em função dos benefícios anticárie do flúor. Assim, tem sido aceito que para fluoreto naturalmente presente em águas de abastecimento público, a concentração de até duas vezes o valor ótimo seria tolerável se não forem disponíveis outras fontes de captação de água.

Uma água contendo F^- natural na concentração de 3,5 mg F/L seria inaceitável se ingerida por crianças durante a formação dos dentes (até aproximadamente 7 anos), mas seria biologicamente aceitável se só ingerida por pessoas, crianças e adultos, que já tiveram seus dentes totalmente formados, embora ainda não irrompidos na cavidade bucal.

Assim, entende-se que o critério de potabilidade deve adotar o princípio da proteção com base no efeito em crianças e dissociar a problemática associada ao fluoreto naturalmente presente nas águas de consumo, da questão envolvendo a agregação e ajuste do teor de fluoreto com finalidade de prevenção de cárie.

Quanto ao fluoreto natural, e com base nos conhecimentos atuais, não há evidência que justifique alterar o Valor Máximo Permitido (VMP) vigente. O valor atual de 1,5 mg F/L representa um teor de até duas vezes o valor ótimo preconizado para a maioria das regiões brasileiras, implicando benefício preventivo com risco mínimo de fluorose dentária funcionalmente significativa.

Diante do exposto, recomenda-se que a proposta de revisão da Portaria 518, mantenha o VMP correspondente a 1,5 mg F/L para o parâmetro flúor naturalmente presente nas águas de consumo, exigindo dos responsáveis, tanto pelos sistemas de abastecimento público, quanto pelas soluções alternativas, que os consumidores de água com teor acima de 0,9 mg F/L, sejam expressamente informados que *“Esta água não deve ser consumida diariamente por menores de 8 anos de idade”*.

Cabe às autoridades de vigilância em saúde, municipais e estaduais, analisar as condições climáticas de cada localidade, e se for o caso, redefinir este limite fixando-o em valor maior que, em nenhuma situação, deverá ultrapassar o VMP.

Por outro lado, em relação ao fluoreto agregado, o maior conhecimento sobre as condições climáticas das diferentes regiões brasileiras, justifica a

necessidade da revisão da Portaria 635 aprovada em 1975, tendo em vista a expansão do programa nacional de fluoretação da água de abastecimento público para locais de climas tipicamente tropicais.

7. Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação Nacional de Saúde Bucal e à Secretaria de Vigilância à Saúde do Ministério da Saúde, por possibilitar a participação de um dos autores no Grupo de Trabalho responsável pela revisão da Portaria 518/2004, e por apoiar, por meio do Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, a produção deste documento.

8. Referências

1. Alchera JR, Seixas MEP, Moraes EB, Silva SJA. Alumina ativada para desfluoração de águas. *Revista do DAE* 1987; 47(148): 59-70.
2. Australian Government. National Health and Medical Research Council. *A systematic review of the efficacy and safety of fluoridation. Part A: review of methodology and results*. Australian Government, 2007.
3. Bercht VM. *Avaliação técnica do controle de qualidade da água para consumo humano em serviços municipais de saneamento*. Brasília: ASSEMAE; 2008.
4. Brasil. Casa Civil. Decreto nº 5.440 de 05 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Disponível em [2006 abr 03]: <https://www.planalto.gov.br/ccivil03/Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm>
5. Brasil. *Coleção das Leis de 1974*: Lei Federal nº 6.050, de 24/05/1974. Brasília: Departamento de Imprensa Nacional; 1974. [Vol. III: p.107. Atos do Poder Legislativo. Leis de Abril a Junho].
6. Brasil. *Coleção das Leis de 1975*: Decreto nº 76.872, de 22/12/1975. Brasília: Departamento de Imprensa Nacional; 1976. [Vol. VIII: p.687-8. Atos do Poder Executivo. Decretos de Outubro a Dezembro].
7. Brasil. *Coleção das Leis de 1975*: Decreto 76.872, de 22/12/1975. Brasília, Departamento de Imprensa Nacional; 1976. (Vol. VIII: p.687-8. Atos do Poder Executivo).
8. Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
9. Brasil. Lei Federal 6050 de 24 de maio de 1974. Dispõe sobre obrigatoriedade da fluoretação das águas em sistemas de abastecimento. *Diário Oficial da União*, Brasília. 27 de julho de 1975.
10. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria 36/GM, de 19 de janeiro de 1990. Brasília: 1990.
11. Brasil. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 1.469, de 29 dez. 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 19 jan 2001. Seção 1.p.18-22

12. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*; 16 mar 2004; Seção 1:266-70.
13. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Saúde Bucal. *Projeto SB Brasil 2003 – Condições de saúde bucal da população brasileira 2002-2003: resultados principais*. Brasília: MS-CNSB, 2004b.
14. Brasil. Portaria 635 de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água de sistemas públicos de abastecimento. Disponível em [2006 jan 18]: <http://www.saude.gov/programas/bucal/principal.htm>
15. British Fluoridation Society. The UK Public Health Association. The British Dental Association. The Faculty of Public Health. *The extent of water fluoridation. One in a Million: The facts about water fluoridation* (2nd ed.). Manchester: British Fluoridation Society, 2004. pp. 55–80.
16. Brossok GE, McTigue DJ, Kuthy RA. The use of a colorimeter in analyzing the fluoride content of public well water. *Pediatric Dentistry* 1987; 9(3):204-207.
17. Burt BA. The changing patterns of systemic fluoride intake. *Journal of Dental Research* 1992; 71: 1228-37.
18. Burt BA, Eklund SA. Community-based strategies for preventing dental caries. In: Pine CM. *Community Oral Health*. Oxford: Wright, 1997.
19. Burt BA, Eklund SA. *Dentistry, dental practice and the community*. 5.ed. Philadelphia: WB Saunders; 1999.
20. Canada. *Fluoride and Human Health: it is your health*. Canada: Health Canadá; 2008. Disponível em 5 abr 2010: <http://www.hc-sc.gc.ca>
21. Capella LF, Carcereri, DL, Paiva SM, Rosso RA, Paixão RF, Saltori EK, Freitas ARR, Zenkner JEA, Barros-Filho MA. Ocorrência de fluorose dentária endêmica. *RGO* 1989; 37(5): 371-5.
22. [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in Public Health, 1900-1999. Fluoridation of drinking water to prevent dental caries. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 1999; 48(41): 933-940.
23. Cesa KT. *A vigilância dos teores de flúor nas águas de abastecimento público nas capitais do Brasil*. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2007.
24. Chavassieux P, Meunier PJ. Bénéfices et risques des apports fluorés. *Archives de Pédiatrie* 1995; 2: 568-72
25. Crosby NT, Dennis LA, Stevens JG. An evaluation of some methods for the determination of fluoride in potable waters and other aqueous solutions. *Analyst* 1968; 93:643-52.

26. Cury JA, Guimarães LOC, Arbex ST, Moreira BHW. Análise de dentifrícios fluoretados: concentração e formas químicas de fluoretos encontrados em produtos brasileiros. *Revista da Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas* 1981; 35: 142-147.
27. Cury JA. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri LN; Monteiro-Junior S; Andrada MAC; Vieira LCC; Ritter AV; Cardoso AC. *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Santos; 2002. p.31-68.
28. Cury JA, Tenuta LM. How to maintain a cariostatic fluoride concentration in the oral environment. *Advances in Dental Research*. 2008; 20(1):13-6.
29. Daly B, Watt R, Batchelor P, Treasure E. *Essential Dental Public Health*. Oxford: Oxford University Press, 2002.
30. Demos LL, Kazda H, Cicuttini F M, Sinclair M I, Fairley C K. Water fluoridation, osteoporosis, fractures: recent developments. *Australian Dental Journal* 2001; 46(2): 80-87.
31. Evans RW, Lo ECM, Lind OP. Changes in Dental Health in Hong Kong after 25 Years of Water Fluoridation, *Community Dental Health* 1987; 4: 383-394.
32. Frias AC. *Custo-efetividade da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, no período de 1985-2003*. São Paulo: Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2004.
33. Galagan DJ, Vermillion JR. Determining Optimum Fluoride Concentrations. *Public Health Reports* 1957; 72(6): 491-3.
34. Gandra YR. Contribuição para o conhecimento do teor de flúor de água do Estado de São Paulo - significação sanitária do problema. *Arquivos da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo* 1950, 4 (2): 135-83.
35. Griffin SO, Regnier E, Griffin PM, Huntley V. Effectiveness of fluoride in preventing caries in adults. *Journal of Dental Research* 2007; 86 (5): 410–5.
36. Haguenaer D, Shea B, Tugwell P, Wells GA, Welch V. Fluoride for treating postmenopausal osteoporosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2000, Issue 4. Art. Nº: CD002825.
37. Hayacibara MF, Queiroz CS, Tabchoury CPM, Cury JA. Fluoride and aluminum in teas and tea-based beverages. *Revista de Saúde Pública* 2004; 38 (1): 100–5.
38. Hoff R, Rolim SBA, Bastos-Neto AC. Mapeamento aerogamaespectrométrico da alteração hidrotermal associada à mineralização no distrito fluorítico de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica* (2004) 22(1): 45-55

39. Hunt CD, Stoecker BJ. Deliberation and evaluations of the approaches, endpoints and paradigms for born, chromium and fluoride dietary recommendations. *Journal of Nutrition* 1996; 126:2441S-2451S.
40. Kalamatianos PA, Narvai PC. Aspectos éticos de produtos fluorados no Brasil: uma visão dos formuladores de políticas públicas de saúde. *Ciência e Saúde Coletiva* 2006; 11(1): 63-69.
41. Lima YBO, Cury JA. Ingestão de flúor por crianças através da água e dentifrício. *Revista de Saude Pública* 2001; 35:576-81.
42. Lo ECM, Wong AHH. Water fluoride concentration and fluorosis in Hong Kong in 1960-2001. *Journal of Dental Research* 2006; 85 (Supl B). a2440.
43. Martins CC, Paiva SM, Lima-Arsati YB, Ramos-Jorge ML, Cury JA. Prospective study of the association between fluoride intake and dental fluorosis in permanent teeth. *Caries Research* 2008; 42:125-133.
44. Mascarenhas AK. Risk factors for dental fluorosis: a review of the recent literature. *Pediatric Dentistry* 2000; 22(4): 269-77
45. McDonagh M, Whiting P, Bradley M, Cooper J, Sutton A, Chestnutt I, Misso K, Wilson P, Treasure E, Kleijnen J. *A systematic review of public water fluoridation*. York: NHS Centre for Reviews and Dissemination. University of York, 2000. (Report 18).
46. Mendonza VC. El dilema ético de la fluoración del agua potable. *Revista Médica de Chile* 2007; 135: 1487-1493
47. Menezes LMB, Sousa MLR, Rodrigues LKA, Cury JA. Autopercepção da fluorose pela exposição a flúor pela água e dentifrício. *Revista de Saúde Pública* 2002; 36(6):752-4.
48. Michel-Crosato E, Biazevic MGH, Crosato E. Relationship between dental fluorosis and quality of life: a population based study. *Brazilian Oral Research* 2005;19(2):150-5
49. Narvai PC, Bighetti TI. Fluorose dentária: aspectos epidemiológicos de vigilância à saúde. In: Vitor Gomes Pinto. (Org.). *Saúde bucal coletiva*. 5 ed. São Paulo: Santos, 2008. p. 228-243.
50. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciência e Saúde Coletiva* 2000; 5 (2): 381-92.
51. Nunn JF, Steele JG. Fluorides and dental caries. In: Murray JJ. *Prevention of Oral Disease*. 4 ed. Oxford: Oxford University Press, 2003. p.35-60.
52. Paiva SM, Lima YB, Cury JA. Fluoride intake by Brazilian children from two communities with fluoridated water. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 2003; 31(3): 184-91
53. Panizzi M. *Vigilância sanitária da fluoretação das águas de abastecimento público no município de Chapecó, SC, no período 1995 -2005*. Florianópolis: Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina; 2007. 145 f.

54. Peres KG, Peres MA, Araujo CLP, Menezes AMB, Hallal PC. Social and dental status along the life course and oral health impacts in adolescents: a population-based birth cohort. *Health and Quality of Life Outcomes* 2009, 7:95.
55. Peres MA, Antunes JL, Peres KG. Is water fluoridation effective in reducing inequalities in dental caries distribution in developing countries? Recent findings from Brazil. *Sozial-Und Praventivmedizin* 2006; 51(5): 302-10.
56. Pinto VG. *Saúde Bucal Coletiva*. 4.ed. São Paulo: Santos; 2001.
57. Pinto VG. *Análise comparativa de legislações relativas à qualidade da água para consumo humano na América do Sul*. Belo Horizonte: Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais; 2006.
58. Recommended fluoride overfeed actions for community water systems. *Morbidity and Mortality Weekly Report (CDC)* 1995; 44(RR-13):1-40.
59. Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual da Saúde. Portaria 10/99, de 16/08/1999. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por sistemas públicos de abastecimento. Porto Alegre, 1999.
60. Robinson C, Connell S, Kirkham J, Brookes SJ, Shore RC, Smith AM. The effect of fluoride on the developing tooth. *Caries Research* 2004; 38(3): 268-76.
61. Sampaio FC. Prevalência de cárie e fluorose dentária em cidades da Paraíba com teores residuais de fluoretos na água de abastecimento. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde* 1993; 12: 11-9.
62. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Resolução SS-250, de 15/08/1995. *Diário Oficial do Estado de São Paulo* 16 ago. 1995; seção I, p.11.
63. São Paulo (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Resolução SS-65, de 12/05/2005. *Diário Oficial do Estado de São Paulo* 13 mai. 2005; seção I, p.18.
64. Seppä L, Karkkainen S, Hausen H. Caries trends 1992-1998 in two low-fluoride Finnish towns formerly with and without fluoridation. *Caries Research* 2000; 34(6): 462-468.
65. Silva JS, Moreno WG, Forte FDS, Sampaio FC. Natural fluoride levels from public water supplies in Piauí State, Brazil. *Ciência e Saúde Coletiva*, 14(6): 2215-2220, 2009.
66. Smith FA, Ekstrand J. The occurrence and the chemistry of fluoride. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. *Fluoride in Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard; 1996. pp. 17-26
67. Truman BI, Gooch BF, Sulemana I et al. Reviews of evidence on interventions to prevent dental caries, oral and pharyngeal cancers, and sports-related craniofacial injuries. *American Journal of Preventive Medicine* 2002; 23 (1 Suppl): 21–54.

68. Uchôa HW, Saliba NA. Prevalência de fluorose dental na cidade de Pereira Barreto. *Boletim do Serviço de Odontologia Sanitária* 1970; 6(3): 11-6
69. U.S. Environmental Protection Agency. Ground Water and Drinking Water. Drinking Water Contaminants (Online 2003). Disponível em 5 abr 2010 <http://www.epa.gov/safewater/hfacts.html#Inorganic>
70. Vestergaard P, Jorgensen N R, Schwarz P, Mosekilde L. Effects of treatment with fluoride on bone mineral density and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporosis International* 2008; 19 (3): 257-268.
71. Villena RS, Cury JA, Bastos R. Avaliação da concentração de flúor de águas minerais comercializadas no Brasil. *Revista de Saúde Pública* 1996; 30: 512-18.
72. [WHO] World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Geneva: WHO; 1984.
73. [WHO] World Health Organization. *Appropriate use of fluorides for human health*. Geneva: WHO; 1986.
74. [WHO] World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. 2nd edition. Geneva: WHO; 1996
75. [WHO] World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Volume 1. Recommendations. 3rd edition. Geneva: WHO; 2004